أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية "الصوبات"

أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية "الصوبات"

تأليف
أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن
أستاذ الخضر
كلية الزراعة – جامعة القاهرة

2012
الدار العربية للنشر والتوزيع
الطبعة الثالثة

حقوق النشر

أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا

الزراعات

المكشوفة والمحمية "الصوبات"

ISBN 977-258-024-1
رقم الإيداع: 2559

الطبعة الأولى: 1988
الطبعة الثانية: 1992
الطبعة الثالثة: 2012

حقوق النشر محفوظة

للدار العربية للنشر والتوزيع
32 شارع عباس العقاد – مدينة نصر – القاهرة
ت: 22753335 فاكس: 22753388
E-mail: aldar_alarabia1@yahoo.com

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب، أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي وجه، أو بأي طريقة، سواء أكانت إليكترونية، أو ميكانيكية، أو بالتصوير، أو بالتسجيل، أو بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة، ومقدماً.

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم ، ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها ، ولا ريب فى أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال لثقافتها وفكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالًا ونساءً ، طلابًا وطالبات ، علماء ومثقفين ، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغه عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت — فيما مضى — علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ؛ فكانت لغة العلوم والآداب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به دول أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب . ولم ينكر الأوروبيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير . ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة من النمو والتطور ، وأبعدها عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير ، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء فى إحياء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكية فى بيروت درّستا الطب بالعربية أول إنشائهما . ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أو حسن التعبير ، أو براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر ، وفرضت على أبناء الأمة فرضًا ، إذ رأى الأجنبى أن فى خنق اللغة مجالًا لعرقلة تقدم الأمة العربية . وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه ، فتفننوا فى أساليب القلق له اكتسابًا لمرضاته ، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر : « علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة » .

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر — فى أسرع وقت ممكن — إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الاطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظراً لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويُرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلًا للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكيناً للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة ، أو تكاد تتوقف ، بل تُحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات ، ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عُقَدًا وأمراضًا ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية ، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديًا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول ، واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآداب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشكك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا ... تنفذ عهدًا قطعناه على المُضِىّ قُدُمًا فيما أردناه من خدمة لغة الوحى ، وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم ﴿ **وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ ، وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ** ﴾ .

محمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمـة

أعد هذا الكتاب ليكون بإذن الله مرجعًا شاملًا لكل جوانب أساسيات الخضر ، ومتضمنًا كافة التقنيات الحديثة فى مجال إنتاجها فى كل من الزراعات المحمية (الصوبات) والمكشوفة . وقد روعى فيه أن يناسب احتياجات الإنسان العربى العادى ، ومنتجى الخضر المحمية والمكشوفة ، والطالب الجامعى الدارس لمادتى أساسيات الخضر والزراعة المحمية ، وطالب الدراسات العليا الدارس للتقنيات المتقدمة فى إنتاج الخضر . وبعنى ذلك بالضرورة أن الكتاب يتدرج من الأوليات ، مرورًا بالأساسيات العامة والخاصة ، وهى التى تشكل الجزء الأكبر منه ، ووصولًا إلى الجوانب المتقدمة التى قد يرغب البعض فى الإلمام بها .

ولقد قسم الكتاب إلى ثمانية أقسام رئيسية تضم أربعة وثلاثين فصلًا ، بالإضافة إلى قسم خاص بالملحقات .

يتضمن القسم الأول ستة فصول للتعريف بالخضر . وهى إلى جانب أهميتها للطالب المبتدىء فى دراسة الخضر ، فإنها تعد مادة تثقيفية للقارىء العادى ، خاصة فيما يتعلق بالعناصر الغذائية وأهميتها للجسم ، والأهمية الغذائية للخضراوات ، ومحتواها من المركبات الضارة بصحة الإنسان ، وكذلك طريقة زراعة الخضر فى الحدائق المنزلية ، وطرق حفظ الفائض منها .

ويشتمل القسم الثانى على أربعة فصول تتناول كافة العوامل البيئية وتأثيرها على نمو وتطور محاصيل الخضر ، وهى تشكل ركيزة أساسية لمادة أساسيات الخضر ، كما أن جزءًا كبيرًا من محتوياتها يعد ضروريا لدارسى مادة الزراعة المحمية .

ونجد القارىء كل ما يتعلق بطرق تكاثر وزراعة محاصيل الخضر فى القسم الثالث ، وكل ما يتعين عليه الإلمام به عن عمليات الرعاية والخدمة فى القسم الرابع ، وعن الآفات ومكافحتها فى القسم السابع ، وعن عمليات الحصاد والتداول والتخزين والتسويق فى القسم الثامن . وتعد هذه الأقسام بما تحتويه من معلومات علمية وعملية ضرورة لا غنى عنها لمنتجى الخضر ، كما أنها تشكل البنية الأولى الأساسية لمادة أساسيات الخضر .. فهى تشتمل على ستة عشر فصلًا تتناول كافة جوانب أساسيات الخضر فى الزراعات المكشوفة ، فضلًا عن أن الكثير من محتوياتها على جانب كبير من الأهمية بالنسبة لدارسى الزراعة المحمية أيضًا ، مثل الموضوعات المتعلقة بأوعية نمو النباتات وبيئات الزراعة (الفصل الثانى عشر) ، وطرق تعقيم التربة والبيئات والمواد المستخدمة فى الزراعة (الفصل الثالث عشر) ، وإنتاج شتلات الخضر (الفصل الرابع عشر) ، وأغطية التربة (الفصل الخامس عشر) ، وبعض طرق الرى (الفصل السابع عشر) ، وطرق وأساسيات التسميد (الفصل الثامن عشر) .. إلى جانب وسائل حماية النباتات فى الزراعات المكشوفة من الظروف الجوية غير المناسبة

(الفصل التاسع عشر) . وغنى عن البيان أن أساسيات الآفات ومكافحتها وعمليات الحصاد والتداول والتخزين والتسويق لا تختلف فى الزراعات المكشوفة عنها فى الزراعات المحمية إلّا فى أمور معينة ورد بيانها فى هذين القسمين ، وفى القسم الخامس .

ويعتبر القسم الخامس خاصًّا بالزراعة المحمية فقط . وهو يحتوى على أربعة فصول تتناول الموضوع من كل جوانبه . ويعد هذا القسم ضرورة حتمية لمنتجى الخضر المحمية ، كما أنه يشكل البنية الأساسية لمادة دراسية فى هذا المجال . ولسوف يجد القارىء أثناء دراسته لهذا القسم إشارة إلى كافة الفصول والأجزاء الأخرى من هذا الكتاب التى يتعين عليه مراجعتها ليصبح هذا الموضوع مكتملًا كمادة دراسية قائمة بذاتها .

ويتناول القسم السادس بعض الجوانب الفسيولوجية الخاصة بمحاصيل الخضر هى فسيولوجيا صفات الجودة ، وفسيولوجيا الإزهار ، والهرمونات النباتية ومنظمات النمو وسكون وحيوية البذور ، وهى موضوعات سيجد فيها القارىء إضافات علمية وعملية تفيده فى مجال دراسته .

هذا .. وقد زوّد كل فصل بعدد من المراجع التى توجه القارىء المتخصص ، وطالب الدراسات العليا والباحث نحو المصادر الرئيسية التى يمكن أن يجد فيها المزيد من التفاصيل التى قد يرغب فى الإطلاع عليها ، ويتعذر بيانها فى هذا الكتاب .

أرجو أن أكون بذلك قد وفقت إلى الإسهام بإضافة جديدة إلى المكتبة العربية يمكن أن تساعد فى دفع عجلة التقدم والتنمية الزراعية فى الوطن العربى . والله ولى التوفيق ،

دكتور أحمد عبد المنعم حسن

الشـــكر

﴿ الحمد لله الذى هدانا لهذا ، وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله ﴾

لا يسعنى وأنا أتقدم إلى القارىء العربى بباكورة إنتاجى من المؤلفات العلمية إلّا أن أتذكر بالعرفان والتقدير كل من كان له فضل علىّ ، بدءًا بوالدىّ الفاضلين - رحمهما الله - ومرورًا بأساتذتى الأجلاء وزملائى الكرام فى الجامعات التى درست أو عملت بها ، وهى جامعات : القاهرة والإسكندرية وعين شمس وبغداد والإمارات العربية المتحدة وكارولينا الشمالية وكورنل ، وكذلك معهد البحوث الزراعية بوزارة الزراعة فى جمهورية مصر العربية . وأخصُّ بالذكر أول من كان لهم فضل علىّ فى دراسة الخضر بجامعة الإسكندرية ، وهما الأستاذ الدكتور السيد محمد صقر ، والأستاذ الدكتور سعيد حمدى - رحمهما الله .

كما أتقدم بكل الامتنان والتقدير إلى زوجتى المهندسة الزراعية فوزية محمد عيسى التى أخذت على عاتقها مهمة كتابة النسخة الخطية من هذا الكتاب من مسوداته الأصلية ، وهيأت لى الجو العائلى المناسب للتأليف العلمى .

وأخيرًا .. فإنى أتقدم بالشكر والتقدير إلى الدار العربية للنشر والتوزيع ، ومديرها العام الأستاذ محمد دربالة ، وجميع العاملين بها على جهودهم المخلصة من أجل إخراج هذا الكتاب على أفضل وجه .

الإهـــداء

إلى زوجتى ..

وإلى أولادى .. سمر وعماد الدين وأحمد ويسرا

المحتـــويات

القسم الأول : تعريف بالخضر وأهميتها

الفصل الأول : تعريف بالخضر وأهميتها الاقتصادية ٢٣

١ – ١ : تعريف علم الخضر ٢٣
١ – ٢ : تاريخ علم الخضر ٢٤
١ – ٣ : أنواع مزارع الخضر ٢٥
١ – ٤ : الشروط التي يلزم توافرها لنجاح زراعة الخضروات ٢٧
١ – ٥ : إنتاج الخضر في مصر ٢٧
١ – ٦ : القوة العاملة اللازمة لإنتاج الخضر ٣٠
١ – ٧ : المراجع ٣٢

الفصل الثاني : الأهمية الغذائية للخضروات ٣٣

٢ – ١ : العناصر الغذائية وأهميتها لصحة الإنسان ٣٣
٢ – ٢ : الثبات النسبي للعناصر الغذائية في الظروف المختلفة ٤٥
٢ – ٣ : الاحتياجات الغذائية اليومية للفرد ٤٥
٢ – ٤ : القيمة الغذائية للخضراوات ٤٦
٢ – ٥ : كمية العناصر الغذائية المنتجة من وحدة المساحة من الخضر ٥٨
٢ – ٦ : المراجـــع ٦٠

الفصل الثالث : محتوى الخضروات من المركبات الضارة بصحة الإنسان ٦١

٣ – ١ : الأوكسالات ٦٢
٣ – ٢ : النشرات ٦٢
٣ – ٣ : النيوجليكوسايدات ٦٣
٣ – ٤ : الكيوكربيتز ٦٤
٣ – ٥ : القلويات الجليكوسيدية ٦٤
٣ – ٦ : السيانوجينات ٦٤
٣ – ٧ : المركبات المسببة للفافزم ٦٥
٣ – ٨ : المركبات الضارة الأخرى التي توجد في الخضر ٦٥
٣ – ٩ : المركبات الضارة التي تتكون في الأجزاء النباتية المصابة بالأمراض ٦٥
٣ – ١٠ : التلوث البكروي في محاصيل الخضر ٦٦
٣ – ١١ : المراجـــع ٦٧

الفصل الرابع : تقسيم الخضر ٦٩

٤ – ١ : تقسيم الخضر حسب الجزء النباتى المستعمل فى الغذاء ٦٩
٤ – ٢ : تقسيم الخضروات حسب طرق زراعتها والعمليات الزراعية التى تُجرى لها ٧١
٤ – ٣ : التقسيم الحرارى للخضر ٧٢
٤ – ٤ : التقسيم النباتى للخضروات ٧٦
٤ – ٥ : المراجع ٨٦

الفصل الخامس : دورة الخضر ٨٧

٥ – ١ : أهمية الدورة ٨٧
٥ – ٢ : تقسيم دورات الخضر ٩٠
٥ – ٣ : نماذج لدورات الخضر ٩٦
٥ – ٤ : التحميل ٩٩
٥ – ٥ : المراجع ١٠١

الفصل السادس : إنتاج الخضروات للاستهلاك المنزلى ١٠٣

٦ – ١ : حدائق الخضر المنزلية ١٠٣
٦ – ٢ : حفظ الخضروات ١٠٤
٦ – ٣ : المراجع ١٠٦

القسم الثانى : العوامل البيئية وتأثيرها على نباتات الخضر

الفصل السابع : العوامل الجوية وتأثيرها على نباتات الخضر ١٠٩

٧ – ١ : تقسيم الكرة الأرضية حسب الظروف المناخية ١٠٩
٧ – ٢ : العوامل المؤثرة على المناخ ١٠٩
٧ – ٣ : تأثير درجة الحرارة على محاصيل الخضر ١١٠
٧ – ٤ : تأثير الضوء والفترة الضوئية على نباتات الخضر ١١٩
٧ – ٥ : تأثير العوامل الجوية الأخرى ١٢٨
٧ – ٦ : المراجع ١٣٣

الفصل الثامن : العوامل الأرضية وتأثيرها على نباتات الخضر ١٣٥

٨ – ١ : أنواع الأراضى وخواصها ١٣٥
٨ – ٢ : مسامية التربة ١٣٨
٨ – ٣ : درجة الغدادية ١٣٩
٨ – ٤ : التحبب ١٤٣
٨ – ٥ : السعة التبادلية الكاتيونية ١٤٣
٨ – ٦ : الرقم الإيدروجينى pH أو تفاعل التربة ١٤٤
٨ – ٧ : ملوحة التربة ١٤٨
٨ – ٨ : مياه الرى ونوعيتها ١٥٣

٨ - ٩ : علاقة التربة والماء بالنبات ١٥٩
٨ - ١٠ : المراجع ١٦٧

الفصل التاسع : العناصر الغذائية وتأثيرها على نباتات الخضر ١٦٩

٩ - ١ : الكربون والأيدروجين والأكسجين ١٧٠
٩ - ٢ : النيتروجين ١٧١
٩ - ٣ : الفوسفور ١٧٦
٩ - ٤ : البوتاسيوم ١٧٩
٩ - ٥ : الكالسيوم ١٨١
٩ - ٦ : المغنيسيوم ١٨٢
٩ - ٧ : الكبريت ١٨٤
٩ - ٨ : الحديد ١٨٥
٩ - ٩ : النحاس ١٨٦
٩ - ١٠ : الزنك ١٨٧
٩ - ١١ : المنجنيز ١٨٨
٩ - ١٢ : البورون ١٩٠
٩ - ١٣ : الموليبدنم ١٩٢
٩ - ١٤ : العناصر الأخرى ١٩٥
٩ - ١٥ : المراجع ١٩٨

الفصل العاشر : المركبات التي تلوث الهواء الجوى وتأثيرها على نباتات الخضر ٢٠١

١٠ - ١ : تقسيم محاصيل الخضر حسب حساسيتها للمواد التي تلوث الهواء الجوى ٢٠٢
١٠ - ٢ : الأضرار التي تحدث لمحاصيل الخضر بفعل المركبات التي تلوث الهواء الجوى ٢٠٣
١٠ - ٣ : المراجع ٢٠٥

القسم الثالث : طرق تكاثر وزراعة الخضر

الفصل الحادى عشر : تقاوى الخضر وإعدادها للزراعة ٢٠٩

١١ - ١ : شروط تقاوى البذور الجيدة ٢٠٩
١١ - ٢ : حجم بذور التقاوى وأهميته ٢١٠
١١ - ٣ : المعاملات التي تجرى على البذور قبل الزراعة بغرض تحسين نسبة الإنبات ٢١١
١١ - ٤ : معاملات البذور لتخليصها من الآفات والوقاية منها ٢١٣
١١ - ٥ : معاملات أخرى تجرى على بذور البقوليات بكتيريا العقد الجذرية ٢١٥
١١ - ٦ : مزايا وعيوب التكاثر الخضرى ٢١٧
١١ - ٧ : طرق التكاثر الخضرى فى محاصيل الخضر ٢١٧
١١ - ٨ : معاملة الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بالحرارة لتخليصها من الفيروسات ٢١٩
١١ - ٩ : تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر ٢١٩
١١ - ١٠ : كمية التقاوى المستخدمة فى زراعات الخضر ٢٢٠
١١ - ١١ : المراجع ٢٢٥

الفصل الثانى عشر : أوعية نمو النباتات والبيئات المستخدمة فى الزراعة بها ٢٢٧

١٢ - ١ : مواصفات أوعية نمو النباتات ٢٢٧
١٢ - ٢ : الأوعية البلاستيكية التى يعاد استخدامها ٢٢٨
١٢ - ٣ : الأوعية البلاستيكية التى لا يعاد استخدامها ٢٢٩
١٢ - ٤ : بيئات الزراعة وأهميتها ٢٣٧
١٢ - ٥ : الخصائص الطبيعية والكيميائية الهامة لبيئات نمو الجذور ٢٣٧
١٢ - ٦ : المواد المستخدمة فى تحضير بيئات الزراعة ٢٣٩
١٢ - ٧ : أمثلة للمخاليط المستخدمة فى الزراعة وطرق تحضيرها ٢٤٥
١٢ - ٨ : الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط الزراعة ٢٥١
١٢ - ٩ : المراجـــع ٢٥٤

الفصل الثالث عشر : تعقيم التربة والبيئات والمواد المستخدمة فى الزراعة ٢٥٥

١٣ - ١ : تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى ٢٥٥
١٣ - ٢ : التعقيم بالبخار ٢٥٨
١٣ - ٣ : التعقيم بالمبيدات ٢٦٢
١٣ - ٤ : المراجـــع ٢٦٨

الفصل الرابع عشر : إنتاج شتلات الخضر ٢٦٩

١٤ - ١ : مزايا وعيوب استخدام الشتلات فى الزراعة ٢٦٩
١٤ - ٢ : تقسيم الخضر حسب مقدرتها على تحمل عملية الشتل ٢٧١
١٤ - ٣ : طبيعة المقدرة على تحمل عملية الشتل ٢٧١
١٤ - ٤ : مراقد البذور (المشاتل الحقلية) ٢٧٢
١٤ - ٥ : إنتاج شتلات الخضر فى أوعية خاصة بها ، وفى بيئات خاصة لنمو الجذور ٢٧٥
١٤ - ٦ : إنتاج شتلات الخضر على نطاق تجارى واسع ٢٨١
١٤ - ٧ : رعاية المشاتل ٢٨٣
١٤ - ٨ : درجات الحرارة المناسبة لإنتاج شتلات الخضر ٢٨٤
١٤ - ٩ : أقلمة أو تقسية الشتلات ٢٨٤
١٤ - ١٠ : مواصفات الشتلة الجيدة ٢٨٨
١٤ - ١١ : مواصفات الشتلات التى لا يجوز استعمالها ٢٨٩
١٤ - ١٢ : تقليم الشتلات ٢٩١
١٤ - ١٣ : المراجـــع ٢٩٢

الفصل الخامس عشر : زراعة الخضر فى الحقل الدائم ٢٩٣

١٥ - ١ : توفير الصرف المناسب لمزارع الخضر ٢٩٣
١٥ - ٢ : عمليات تجهيز حقل الخضر للزراعة ٢٩٤
١٥ - ٣ : الشـــتل ٢٩٩
١٥ - ٤ : زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم ٣٠٦

١٥ - ٥ : طرق التحكم فى كثافة الزراعة ٣٠٨
١٥ - ٦ : اختيار الموعد المناسب للزراعة ٣١٤
١٥ - ٧ : المراجـــع ٣١٨

القسم الرابع : عمليات الرعاية والخدمة

الفصل السادس عشر : العزيق وأغطية التربة ٣٢١

١٦ - ١ : العزيق (موعد وعدد مرات وطريقة إجراء العزيق) ٣٢١
١٦ - ٢ : فوائد العزيق ٣٢٢
١٦ - ٣ : الأغطية العضوية للتربة ٣٢٤
١٦ - ٤ : الأغطية الورقية للتربة ٣٢٦
١٦ - ٥ : الأغطية البلاستيكية للتربة ٣٢٦
١٦ - ٦ : المراجـــع ٣٣٦

الفصل السابع عشر : الـــرى ٣٣٧

١٧ - ١ : العوامل المؤثرة على حاجة النبات للرى والفترة بين الريات ٣٣٧
١٧ - ٢ : أهمية تنظيم عملية الرى ٣٤٢
١٧ - ٣ : طرق الرى ٣٤٥
١٧ - ٤ : المقننات المائية ٣٦٥
١٧ - ٥ : المراجـــع ٣٦٩

الفصل الثامن عشر : التـــسميد ٣٦٧

١٨ - ١ : طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر للتسميد ٣٦٨
١٨ - ٢ : الأسمـــدة العضوية ٣٧٩
١٨ - ٣ : الأسمـــدة الكيميائية ٣٨٩
١٨ - ٤ : اخلائط البادئة والأسمدة الورقية ٤٠٠
١٨ - ٥ : خصائص الأسمدة الكيميائية ٤٠٢
١٨ - ٦ : العوامل المؤثرة على كمية السماد التى تحتاجها محاصيل الخضر ٤٠٨
١٨ - ٧ : المعدلات العامة للتسميد فى محاصيل الخضر ٤١٢
١٨ - ٨ : طرق التسميد ٤١٥
١٨ - ٩ : العوامل المؤثرة على طريقة وموعد تسميد محاصيل الخضر ٤٢٥
١٨ - ١٠ : المراجـــع ٤٣٠

الفصل التاسع عشر : وسائل الحماية من الظروف الجوية غير المناسبة ٤٣٣

١٩ - ١ : اختيار الموقع المناسب والطريقة المناسبة للزراعة ٤٣٣
١٩ - ٢ : زراعة الأشجار حول مزارع الخضر ٤٣٤
١٩ - ٣ : إقامة مصدات الرياح ٤٣٥

١٩ – ٤ : الوقاية من الحرارة المنخفضة باستخدام الأغطية النباتية ٤٣٦
١٩ – ٥ : الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع ٤٣٩
١٩ – ٦ : استخدام الرغوة فى حماية نباتات الخضر من الصقيع ٤٣٩
١٩ – ٧ : استخدام وسائل التدفئة الصناعية للحماية من الصقيع فى الحقول المكشوفة ٤٤١
١٩ – ٨ : وسائل خدمة خاصة للحماية من الصقيع فى الحقول المكشوفة ٤٤١
١٩ – ٩ : إنتاج الشتلات فى المراقد المدفأة والمراقد الباردة لحمايتها من الصقيع ٤٤٢
١٩ – ١٠ : إنتاج الشتلات تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة لحمايتها من البرودة ٤٤٤
١٩ – ١١ : « التربيب » كوسيلة لحماية المشاتل من البرودة والحرارة ٤٤٥
١٩ – ١٢ : استعمال الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى حماية نباتات الخضر من البرودة ٤٤٦
١٩ – ١٣ : حماية نباتات الخضر من أشعة الشمس القوية بالتظليل ٤٥٤
١٩ – ١٤ : الحماية من الأمطار بالساتر البلاستيكى ٤٥٥
١٩ – ١٥ : المراجـــع ٤٦٠

القسم الخامس : الزراعـــة المحمية

الفصل العشرون : إنشاء البيوت المحمية (الصوبات) ٤٦٥

٢٠ – ١ : اقتصاديات الزراعة المحمية ٤٦٥
٢٠ – ٢ : أنواع البيوت المحمية ٤٧٢
٢٠ – ٣ : إنشاء وتصميم البيوت المحمية ٤٧٨
٢٠ – ٤ : غطاء البيوت المحمية ٤٩٥
٢٠ – ٥ : المراجـــع ٥٠١

الفصل الحادى والعشرون : طرق التحكم فى العوامل البيئية داخل البيوت المحمية ٥٠٣

٢١ – ١ : أساسيات التحكم فى درجة الحرارة فى البيوت المحمية ٥٠٤
٢١ – ٢ : طرق التدفئة ٥١٨
٢١ – ٣ : طرق التبريد ٥٢٢
٢١ – ٤ : التهوية ٥٣٦
٢١ – ٥ : التحكم فى الإضاءة ٥٥٠
٢١ – ٦ : التحكم فى نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيت ٥٥٢
٢١ – ٧ : برمجة الاحتياجات البيئية فى العقل الإليكترونى ٥٥٨
٢١ – ٨ : المراجـــع ٥٦٠

الفصل الثانى والعشرون : زراعة الخضر وخدمتها فى البيوت المحمية ٥٦١

٢٢ – ١ : عمليات إعداد الأرض للزراعة ٥٦١
٢٢ – ٢ : عمليات الخدمة الزراعية ٥٦٣
٢٢ – ٣ : إنتاج الطماطم ٥٧١
٢٢ – ٤ : إنتاج الخيـــار ٥٨٦
٢٢ – ٥ : إنتاج الفلفل الحلو ٥٩٦

٢٢ - ٦ : إنتاج الشـــمام ٥٩٩
٢٢ - ٧ : إنتاج الخضر الأخرى ٦٠٢
٢٢ - ٨ : المراجـــع ٦٠٤

الفصل الثالث والعشرون : الزراعة بدون تربة .. والمزارع المائية ٦٠٥

٢٣ - ١ : مزايا وعيوب المزارع المائية ٦٠٦
٢٣ - ٢ : المحاليل المغذية ٦٠٨
٢٣ - ٣ : أنواع المزارع المائية ٦٣٣
٢٣ - ٤ : المزارع الرملية ٦٣٥
٢٣ - ٥ : مزارع الحصى ٦٣٨
٢٣ - ٦ : مزارع بالات القش ٦٤٥
٢٣ - ٧ : مزارع الصوف الصخرى ٦٤٦
٢٣ - ٨ : مزارع مخاليط البيت والمواد الأخرى ٦٥١
٢٣ - ٩ : المزارع المائية التى لا تستخدم فيها بيئات صلبة لتثبيت الجذور ٦٥٨
٢٣ - ١٠ : المراجـــع ٦٧٣

القسم السادس : نمو وتطور محاصيل الخضر

الفصل الرابع والعشرون : فسيولوجيا صفات الجودة ٦٧٧

٢٤ - ١ : اللـون ٦٧٧
٢٤ - ٢ : النكهـة ٦٧٨
٢٤ - ٣ : القـوام ٦٨٢
٢٤ - ٤ : الأضرار والعيوب الفسيولوجية فى محاصيل الخضر ٦٨٤
٢٤ - ٥ : المراجـــع ٦٩٢

الفصل الخامس والعشرون : فسيولوجيا الإزهار ٦٩٣

٢٥ - ١ : الارتبـــاع ٦٩٣
٢٥ - ٢ : التأقت الضوئى ٦٩٧
٢٥ - ٣ : المراجـــع ٧٠٦

الفصل السادس والعشرون : الهرمونات النباتية ومنظمات النمو ٧٠٧

٢٦ - ١ : تعريف وتقسيم الهرمونات النباتية ومنظمات النمو ٧٠٧
٢٦ - ٢ : تأثير منظمات النمو على نمو وتطور محاصيل الخضر ٧١٧
٢٦ - ٣ : استعمالات منظمات النمو فى إنتاج محاصيل الخضر ٧٢٧
٢٦ - ٤ : مصادر أخرى للمعلومات عن منظمات النمو واستعمالاتها فى مجال الخضر ٧٣٠
٢٦ - ٥ : المراجـــع ٧٣١

الفصل السابع والعشرون : سكون وحيوية البذور ٧٣٣

٢٧ – ١ : سكون البذور ٧٣٣
٢٧ – ٢ : حيوية البذور ٧٤١
٢٧ – ٣ : مصادر إضافية في علم البذور ٧٥١
٢٧ – ٤ : المراجع ٧٥٣

القسم السابع : الآفات ومكافحتها

الفصل الثامن والعشرون : الحشائش (الأعشاب الضارة) ومكافحتها ٧٥٧

٢٨ – ١ : طرق مكافحة الحشائش ٧٥٩
٢٨ – ٢ : تقسيم مبيدات الحشائش ٧٦٢
٢٨ – ٣ : أمثلة لبعض مبيدات الحشائش وخصائصها ٧٦٣
٢٨ – ٤ : العوامل المؤثرة على فعالية مبيدات الحشائش ٧٧٠
٢٨ – ٥ : طرق مكافحة الحشائش بالمبيدات ٧٧٣
٢٨ – ٦ : وسائل مقاومة النباتات لفعل مبيدات الحشائش ٧٧٧
٢٨ – ٧ : توصيات مبيدات الحشائش ٧٧٨
٢٨ – ٨ : المراجع ٧٨٠

الفصل التاسع والعشرون : الأمراض والحشرات والآفات الأخرى ٧٨١

٢٩ – ١ : الأمراض ٧٨١
٢٩ – ٢ : الحشرات ٨٠٤
٢٩ – ٣ : الآفات الأخرى ٨١١
٢٩ – ٤ : المراجع ٨١٣

الفصل الثلاثون : أساسيات مكافحة الآفات ٨١٧

٣٠ – ١ : الاستبعاد ٨١٧
٣٠ – ٢ : الاستئصال ٨١٩
٣٠ – ٣ : الحماية ٨٢٣
٣٠ – ٤ : المقاومة الوراثية للآفات ٨٢٩
٣٠ – ٥ : وسائل مكافحة الأنواع المختلفة من الآفات ٨٢٩
٣٠ – ٦ : المراجع ٨٣٤

القسم الثامن : الحصاد والتداول والتخزين والتسويق

الفصل الحادي والثلاثون : الحصاد ٨٣٩

٣١ – ١ : المدة من الزراعة إلى الحصاد ٨٣٩
٣١ – ٢ : مراحل نضج الثمار ٨٤١
٣١ – ٣ : العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد ٨٤٣

٣١ – ٤ : الأمور التى يجب مراعاتها عند الحصاد ٨٤٤
٣١ – ٥ : طرق الحصاد ٨٤٦
٣١ – ٦ : المراجـــع ٨٥٠

الفصل الثانى والثلاثون : عمليات التداول والإعداد والتسويق ٨٥١

٣٢ – ١ : تجميع المحصول ونقله إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ ٨٥١
٣٢ – ٢ : التخريج ٨٥٢
٣٢ – ٣ : التنظيف الجاف ٨٥٢
٣٢ – ٤ : الغسيل والتطهير ٨٥٢
٣٢ – ٥ : إزالة الأجزاء الزائدة ٨٥٢
٣٢ – ٦ : الربط فى حزم ٨٥٣
٣٢ – ٧ : الفرز ٨٥٣
٣٢ – ٨ : التدريج ٨٥٤
٣٢ – ٩ : التسميط أو العلاج أو المعاملة ٨٥٥
٣٢ – ١٠ : التشميع ٨٥٧
٣٢ – ١١ : التعبئة والتغليف ٨٥٧
٣٢ – ١٢ : الإنضاج الصناعى ٨٦٤
٣٢ – ١٣ : التبريد المبدئى ٨٦٦
٣٢ – ١٤ : المراجـــع ٨٦٧

الفصل الثالث والثلاثون : فسيولوجيا ما بعد الحصاد ٨٦٩

٣٣ – ١ : التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد ٨٦٩
٣٣ – ٢ : تنفس منتجات الخضر بعد الحصاد ٨٧٩
٣٣ – ٣ : وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين ٨٨٣
٣٣ – ٤ : المراجـــع ٨٩٣

الفصل الرابع والثلاثون : تخزين وتسويق وتصدير الخضر ٨٩٥

٣٤ – ١ : التخزين ٨٩٥
٣٤ – ٢ : تسويق وتصدير الخضر ٩٠٥
٣٤ – ٣ : مصادر إضافية عن التداول والتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد ٩٠٩
٣٤ – ٤ : المراجـــع ٩١١

الملحقـات

م ١ – التحضيرات التجارية لمنظمات النمو المستخدمة فى المجال الزراعى ٩١٥
م٢ – عدد بذور الخضر فى الجرام ٩١٩
م٣ – أسماء الخضر باللغة العربية (الفصحى والدارجة) وبعض اللغات الأجنبية الأخرى ٩٢٠

القسم الأول
تعريف بالخضر وأهميتها

الفصل الاول

تعريف بالخضر وأهميتها الإقتصادية

١ - ١ : تعريف علم الخضر

علم الخضر هو أحد فروع علم البساتين Horticulture الذى يتضمن الفروع التالية :

١ - علم الخضر Olericulture أو Truck Crops

٢ - علم الفاكهة Pomology أو Fruit Crops

٣ - علم الأزهار ونباتات الزينة Floriculture & Ornamental Horticulture

٤ - علم تنسيق الحدائق Landscape Gardening

٥ - علوم النباتات الطبية والعطرية والمشروبات والتوابل

٦ - ويضاف أحيانًا علم الغابات Forestry كأحد فروع علم البساتين .

هذا وتعرف الخضروات بأنها نباتات عشبية بعضها حولى ، وبعضها ذو حولين أو معمر ، ولكن تزرع سنويًا ، وقليل منها ما يعد معمرًا كالفليون والروبارب . وجميع الخضروات تحتاج إلى عناية خاصة أثناء زراعتها وإنتاجها وتداولها وعرضها .

وتتميز الخضروات عن محاصيل الحقل المستخدمة فى غذاء الإنسان فى أن الخضروات لا تحتاج إلى عمليات تصنيعية خاصة لإعدادها للاستهلاك كما هو الحال فى محاصيل الحقل . كما تتميز الخضروات عن الفاكهة فى أن الفاكهة نباتات معمرة ، وتؤكل ثمارها ، ولا ينطبق ذلك على أى من الخضروات ، باستثناء الشليك الذى يزرع كمحصول معمر لعدة سنوات فى بعض الدول ، حيث يعد فيها من محاصيل الفاكهة ، بينما تجدد زراعته سنويًا فى دول أخرى منها مصر ، حيث يعد فيها من محاصيل الخضر .

وتعتبر الفاصوليا الجافة والبسلة الجافة والبطاطس من محاصيل الخضر فى مصر ، بينما تعتبر من محاصيل الحقل فى دول أخرى . وتعتبر العامة البطيخ والشمام والشليك من محاصيل الفاكهة ، بينما هى من محاصيل الخضر ، حسب التعريف السابق للخضروات .

وأنواع الخضر كثيرة ، وقد ذكر منها Baily (١٩٥٠) نحو ٢٤٧ نوعًا ، لكن لا يزرع منها على نطاق واسع سوى نحو ٣٠ – ٤٠ نوعًا .

١ – ٢ : تاريخ زراعة الخضر

بدأ قدماء المصريين الزراعة منذ نحو ٧٠٠٠ – ٨٠٠٠ سنة ، وصاحب ذلك نظام رى يعتمد على هندسة المياه ، واهتموا بزراعة العديد من النباتات البستانية من الخضر والفاكهة ونباتات الزينة والنباتات الطبية . وقد عرفوا عدة أنواع من الخضر وجدت نقوشها على آثارهم ، منها : الخلبون ، والبصل ، والبسلة ، والبطيخ ، والخس ، والخيار ، والفجل ، والفول الرومى ، والسلق ، والكرفس ، والكرنب ، والقثاء ، والخرشوف ، والثوم ، والكرات ، والهندباء ، والشيكوريا .

وقد أدخلت زراعة الباميه والبقدونس فى عصر البطالسة ، وبدأت زراعة القلقاس فى العصر الرومانى . وفى أثناء العصر الأيوبى (١١٧١ م) زار مصر العالم عبد اللطيف البغدادى ، وكتب عن النباتات فى مصر فى مرجع الإفادة والاعتبار ، وفيه ذكر معلومات قيمة عن القلقاس ، وأنواع البطيخ ، والقثاء ، والقرع ، وعبد اللاوى – أى العجور – الذى ينسب إلى عبد الله بن طاهر والى مصر عن المأمون . وفى العصر المملوكى (١٢٥٠ م) أشار المؤرخ المقريزى إلى زراعة القلقاس مع القصب ، وإلى زراعة الباذنجان ، والخس ، والفجل ، والكرنب ، واللفت . وفى نفس العصر ذكر أبو العباس القلقشندى فى كتابه « صبح الأعشى » أن من مزروعات مصر : البسلة ، والبطيخ ، والقثاء على اختلاف أنواعها ، والملوخية ، والقلقاس ، واللفت ، والباذنجان ، والدباء (القرع) ، والخلبون ، والقنبيط ، والثوم ، والبصل ، والكرات ، والفجل . وقد أدخلت زراعة الطماطم والبطاطا إلى مصر فى العصر العثمانى فى القرن السادس عشر . أما الخيارى ، والجزر ، واللوبيا ، فقد زرعت خلال العصر العربى (٦٥٠ – ١٥١٧ م) (عثمان ١٩٣٥ ، إستينو وآخرون ١٩٦٣ ، جانيك ١٩٨٥) .

أما عن تاريخ زراعة الخضر فى العالم ، فيمكن لمن يرغب المعرفة الرجوع إلى :

١ – Hedrick (١٩١٩) و Simmonds (١٩٧٦) بخصوص تفاصيل نشأة ، وموطن ، وتاريخ زراعة محاصيل الخضر المختلفة .

٢ – Magness (١٩٧٠) الذى استعرض تاريخ علم البساتين وعلماء البساتين عند بداية تنظيم الجمعية الأمريكية لعلوم البساتين .

٣ – Thompson (١٩٦٢) – وهو أحد الرواد الأوائل فى علم الخضر – الذى أرّخ النشاط البحثى فى مجال الخضر فى جامعة كورنل Cornell التى تعد من أوائل جامعات العالم التى اهتمت ببحوث الخضر ، وأنشأت قسمًا خاصًا بها .

١ - ٣ : أنواع مزارع الخضر

تزرع محاصيل الخضر بطرق مختلفة ، ولأغراض شتى . وتقسم أنواع مزارع الخضر إلى الأقسام التالية :

١ - ٣ - ١ : الحدائق المنزلية

إن الهدف من إنتاج الخضر بالحدائق المنزلية هو سد حاجة أفراد الأسرة من الخضروات ، وغالبًا ما يكون ذلك بمثابة هواية يقوم بها أفراد الأسرة ، أكثر منها هدفًا اقتصاديًا . وفيما مضى كان يطلق على زراعة الخضر اسم بستنة الخضر Vegetable Gardening ، لأن معظم زراعات الخضر كانت مركزة فى الحدائق المنزلية .

يجب اختيار موقع الحديقة ، بحيث يكون من السهل خدمتها وريها وحمايتها من المؤثرات الجوية ، كما تزرع بها أنواع الخضروات التى تفضلها الأسرة . وتتوقف مساحتها على عدد أفراد الأسرة ، وعلى المساحة المتاحة إلى جوار المنزل . وللمزيد من التفاصيل عن حدائق الخضر المنزلية يراجع الفصل السادس .

١ - ٣ - ٢ : زراعة الخضر لأجل التسويق المحلى

يتركز إنتاج الخضر لأجل التسويق المحلى Local Market Gardening حول المدن لتسويق المنتجات فى أسواق المدن القريبة . ولا زالت هذه المزارع هى السائدة فى مصر ، برغم أنها ليست أفضل المزارع من الوجهة الاقتصادية ، لكن سهولة تسويق المنتجات - لقرب المزارع من المدن - هو الذى يشجع على استمرارها . وقد أدى تحسين وسائل المواصلات إلى امتداد مزارع التسويق المحلى بعيدًا عن المدن ، الأمر الذى جعل الفرق يبدو ضئيلًا بين زراعة الخضر لأجل التسويق المحلى ، ومزارع الخضر المتخصصة . هذا ويزرع بمثل هذه المزارع كل ما تسمح به الظروف البيئية للمنطقة ، ويمكن تسويقه فى المدن القريبة .

١ - ٣ - ٣ : مزارع الخضر الكبيرة المتخصصة

ينتج بمزارع الخضر الكبيرة المتخصصة محصول واحد ، أو عدد محدود من المحاصيل على نطاق واسع فى مناطق تكون فيها الظروف البيئية مناسبة لزراعة هذه المحاصيل . ويشترط لنجاح هذه المزارع توفر سبل المواصلات والتسويق . وتدخل زراعة الخضر على نطاق واسع للتصدير ضمن هذا النوع من الإنتاج . ومع ازدياد انتشار هذا النوع من المزارع أطلق على الخضروات اسم Truck Crops ، أى المحاصيل التى تنقلها الشاحنات . ولا يخفى أن الشاحنات كانت وما زالت ضرورية لنقل منتجات الخضر إلى أماكن تسويقها قبل أن يصيبها التلف ، لكن لم تعد هذه التسمية شائعة الآن لتنوع وسائل نقل الخضروات من ناحية ، ولأن مثل هذا النوع من المزارع - الذى يطلق عليه اسم Truck Growing - لم يعد بنفس الأهمية التى كان عليها قبل ظهور أنواع أخرى من المزارع لا تقل عنه أهمية .

١ - ٣ - ٤ : مزارع إنتاج الخضر لأجل التصنيع

يكون إنتاج الخضر لأجل التصنيع Production of Vegetables for Processing غالبًا فى مزارع متخصصة تعنى بالكمية قبل النوعية وبالإنتاج الوفير فى أفضل الأوقات المناسبة للمحصول ، بغض النظر عن موعد الإنتاج ، وذلك لخفض نفقات الإنتاج إلى أدنى حد ممكن . وقد يُسَوَّق جزء من المحصول ، ويُصَنَّع جزء آخر حسب حاجة السوق . وتفضل الأراضى الثقيلة لمثل هذا النوع من المزارع ، لأن التبكير فى النضج ليس شرطًا لنجاحها ، وإنما المهم هو زيادة كمية المحصول لتقليل النفقات ؛ والأراضى الثقيلة تفى بهذه الشروط .

ومن العوامل التى تساعد على خفض نفقات الإنتاج فى مثل هذا النوع من المزارع ما يلى :

١ - عدم الاعتماد على الأيدى العاملة كثيرًا ، لأن المحافظة على نوعية المحصول عند الحصاد والتعبئة ليست بذات أهمية كبيرة ، فيتم الحصاد آليًا أو بعدد قليل نسبيًا من العمال .

٢ - الزراعة فى أراضى قليلة القيمة ، تكون بعيدة عن المناطق المزدحمة بالسكان .

٣ - عدم الاستغناء عن جزء كبير من المحصول الأقل جودة ، كما فى حالة الإنتاج لأجل التسويق الطازج .

٤ - السماح لبعض الخضر بالنمو حتى تصل إلى أحجام لا تكون مقبولة فى حالة التسويق الطازج ، مما يعود بزيادة كبيرة فى المحصول ، كما فى الجزر والبنجر .

٥ - عدم الحاجة إلى أوعية خاصة للتعبئة تزيد من تكاليف الإنتاج ، بل تستعمل أوعية رخيصة ، بحيث يعاد استخدامها مرة بعد أخرى (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

١ - ٣ - ٥ : إنتاج الخضر المحمية

يعنى إنتاج الخضر المحمية Protected Vegetable Production زراعتها تحت ظروف متحكم فيها ، وإنتاجها فى غير موسمها Vegetable Forcing ويستعمل لذلك الصوبات بأنواعها المختلفة (الفصول ٢٠ ، ٢١ ، ٢٢ ، ٢٣) ، كما تتبع الطرق المختلفة لحماية الخضر من الظروف الجوية غير المناسبة فى الحقول (الفصل التاسع عشر) . ونظرًا لأن تكاليف إنتاج الخضر بهذه الطريقة تكون مرتفعة ، لذا فإنه يجب أن يكون الإنتاج فى وقت يقل فيه العرض ، وأن يكون المنتج من نوعية جيدة ليكون السعر مرتفعًا ، حتى يغطى تكاليف الإنتاج .

١ - ٣ - ٦ : إنتاج بذور الخضر

تنتج بذور الخضر فى مزارع متخصصة تقوم شركات البذور بإدارتها ويشرف عليها مختصون على درجة عالية من الدراية والخبرة بمشاكل إنتاج البذور .

١ - ٤ : الشروط التى يلزم توافرها لنجاح زراعة الخضروات

من أهم الشروط التى يلزم توافرها لنجاح زراعة الخضروات :

١ - توفر الظروف الجوية المناسبة من درجة حرارة وضوء ورطوبة جوية ، فلا يخفى ما لدرجة الحرارة من أهمية بالغة على نمو وتطور نباتات الخضر ، وعلى كمية المحصول ونوعيته . وليست الفترة الضوئية أو شدة الإضاءة بأقل أهمية ، فالفترة الضوئية لها تأثير بالغ على إزهار بعض الخضروات ، وتكون بعض الأجزاء النباتية التى نزرع من أجلها المحصول ، كما فى حالة تكون أبصال البصل . ولشدة الإضاءة تأثيرها على كمية المحصول ونوعيته . أما الرطوبة الجوية ، فلها تأثيرها الكبير على الإصابة بالأمراض ، والتلقيح ، والعقد ، وكمية المحصول وجودته ، فمثلاً يجود القاوون فى المناطق التى تقل فيها الرطوبة الجوية ، حيث تقل فيها الإصابة بالأمراض التى تصيب النموات الخضرية . ولا يخفى ما للأمطار من دور فى توفير الرطوبة الأرضية اللازمة للمحصول ، وما لها من دور فى اختيار المناطق الصالحة لإنتاج بذور الخضر ، حيث تفضل المناطق القليلة أو المعدومة الأمطار وقت تكوين البذور ونضجها .

٢ - توفر الرطوبة الأرضية المناسبة سواء من ماء الرى ، أم من الأمطار . فالخضروات من النباتات التى لا تتحمل العطش لفترة طويلة ، ولنقص الرطوبة الأرضية تأثير سيء على كمية المحصول وجودته .

٣ - توفر التربة المناسبة والصالحة لنمو الخضروات نموًا جيدًا .

٤ - توفر الأسواق القريبة لتسويق المحصول .

٥ - توفر وسائل النقل والطرق المعبدة اللازمة لنقل المحصول بالسرعة اللازمة إلى الأسواق .

٦ - توفر الأيدى العاملة والخبرة ورأس المال .

١ - ٥ : إنتاج الخضر فى مصر

ازدادت المساحة المحصولية للخضر فى مصر زيادة كبيرة خلال القرن الحالى ، فقد كانت نحو ٢٠٠ ألف فدان عام ١٩٢٩ ، وازدادت إلى حوالى ٣٠٠ ألف فدان عام ١٩٥٩ ، ثم إلى حوالى مليون فدان عام ١٩٨٢ . هذا .. ويبين جدول (١ - ١) المساحة المزروعة من كل محصول من الخضر فى مصر عام ١٩٨٦ ، ومتوسط محصول الفدان ، وإجمالى الإنتاج (الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٧) .

هذا .. وقد ازدادت فى نفس الوقت مساحة الخضر بالنسبة لمجموع المساحة المحصولية من حوالى ٢,٢٪ عام ١٩٢٩ إلى ٥,٢٪ عام ١٩٥٩ ، ثم إلى ١٢,٣ عام ١٩٨٠ . وبلغ متوسط الاستهلاك السنوى للفرد من الخضر فى مصر خلال الفترة من ١٩٧٦ إلى ١٩٨٠ نحو ١٧٣ كيلو جرام من الخضر الطازجة والجافة .

جدول (١ - ١) : المساحة المزروعة من محاصيل الخضر المختلفة فى مصر عام ١٩٨٦ ، ومتوسط محصول الفدان ، وإجمالى الانتاج .

محصول الخضر	المساحة المزروعة (فدان)	متوسط محصول الفدان (طن)	إجمالى الانتاج (طن)
طماطم	٣٩٤٣٢٠	١١,٣٠	٤٤٥٥٩٣٩
بطاطس	١٧٠٩٦٩	٨,٣٧	١٤٣٠٧٦٥
بصل جاف منفرد	٤١١٤٣	٨,٢١	٣٣٧٩٦٦
بصل جاف محمل	١٠٥٨٩٠	٤,٦١	٤٨٤٩٣
كوسة	٦٢٥٦٧	٨,٠٤	٥٠٣١٣٥
فاصوليا خضراء	٣٤٠٩٨	٤,٣٨	١٤٩٤٧٧
فاصوليا جافة	١٩٠٣٥	٠,٩٤	١٧٩٢١
لوبيا خضراء	٤٩٧٤	٤,٣٨	٢١٧٨٧
لوبيا جافة	٨٥١٤.	٠,٨٦	٧٣٤٤
بسلة خضراء	١٧٩٦٧	٤,٥٠	٨٠٨٧٤
بسلة جافة	٦٦٢٢	٠,٨٣	٥٥٠٩
كرنب	٣٨٠١٧	١٠,٨٩	٤١٣٨٩٤
قنبيط	٩٥٣٨	١٠,٥٠	٩٥٩٠٤
باذنجان	٤٥٣٦٣	٩,٤١	٤٢٦٧٩١
فلفل	٣٣١١٤	٧,١٤	٢٣٦٥٢٤
بامية	١٠٩٨١	٦,١٦	٦٧٦٧٥
ملوخية	١٤٨٤٧	٧,٤٨	١١١٠٤٦
سبانخ	٥٧١٩	٧,٤٩	٤٢٨٢٢
خبازى	٤٨٤	١٤,٥٥	٧٠٤٤
خرشوف	٥٢٣٨	٨,٩٦	٤٦٩٣١
قلقاس	٨٣٨٠	١٢,٤٣	١٠٤١٥٢
فجل	٣٧٥٨	٥,١٩	١٩٤٨٩
لفت	٧٣٨٨	٩,٦٣	٧١١٢٩
خس	١٣٦٥٩	٨,٦٦	١١٨٢٥٦
ثوم منفرد	٨٦٤٨	٦,٩٩	٦٠٤٥٥
ثوم محمل	٤١٩١	٥,٣٢	٢٢٢٩٢
جزر	١١٦٢٦	١٠,٦٢	١٢٣٤٥٦
بقدونس	٣٧٢٢	١١,٨٩	٤٤٢٤٥
جرجير	٥٦٣٧	١٠,١٠	٥٦٩٥٠
كرات مصرى	٢٨١٥	١١,٢٦	٣١٧٠٠
بطاطا	١٠٥٤١	١٠,٥٠	١١٠٦٤
فول رومى	٣٤٣	٣,٥٣	١٢١٠
شليك	٤٣١١	٦,٥٢	٢٨١٢٦
بصل أخضر (منفرد ومحمل)	١٠٩١٢	٥,٠٧	٥٥٣٦٦
أصناف خضر أخرى	٢١٤٧	١١,٧٨	٢٥٢٩٩
بطيخ	١٥٥٠٥١	٨,٤٧	١٣١٣٦٥٧

جدول (١ - ١) : يتبع

محصول الخضر	المساحة المزروعة (فدان)	متوسط محصول الفدان (طن)	إجمالى الانتاج (طن)
شمام وقاوون	٤٨١٥٦	٨,١٧	٣٩٣٦٢٨
خيار	٤٤٥٩٢	٧,٥٨	٣٣٨١٧٠
أصناف مقات أخرى	٣٥٥	٤,٦٨	١٦٦١
إجمالى الجمهورية	١٤٢٠٣٦٣	—	١١٩٢٢٥٣١

ولا يصدر سوى نسبة يسيرة من الخضروات المنتجة محليًا . ففى خلال الفترة من ١٩٧٦ إلى ١٩٨٠ كان متوسط الإنتاج من جميع الخضروات ٧٨٣٢ مليون طن ، خصص منها ٠,٢٤٢ مليون طن للتفاوى ، و ٠,٢٢٤ مليون طن للتصدير ، و ٦,٨٩٤ مليون طن للاستهلاك المحلى .. أى أن جملة الكميات المصدرة من الخضروات كانت ٣,١٪ من جملة الناتج الكلى . وقد احتلت صادرات الثوم ، والبصل ، والبطاطس ، والطماطم مركز الصدارة بين جميع الخضر المصدرة ، ومثلت نحو ٩٤,٦٪ منها (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٣) .

١ - ٥ - ١ : مناطق تركيز زراعة بعض محاصيل الخضر

برغم أن معظم الخضروات تنتشر زراعتها فى معظم أنحاء الجمهورية ، إلّا أن البعض منها تتركز زراعته فى مناطق خاصة ، وكأمثلة على ذلك .. تتركز زراعة :

١ - الخرشوف فى محافظة البحيرة ، خاصة مركز كفر الدوار .

٢ - الطماطم فى محافظات : الجيزة ، والبحيرة ، والفيوم ، والإسماعيلية .

٣ - البطاطس فى محافظات : البحيرة ، والغربية ، والمنوفية ، خاصة مركزى كفر الزيات وكوم حمادة .

٤ - البطيخ فى محافظات : البحيرة ، والشرقية ، والجيزة ، خاصة فى منطقة الصالحية .

٥ - الثوم فى محافظات الدقهلية ، والمنيا ، خاصة منطقة نقيطة .

٦ - البصل فى محافظات : المنيا ، وأسيوط وسوهاج ، خاصة جزيرة شندويل ، وحاليًا أيضًا فى محافظات : الغربية ، والقليوبية ، والفيوم .

٧ - الشليك بمنطقة الدير بمحافظة القليوبية ، وحاليًا أيضًا بمحافظة الإسماعيلية .

٨ - القلقاس بمحافظة المنوفية ، خاصة شنوان (مرسى وآخرون ١٩٥٩)

١ - ٦ : القوة العاملة اللازمة لإنتاج الخضر

لم يتوفر لدى المؤلف إحصائيات عن القوة العاملة اللازمة لإنتاج وحصاد الخضر فى مصر ، لكن لوحظ فى بلد متقدم زراعيًا ، مثل الولايات المتحدة انخفاض فى المعدل العام لعدد ساعات العمل اللازمة لزراعة ورعاية وحصاد إيكر واحد من الخضروات (الإيكر = ٤٠٤٦,٨٤٨ مترًا مربعًا = ٠,٩٦٣ من الفدان المصرى) بصفة عامة من ١١٩ ساعة عمل man hour (٥٣ قبل الحصاد ، ٦٦ للحصاد) عام ١٩٣٩ إلى ٩٠ ساعة عمل (٣١ قبل الحصاد ، ٥٩ للحصاد) عام ١٩٥٩ . وخلال هذه الفترة كان الانخفاض فى عدد ساعات العمل موزعًا كالآتى :

الخضر	من (قبل الحصاد - الحصاد)	إلى (قبل الحصاد - الحصاد)
للاستهلاك الطازج	١٤٧ (٦٦ - ٨١)	١١٢ (٤٣ - ٦٩)
للتصنيع	٧٣ (٣١ - ٤٢)	٦٣ (١٦ - ٤٧)

ويبين جدول (١ - ٢) مقارنة القوة العاملة اللازمة لإنتاج الخضر فى الولايات المتحدة ما بين عامى ١٩٣٩ ، ١٩٧٥ . ويتضح من الجدول أن أكبر قدر من التوفير فى القوة العاملة اللازمة كان فى السباغ ، والجزر ، والبصل ، والبنجر ، والثوم ، والفاصوليا ، والبطاطس ، والذرة الحلوة ، والبطاطا .

جدول (١ - ٢) : مقارنة القوة العاملة اللازمة لإنتاج الخضر فى الولايات المتحدة عامى ١٩٥٩ و١٩٧٥

المحصول	عدد ساعات العمل اللازمة لإنتاج وحصاد أيكر واحد عام	
	١٩٥٩	١٩٧٥
الفاصوليا الخضراء	١٣٣	١٥
الكرنب	١٠٤	٦٣
الجزر	١٠٥	٧٧
الذرة السكرية	٤٨	١٥
الخيار	١١٤	٧٣
الخس	١١٥	٧٨
البصل	١٣٩	٨٦
البسلة (للتصنيع)	١١	٩
البطاطس	٥٠	٢٦
البطاطا	٩٦	٥٥
الطماطم	١٨٦	٨٦

وقد أرجع السبب فى انخفاض العمالة اللازمة لإنتاج محاصيل الخضر إلى العوامل التالية :

١ – الزراعة المنتظمة على المسافات المرغوبة precision planting ، مما أدى إلى الاستغناء عن عملية الخف المكلفة .

٢ – استخدام مبيدات الحشائش ، مما أدى إلى الاستغناء عن معظم عمليات العزيق .

٣ – حصاد بعض الخضروات آليًا (Ware & MaCollum ١٩٧٥)

ويبين ذلك الأهمية الفائقة لتطبيق التكنولوجيا الحديثة فى إنتاج الخضروات لزيادة الكفاءة الإنتاجية ، وخفض تكاليف الإنتاج ، الأمر الذى تنعكس آثاره على كل من المنتج والمستهلك .

١ - ٧ : المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة - ٤٢٢ صفحة .

الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعي - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٧) . (التقديرات الأولية لإنتاج الخضر فى مصر عام ١٩٨٦ - غير منشورة) . القاهرة .

استينو ، كال رمزى ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبد المقصود محمد ، ووريد عبد الله وريد ، وأحمد عبد المجيد رضوان ، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) . إنتاج الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ١٣١٠ صفحة .

جانيك ، جوليوس (١٩٨٥) - علم البساتين . ترجمة جميل فهيم سوريال وآخرين - الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٦٥٩ صفحة .

عثمان ، إبراهيم (١٩٣٥) . تاريخ فلاحة البساتين بمصر . مطبعة دار الكتب المصرية - القاهرة - ٤٦ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع ، وعاصم بسيونى جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر . الجزء الأول : أساسيات إنتاج نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٥٠٠ صفحة .

Bailey, L.H. 1950. The standard cyclopedia of horticulture. The MacMillan Co., N.Y. 3 Vol.

Hedrick, U.P. (Ed.) 1919. Sturtevant's notes on edible plants. J.B. Lyon Co., Albany, N.Y. 686 p.

Magness, J.R. 1970. Horticulture and horticulturists when ASHS was organized. HortScience 5: 378-382.

Simmonds, N.W. (Ed.). 1976. Evolution of crop plants. Longman, London. 339.

Thompson, H.C. 1962. History of teaching, research and extension in vegetable crops at Cornell University 1868-1960. Dept. of Veg. Crops, Cornell Univ., Ithaca, N.Y. 15 p.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable Crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611 p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1975. Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Ill. 599 p.

الفصل الثانى

الأهمية الغذائية للخضروات

تعتبر الخضروات من أهم الأغذية التى تمد الجسم بحاجته من العناصر الغذائية المختلفة . وقبل أن نتطرق إلى محتوى الخضر من هذه العناصر ، فإنه من المناسب أولًا التعرف على العناصر الغذائية المختلفة ، وأهميتها لصحة الإنسان .

٢ - ١ : العناصر الغذائية وأهميتها لصحة الإنسان

نستعرض فيما يلى شرحًا موجزًا للعناصر الغذائية المختلفة وأهميتها لصحة الإنسان :

٢ - ١ - ١ : الدهـــون

تعتبر الدهون أغنى الأغذية بالسُعرات الحرارية التى تمد الإنسان بالطاقة اللازمة لحركته ونشاطه . وتعد بعض الدهون مصدرًا هامًا لفيتامينات أ (A) ، د (D) ، إى (E) ، ك (K) . كما تساعد الدهون فى التخلص من فضلات الطعام . هذا .. وتعتبر الخضروات - بصورة عامة - فقيرة فى محتواها من الدهون .

٢ - ١ - ٢ : المواد الكربوهيدراتية

تعتبر المواد الكربوهيدراتية أحد المصادر الرئيسية التى تمد الإنسان بالسعرات الحرارية . وتوجد المواد الكربوهيدراتية فى صور مختلفة ، مثل : الجلوكوز ، والسكروز ، والفركتوز ، والنشا ، وغيرهم . وأبسطها السكريات الأحادية ، مثل الجلوكوز الذى يمتص مباشرة فى الدم ، ويخزن الجزء الزائد منه على صورة جليكوجين فى الكبد ، أو على صورة دهون فى الأنسجة الأخرى . ومن الخضر الغنية بالمواد الكربوهيدراتية بذور البقوليات الجافة ، وجذور البطاطا ، ودرنات البطاطس ، وكورمات القلقاس .

٢ - ١ - ٣ : البروتيـــات

البروتينات مركبات عضوية معقدة تتكون من اتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية ، وهى التى تتحلل إليها البروتينات أثناء عملية الهضم ، وتمتص فى الدم على هذه الصورة ، وهى - أى الأحماض

الأمينية – ضرورية لبناء أنسجة الجسم المختلفة . وتستعمل البروتينات الزائدة عن حاجة الجسم فى توليد الطاقة ، ولكن تتولد عنها طاقة أقل بكثير ، مما يتولد عن هضم الدهون أو المواد الكربوهيدراتية وتدخل الأحماض الأمينية الآتية فى تركيب البروتين :

ألانين alanine ، جليسين glycine ، ليوسين leucine ، فالين valine ، فينيل ألانين phenylalanine ، أيزوليوسين isoleucine ، تريبتوفان tryptophan ، تيروزين tyrosine ، ثريونين threonine ، سيرين serine ، حامض الجلوماتك glutamic acid حامض الأسبارتك aspartic acid جلوتامين glutamine ، أسباراجين asparagine ، أرجينين arginine ، ليسين lysine ، ميثونين methionine ، هستيدين histidine ، سستين cysteine ، سستاين cystine ، هيدروكسى بروالين hydroxyproline ، بروالين proline .

ويوجد بالأنسجة النباتية العديد من الأحماض الأمينية الأخرى ، ولكنها لا تدخل فى تركيب البروتين .

الأهمية النسبية للأحماض الأمينية المختلفة للإنسان

تقسم الأحماض الأمينية إلى ثلاثة أقسام بالنسبة لضرورة توافرها فى غذاء الإنسان :

١ – أحماض أمينية ضرورية أو أساسية Essential ، وهى التى لا بد من توافرها فى غذاء الإنسان ، إذ لا يستطيع الجسم تخليقها من مصادر أخرى ، بل لا بد من حصوله عليها مباشرة . ويبين جدول (٢ – ١) هذه الأحماض والكميات التى تلزم منها يوميًا لشخص متوسط العمر وسليم الجسم .

جدول (٢ ـ ١) : الأحماض الأمينية الضرورية ، والكميات التى تلزم منها يوميا لشخص متوسط العمر وسليم البدن .

الحمض الأمينى	الحد الأدنى للاحتياجات اليومية (جرام)	الكمية التى يجب تناولها منه يوميا (جرام)
تريبتوفان	tryptophan	٠,٢٥	٠,٥
فينيل ألانين	phenyl alanine	١,١٠	٢,٢
ليسين	lysine	٠,٨٠	١,٦
ثريونين	threonine	٠,٥٠	١,٠
فالين	valine	٠,٨٠	١,٦
ميثونين	methionine	١,١٠	٢,٢
ليوسين	leucine	١,١٠	٢,٢
أيزوليوسين	isoleucine	٠,٧٠	١,٤

٢ – أحماض نصف هامة ، وهى التى لا يستطيع الجسم تحضيرها بكميات كافية من مصادر أخرى ، وهى :

أرجينين arginine ، هستيدين histidine ، سيستايين cystine ، تيروزين tyrosine .

ويعتبر الحامضان هستيدين وأرجينين من الأحماض الأمينية الضرورية بالنسبة للأطفال .

٣ – أحماض غير أساسية ، وهى التى يستطيع الجسم تحضيرها عند توفر مصدر للأزوت فى الغذاء ، وهى باقى الأحماض الأمينية .

ويجب أن تحتوى الوجبة الواحدة على جميع الأحماض الأمينية الضرورية ، حتى يمكن للجسم أن يستفيد منها فى تحضير البروتينات اللازمة له ، كما يجب أن يكون الغذاء غنيًا فى الأزوت ، حتى يمكن للجسم أن يكوّن بنفسه ما ينقص من الأحماض الأمينية غير الأساسية (Arthey ١٩٧٥) .

الخضر كمصدر للبروتينات

تعتبر بذور البقوليات الجافة أغنى الخضر بالبروتينات ، تليها البقوليات التى تستهلك خضراء . أما باقى الخضروات ، فتعتبر فقيرة نسبيًا فى البروتين ، إلا إذا استهلكت بكميات كبيرة ، كما فى حالة البطاطس ، والكاسافا ، واليام .

٢ – ١ – ٤ : العناصر

يحتوى جسم الإنسان على عدد كبير من العناصر ، بعضها غير معدنى ، مثل : الكربون ، والأيدروجين ، والأكسجين ، والنيتروجين ، والكبريت ، والكلور ، والبروم ، واليود ، والبورون ، وبعضها معدنى ، مثل : الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم ، والحديد ، والنحاس ، والزنك ، والنيكل ، والكوبالت ، والشحنير ، والألومنيوم ، والموليبدم .

وتقسم العناصر حسب الكمية التى يحتاجها جسم الإنسان منها إلى :

١ – عناصر كبرى Macroelements : وهى التى يحتاجها الجسم بكميات تزيد عن ١ ملليجرام يوميًا ، وتشمل الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والصوديوم ، والبوتاسيوم ، والفوسفور ، والكبريت ، والكلور ، والفلور .

٢ – عناصر صغرى : Microelements : وهى التى توجد فى الجسم بتركيزات تتراوح من $١٠^{-٣}$ – $١٠^{-١١}$ جرام لكل جرام من وزن الجسم ، وتشمل باقى العناصر .

الكالسيوم

يوجد الكالسيوم بوفرة فى جسم الإنسان ، حيث تصل كميته إلى نحو ١٢٠٠ جم فى الشخص الذى يزن ٧٠ كيلو جرام . ويوجد ٩٩٪ من الكالسيوم فى العظام والأسنان . ويزداد امتصاص الكالسيوم فى وجود فيتامين د ، ويقل فى وجود حامض الفيتيك phytic acid الذى يوجد بحبوب البقوليات ، ويكوّن أملاح الكالسيوم والمغنسيوم غير القابلة للذوبان .

ويجب الاهتمام بمستوى حامض الأوكساليك في الغذاء ، لما لذلك من أهمية في تكوين أوكسالات الكالسيوم وأوكسالات المغنسيوم ، وكلاهما غير قابل للذوبان ، ولا يستفيد منه الجسم . معظم الأغذية لا تحتوى على حامض الأوكساليك بكميات تكفي لربط الكالسيوم والمغنسيوم في نفس الغذاء ، أو في الأغذية الأخرى التي تؤكل معها . فالجزر ، والكولارد ، والكيل ، والكرات ، والبامية ، والجزر الأبيض ، والبطاطس ، والبطاطا تحتوى على كميات قليلة من حامض الأوكساليك لا تكفي لربط ما يوجد بهذه الخضروات من كالسيوم ومغنسيوم ، لكن أوراق البنجر ، والسبانخ البوزيلندى ، والروبارب ، والسبانخ ، والسلق تحتوى على كميات من حامض الأوكساليك أكثر مما يكفي للاتحاد لكل ما تحويه هذه الخضر من كالسيوم ، ومغنسيوم كما تحتوى الرجلة أيضاً على كميات عالية جداً من الحامض تصل إلى ٠,٥ - ١,٠ جم/١٠٠ جم من الوزن الطازج . وتعتبر الكمية المتوسطة من حامض الأوكساليك في الغذاء في حدود ٠,٢ - ٠,٤ جم/١٠٠ جم ، كما في الفول السوداني ، والبيكان (Watt & Merrill ١٩٦٣) .

هذا .. ومن الخضر الغنية بالكالسيوم : البقدونس ، والفاصوليا الجافة ، والفول الرومي ، والبروكولي .

الفوسفور

يوجد بجسم الإنسان نحو ٧٠٠ جم من الفوسفور ، منها نحو ٦٠٠ جم في الهيكل العظمي والأسنان . ويدخل الفوسفور في نشاط العضلات والأعصاب ، وفي التفاعلات التي تؤدى إلى إنتاج الطاقة . يوجد الفوسفور بكثرة في البقوليات الجافة ، مثل : الفاصوليا ، واللوبيا ، والبسلة ، إلا أن نسبة كبيرة منه توجد في صورة حامض الفيتيك .

المغنسيوم

يحتوى جسم الإنسان على نحو ٢٠ جم من المغنسيوم يوجد نصفها في العظام ، وله علاقة بعمل العضلات . وتعتبر البقوليات الجافة من الخضر الغنية بالمغنسيوم .

الصوديوم .. والبوتاسيوم .. والكلور

للصوديوم - وهو في صورة كلوريد صوديوم - أهمية كبيرة في حفظ التوازن بين الحموضة والقلوية في الجسم . وهو المسئول - إلى حد كبير - عن الضغط الإسموزى الكلى لسوائل الجسم . والمصدر الرئيسي للصوديوم بالنسبة للإنسان هو ملح الطعام ، وإن كان جزء منه يصل الجسم عن طريق الأغذية نفسها . ويصل الجسم يومياً نحو ٧,٥ - ١٨ جم من كلوريد الصوديوم في الأطعمة التي يتناولها الفرد . هذا .. ولا يحل البوتاسيوم محل الصوديوم أو العكس ؛ بل يحتاج الإنسان لكليهما . وبينما يتوزع الصوديوم في سوائل الجسم ، فإن البوتاسيوم يوجد أساساً داخل الخلايا . أما أيون الكلور ، فإنه يصل الجسم ضمن كلوريد الصوديوم ، ويلعب دوره في حفظ الضغط الإسموزى ، وحفظ سوائل الجسم . هذا .. ولا يمكن فصل ميتابوليزم الكلور عن ميتابوليزم الصوديوم بالجسم .

اليـــود

يحصل الإنسان على اليود من الأغذية بصفة أساسية ، ولكن البعض منه يحصل عليه الإنسان مما يوجد مخلطًا بالماء وملح الطعام . ويحتوى جسم الإنسان الذى يزن ٧٠ كجم على نحو ٢٥ ملليجرام من اليود ، منها نحو ١٥ ملليجرام بالغدة الدرقية . ويؤدى نقص اليود إلى تضخم فى الغدة الدرقية . ويحتاج الإنسان يوميًا إلى نحو ١٠٠ - ١٥٠ ميكروجرام من اليود . ويوجد اليود بكثرة فى الطحالب والأسماك البحرية .

الفلـــور

يوجد الفلور فى العديد من أنسجة الجسم ، خاصة فى العظام والأسنان ، حيث يوجد بنسبة ٠,٠١ - ٠,٠٣٪ فى العظام ، وبنسبة ٠,٠١ - ٠,٠٢٪ فى ميناء الأسنان . ونظرًا لأنه لا يوجد أى نظام غذائى يخلو من الفلور ، لذا فإنه من الصعب معرفة دوره فى جسم الإنسان ، لكن من المعروف أن نقص الفلور عن جزء واحد فى المليون فى ماء الشرب يؤدى إلى تفتت ميناء الأسنان ، وظهور تقرحها ، وتبدو الأسنان غير لامعة .

الحـــديد

يصل جسم الإنسان البالغ نحو ١٥ ملليجرام من الحديد يوميًا فى الأغذية المختلفة ، لكن معظم هذه الكمية توجد مرتبطة مع مركبات أخرى ، ولا يستفيد الجسم إلا من نحو ١,٥ - ٢ ملليجرام منها . يوجد الحديد عادة فى هيموجلوبين الدم . ونظرًا للفقد المستمر فى خلايا الهيموجلوبين ، فإنه يلزم تعويضها بصفة دائمة . وتمتص أملاح الحديد على صورة حديدوز ، لذلك فإن وجود عوامل مختزلة ، مثل حامض الإسكوربيك (فيتامين جـ) يزيد من امتصاصه . ويؤدى نقص الحديد إلى حالات فقر الدم . ويوجد الحديد بوفرة فى بذور البقوليات الجافة ، وفى السبانخ ، والسلق ، والبقدونس .

النحـــاس

يحتاج الإنسان إلى نحو ٢ ملليجرام من النحاس يوميًا ، وينحصر دوره الرئيسى فى الجسم فى منع ظهور حالات الأنيميا . ويتوفر النحاس فى العديد من المواد الغذائية . وتعد البقول الجافة من أغنى الخضر به .

الزنك

يحتوى الغذاء العادى الذى يتناوله الإنسان يوميًا على نحو ١٢ - ٢٠ ملليجرام من الزنك . يدخل العنصر فى تركيب بعض إنزيمات الجسم ، وهو ضرورى لاتمام الجروح . وتعتبر البسلة من الخضر الغنية به .

المنجنيز

يلعب المنجنيز دورًا فى تنشيط عدد من الإنزيمات . ورغم أنه لم يثبت قطعيًا أن هذا العنصر ضرورى للإنسان ، فإنه قد قدر أن تناول نحو ٠,٠٢ - ٠,٠٣ جم من العنصر يوميًا قد يكون له بعض الفائدة . وتعد البذور من أغنى الأغذية بهذا العنصر .

الكوبالت

يدخل الكوبالت فى تركيب فيتامين ب١٢ (B12) وبعض مرافقات الإنزيمات . ويحتوى الغذاء اليومى الطبيعى على نحو ٥ - ٨ ميكروجرام من الكوبالت ، وتعد تلك الكمية أكثر من احتياجات الفرد .

الموليبدنم

يوجد الموليبدنم بتركيز ٠,٠٥ - ٠,١ جزء فى المليون فى أنسجة الكبد والعضلات . وهو ضرورى لتنشيط بعض إنزيمات الجسم .

الكبريت

يدخل الكبريت فى تركيب الحمضين الأمينيين سستاين cystine ، ومثيونين methionine ، ومنهما يحصل الإنسان على معظم احتياجاته من هذا العنصر .

السيلينيم

رغم ثبوت ضرورة عنصر السيلينيم Selenium للحيوان ، إلا أنه لا يعرف أعراض نقصه فى الإنسان . ويعتبر محتوى الخضر من هذا العنصر منخفضًا جدًا ، كما يتضح من جدول (٢ - ٢) .

جدول (٢ - ٢) : محتوى بعض الخضر من عنصر السيلينيم .

محصول الخضر	محتواه من السيلينيم (ميكروجرام / جرام وزن طازج)
الجزر	٠,٠٢٢
الكرنب	٠,٠٢٢
القنبيط	٠,٠١٦
الذرة السكرية	٠,٠١٤
الفلفل	٠,٠٢٧
البسلة الخضراء	٠,٠١٦
الخس	٠,٠١٨
البطاطا	٠,٠٠٦
الطماطم	٠,٠١٥
الطماطم	٠,٠١٥
اللفت	٠,٠١٧

الكـــروم

يلعب الكروم دورًا فى ميتابوليزم الجلوكوز (Harrow & Mazur ١٩٦٦ ، Keane ١٩٧٢) .

٢ - ١ - ٥ : الفيتامينـــات

يحتاج النمو الطبيعى للجسم إلى جانب المواد الكربوهيدراتية والبروتينات والدهون والأملاح غير العضوية والماء إلى مواد أخرى تسمى بالفيتامينات ، ويجب أن يحصل الجسم على كميات معينة منها يوميًا . وتقسم الفيتامينات عادة إلى :

١ - فيتامينات تذوب فى الدهون ، وتشمل فيتامينات أ ، د ، إى (E) .

٢ - فيتامينات تذوب فى الماء ، وتشمل فيتامين جـ ، ومجموعة فيتامينات ب .

فيتامين أ (A)

يتوفر فيتامين أ فى الأنسجة الحيوانية ، خاصة الكبد الذى يخزن به . ويوجد الفيتامين فى النباتات فى صورة مادة أولية يتشكل منها (precursor) تسمى بادىء فيتامين أ provitamin A تنتمى إلى مجموعة من الصبغات تسمى بالكاروتينات carotenoids ، والتى منها :

ألفا كاروتين carotene -α، بيتا كاروتين carotene -β ، أفانين aphanin ، كريبتوزانثين cryptoxanthine ، جاما كاروتين carotene -γ .

ويقوم جسم الإنسان بتحضير فيتامين أ من هذه الصبغات فى الأغشية المبطنة للأمعاء .

يذوب فيتامين أ فى المذيبات العضوية ، ولا يذوب فى الماء . وهو غير ثابت فى الهواء ، لكن يمكن تثبيته ضد الأكسدة بإضافة مضادات الأكسدة ، مثل الهيدروكينون hydroquinone ، وألفا توكوفيرول tocopherol -α (وهو فيتامين E) . ولا يتأثر فيتامين أ بفعل الحرارة المرتفعة حتى الغليان ، ويمكن تجنب أى فقد باستبعاد الأكسجين أثناء الغليان ، إلّا أنه يفقد جزءًا كبيرًا من الفيتامين فى الخضر المجففة بفعل الأكسدة .

وفيتامين أ ضرورى للنمو والتناسل ، ويلعب دورًا هامًا فى كافة خلايا الجسم ، خاصة خلايا الجلد والأغشية المخاطية . ويؤدى نقصه إلى ضعف الشهية للأكل ، وحدوث اضطرابات فى الجهاز الهضمى ، وتقشر الجلد ، وتعرضه للالتهابات ، وإلى التعرض لأمراض الجهاز التنفسى والبول والتناسل ، نتيجة إصابة الأغشية المبطنة لها بالوهن ، كما تقل القدرة على الإبصار ليلًا أى يصاب الإنسان بالعشى الليلى (القبانى ١٩٧٦) . ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ وحدة دولية يوميًا من فيتامين أ ، علمًا بأن كل وحدة دولية من فيتامين أ = ٠,٦ ميكروجرام بيتا كاروتين = ١,٢ ميكروجرام ألفا كاروتين = ٠,٣ ميكروجرام ريتينول retinol ، والأخير هو المصدر الحيوانى للفيتامين (Yamaguchi ١٩٨٣) .

وكما سبق أن أوضحنا .. فإن فيتامين أ يصنع في جسم الإنسان من بعض المواد الكاروتينية التي توجد في الأغذية . وبرغم وجود أكثر من ١٠٠ نوع من المركبات الكاروتينية في النباتات ، فإن ١٠ منها فقط هي التي يصنع منها فيتامين أ ، وأهمها : البيتاكاروتين ، ويليها في الأهمية كل من الألفا والجاما كاروتين ، ثم بعض الكاروتينات الأخرى ليس منها الليكوبين lycopene (وهي الصبغة المسئولة عن اللون الأحمر في بعض الخضر ، مثل : الطماطم والفلفل والبطيخ) ، لأنه لا يحتوي في تركيبه على حلقة البيتاسيكلوهيكسينيل β- cyclohexenyl ring الضرورية لتكوين فيتامين أ .

ومصادر فيتامين أ كثيرة ، وأهمها الكبد وصفار البيض والجبن والزبد ، كما أنه يتوفر في الخضروات الصفراء اللون كالجزر والبطاطا والقاوون ، وفي الخضروات الورقية ، نظراً لتواجد الكاروتين عادة مع الكلوروفيل ، لذا نجد أن الخبيزة والملوخية والسلق والسبانخ من أغنى الخضر بهذا الفيتامين . وتعتبر الخضر والفاكهة أهم مصادر فيتامين أ للإنسان في معظم دول العالم ، خاصة دول العالم الثالث التي يقل فيها استهلاك المنتجات الحيوانية – كما يتضح من جدول (٢ – ٣) (Bradley ، ١٩٧٢) .

جدول (٢ـ ٣) الاستهلاك اليومي للفرد من فيتامين أ في بعض دول العالم ، ونسبة ما يحصل عليه الفرد من المصادر المختلفة .

الدولة	مصادر فيتامين أ (٪)						الاستهلاك اليومي للفرد من فيتامين أ (وحدة دولية)
	المنتجات الحيوانية	الحبوب	الخضر والفاكهة	البقوليات والنقل	الجذور والدرنات	الدهون والزيوت	
الولايات المتحدة	٤٠	٢	٤٥	صفر	صفر	١٢	٩٩٥٧
إنجلترا	٤٥	٢	٢٥	صفر	صفر	٢٨	٩٣٠٦
إيران	١٥	–	٦٥	٥	–	١٥	١٣٧٧
البرازيل	٥	–	٢٣	١	٦٥	٥	٢٨٩٩
كينيا	٦٨	٢	٢٧	–	–	–	٨٦٥
باكستان	٣	–	٩٧	–	–	–	٣٦٣٥
الكاميرون	١	–	١٠	٥	٢	٨٢	٢١٥٥ ـ ١١٥٧
ساحل العاج	١	–	٨	٥٥	٣٥	–	٤٦٥٥

مجموعة فيتامينات ب

تضم مجموعة فيتامينات ب عددًا كبيرًا من الفيتامينات التي لا ترتبط ببعضها كيميائيًا أو فسيولوجيًا ، لكنها تشترك جميعًا في أنها تعمل كمرافقات إنزيمات . وتقدم فيما يلي شرحًا موجزًا لهذه الفيتامينات .

١ – الثيامين Thiamine ، أو فيتامين ب١ (B_1) ، أو الأنورين :

يذوب فيتامين ب١ في الماء ويتحطم بسهولة بفعل الحرارة ، لذا تقل نسبته في الأغذية المعلبة . ويتوقف مدى الفقد أثناء التسخين على درجة حموضة الوسط ، حيث يكون الفيتامين ثابتًا في الوسط

الحامضي ، بينما يفقد بسرعة في الوسط القلوي . ونظرًا لذوبانه في الماء ، لذا فإن الاستغناء عن ماء سلق الخضروات يعني فقد جزء كبير منه .

ويؤثر فيتامين ب١ على الجهاز العصبي ، وهو أساسي للنمو وتنشيط الشهية والهضم وتمثيل المواد الكربوهيدراتية . وتزداد الحاجة إليه أثناء النمو والحمل والإرضاع ، وفي فترة النقاهة من الأمراض . ويؤدي انعدام الفيتامين إلى ظهور أعراض مرض البري بري Beri-Beri . ويحتاج الإنسان إلى نحو ١,٣ - ١,٦ ملليجرام يوميًا من فيتامين أ . ويوجد الفيتامين بوفرة في النقل ، وأجنة الحبوب ، ومسحوق الخميرة ، بالإضافة إلى بعض الخضر كالبقول الجافة .

٢ - الريبوفلافين Riboflavin ، أو فيتامين ب٢ (B_2) أو فيتامين جي (G) أو لاكتوفلافين Lactoflavin :

ويتميز هذا الفيتامين عن باقي فيتامينات مجموعة ب بشدة مقاومته للحرارة ، وعدم تأثره بالأكسدة ، وبذلك فهو لا يتأثر بعمليتي الطبخ والتجفيف ، لكنه يتأثر بالضوء ، حيث يفقد جزءًا كبيرًا منه عند تعرضه لأشعة الشمس .

ويعتبر فيتامين ب٢ ضروريًا لسلامة الجلد ، وللنمو الطبيعي عند الأطفال ، ويؤدي نقصه إلى جفاف الجلد وتقرحه ، وتشقق اللسان والشفتين ، وتقصف الأظافر وسقوط الشعر . ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ١ ملليجرام يوميًا من هذا الفيتامين . ويوجد فيتامين ب٢ في العديد من الأغذية ، لكن مصادره الجيدة هي الخميرة واللبن وبياض البيض والكبد والقلب والكلية ، والخضر الورقية ، مثل السبانخ والخس وأوراق الفجل ، وكذلك الخرز والطماطم .

٣ - حامض النيكوتينك Nicotinic Acid ، أو النياسين Niacin :

يطلق على حامض النيكوتينك أحيانًا اسم فيتامين ب٣ (B_3) أو فيتامين ف ف(PP) والنيكوتينامين Nicotinamine . ويتميز بأنه ثابت ضد الحرارة والضوء ، ولا يتأثر بدرجة الحموضة ، لكنه يذوب في الماء ، وبذلك فإنه يتعرض للفقد في ماء السلق .

وترجع أهمية حامض النيكوتينك إلى أنه يقي الإنسان من الإصابة بمرض البلاجرا الذي يصاحبه التهاب الأعصاب ، وفقد الشهية للطعام ، واحمرار اللسان ، ثم تشققه وتقرحه ، وتشقق الشفاه ، أو جفاف اللعوم ، ويرافق ذلك قيء وإسهال مدمج ، وتظهر على الجلد بقع حمراء . ومع تقدم المرض ينتهي المريض إلى الاختلال والجنون أو الشلل . ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢٠ ملليجرام يوميًا من هذا الفيتامين ، وهو يتوفر في اللحوم وصفار البيض والخمائر والخبز الكامل والعدس والزبدة . ومن الخضروات الغنية به : البقوليات الجافة والخضراء ، خاصة البسلة ، وكذلك البطاطس والقدونس والباميا والكوسة (Watt & Merrill ١٩٦٣ ، القباني ١٩٧٦) .

٤ - البريدوكسين Pyridoxine أو فيتامين ب٦ (B_6) :

يفقد فيتامين ب٦ بسهولة ، نظرًا لأنه يذوب فى الماء ، ويتأثر بالضوء ، وبالأشعة فوق البنفسجية ، وبالوسط القلوى . ويتكون هذا الفيتامين من ثلاثة مركبات مرتبطة معًا هى : بيريدوكسين pyridoxine . وبيريدوكسال pyridoxal ، وبيريدوكسامين pyridoxamine .

ويؤدى نقص فيتامين ب٦ إلى اضطراب التفكير ، وظهور بعض الالتهابات الجلدية . ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢ – ٣ ملليجرام منه يوميًا . ويتوفر الفيتامين فى القمح ، والخمائر ، والذرة ، وقصب السكر ، والعسل الأسود ، وصفار البيض ، والكبد ، والحليب ، وكذلك فى الكرنب ، والسبانخ ، والبقوليات .

٥ – حامض الباتوثينك Pantothenic Acid :

يتميز حامض الباتوثينك بتحمله للحرارة والأكسدة ، لكنه يذوب فى الماء ، ويتأثر بالحموضة والقلوية . ويرتبط هذا الفيتامين بعمليات تمثيل المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات بالجسم ، ويؤدى نقصه إلى الشعور بالتعب والملل والضيق واضطراب التفكير . ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٥ ملليجرام منه يوميًا . ويتوفر حامض الباتوثينك فى الكبد ، والكلاوى ، والبيض ، كما يوجد فى البسلة ، والكرنب ، والصليبيات ، والبطاطس ، والطماطم ، والبطاطا .

٦ – البيوتين Biotin أو فيتامين ب٧ (B7) :

يذوب البيوتين فى الماء والكحول ، ويتحمل الحرارة ، ويؤدى نقصه إلى تكون بثرات على اللسان ، لكن لا تُعْرَف – على وجه الدقة – حاجة الإنسان اليومية منه . وأهم مصادره : الكبد ، والكلاوى ، واللبن ، والعسل الأسود ، وكثير من الخضروات ، كالطماطم ، والبطيخ ، والشليك (صقر ١٩٦٥ ، القبانى ١٩٧٦)

٧ – الإينوزيتول Inositol :

لم تتحدد أهمية الإينوزيتول للإنسان بوضوح . وهو يتوفر فى فول الصويا ، والمخ ، والبخاع .

٨ – الكولين Choline : .

يؤدى نقص الكولين إلى حدوث ترهل اللسان ، وتضخم الكبد فى حالة إدمان المشروبات الكحولية . وتقوم الأحياء الدقيقة فى الجسم بصنعه وتوفيره جزئيًا . وأغنى مصادره : بياض البيض ، والكبد ، والكلاوى ، وأجنة الحبوب .

٩ – بارأمينو حامض البنزويك p-Aminobenzoic acid ، أو فيتامين هـ (H) :

يذوب فيتامين هـ بقلة فى الماء ، ويزداد ذوبانه فى الماء الدافىء والكحول . ويفيد فى علاج آفات الجلد والشعر ، كحب الشباب ، وقشر الرأس ، وداء الصدف ، والصلع والشيب المبكر . وأهم مصادره : قشر الأرز ، والكلاوى ، والكبد ، والخمائر (Harrow & Mazur ١٩٦٦) .

١٠ - حامض الفوليك Folic Acid ، أو فيتامين ب ﻫ (Bh) :

يتميز فيتامين ب ﻫ بقلة ذوبانه فى الماء ، وبتحمله للحرارة والوسط القلوى ، لكنه يفقد بالحرارة فى الوسط الحامضى ، وكذلك بالتخزين فى درجة الحرارة العادية . ويفيد فى حالات فقر الدم ، والحفلة ، والشلل الناتج عن الجلطة . ويلزم الفرد البالغ منه نحو ٠,٥ ملليجرام يوميًا . ويوجد حامض الفوليك بكثرة فى الكبد والبقوليات الجافة ، وأيضًا فى الحليون ، والسبانخ ، والبروكولى ، وفاصوليا الليما ، والفاصوليا الخضراء ، والكرنب ، وأوراق اللفت ، وفى البنجر ، والخس ، كما يُصنع بواسطة البكتريا التى تعيش فى الأمعاء .

١١ - الكوبلامين Coplamine ، أو فيتامين ب١٢ (B12) :

يتميز فيتامين ب١٢ بقابليته للذوبان فى الماء ، ومقاومته للحرارة فى الوسط المتعادل ، لكنه يفقد إذا كان الوسط حامضيًا أو قاعديًا . ويفيد فيتامين ب١٢ فى علاج حالات فقر الدم الخبيث ، وداء الصدف ، وآفات الفم واللسان ، وفى أكثر الحالات العصبية ، حيث يعطى مخلوطًا مع فيتامين ب١ . ويحتاج الفرد البالغ منه إلى نحو ٨ - ١٥ ميكروجرام يوميًا . ويتوفر فيتامين ب١٢ فى الكبد ، واللبن ، واللحم ، والبيض ، والسمك ، وربما تقوم بكتريا الأمعاء بتحضير جزء منه (صقر ١٩٦٥) .

حامض الإسكوربيك Ascorbic Acid ، أو فيتامين جـ (C) :

يفقد فيتامين جـ بسهولة بالأكسدة وبالتخزين ، لذلك فإنه يفقد كلية تقريبًا فى الخضر المجففة ويقل تدريجيًا مع تخزين الخضروات . فالبطاطس يتناقص محتواها من ٥٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام فى الدرنات الطازجة إلى ١٠ ملليجرام/ ١٠٠ جم بعد التخزين لعدة أشهر . ويفقد الكرنب نحو ٢٥٪ من محتواه من فيتامين جـ عند تخزينه لمدة شهر فى درجة الحرارة العادية . وتفقد السبانخ نحو ٥٠٪ من محتواها عندما تذبل بعد الحصاد بعدة أيام . وكذلك تفقد الطماطم نحو ٥٠٪ من محتواها من فيتامين جـ فى غضون ١٠ أيام بعد الحصاد . وعمومًا .. فإن مجرد تقطيع الخضروات يؤدى إلى فقد جزء كبير من فيتامين جـ بالأكسدة ، كما يتأكسد أيضًا حامض ديهيدروكسى إسكوربيك Dehydroxyascorbic ، وهو مركب ليس له أى نشاط فسيولوجى كفيتامين جـ ، إلا أن فيتامين جـ لا يفقد بارتفاع الحرارة فى غياب الأكسجين ، كما لا يفقد بارتفاع درجة الحرارة فى وجود الأكسجين إذا كان الوسط حامضيًا (pH : ٣,٨ - ٤,٢) .

ويعتبر فيتامين جـ أساسيًا للنمو والمحافظة على قوة الأوعية الدموية ومقاومة الالتهابات ، ويؤدى نقصه إلى ضعف عام ، وصداع ، ونزيف اللثة ، وتليف الأنسجة ، وتآكل الأسنان ، ويؤدى استمراره إلى ظهور [illegible] من مرض الأسقربوط ، وهى نزيف اللثة لأقل مس ، ونزف آخر فى أنحاء الجسم ، ونزف تحت الجلد ، مع اضطرابات هضمية ، وتخلخل الأسنان ، والشعور بالوهن ، وعدم القدرة على التركيز . ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٧٥ ملليجرام يوميًا من فيتامين جـ ، وتقل هذه الكمية إلى نحو ٣٠ ملليجرام بالنسبة للأطفال ، بينما تزداد إلى ١٠٠ ملليجرام يوميًا للمرأة الحامل ،

و ١٥٠ ملليجرام للمرأة المرضع . ويعطى المرضى عادة كميات أكثر من حاجة الجسم من الفيتامين .

وأهم مصادر فيتامين جـ : الموالح ، والفواكه ذات الثمار الصغيرة Berries ، والبقدونس ، والفلفل الأخضر ، والبروكولى ، وكذلك القنبيط ، والشليك ، والسباغ ، والكرنب . وتحتوى ثمار النوع Malpighia punicifolia (اسمه الإنجليزى : أسيرولا Acerola) على تركيزات عالية جدًا تصل إلى ١ - ٢ جم/١٠٠ جم من الثمار الناضجة . وتحتوى الثمار غير الناضجة على كميات أكبر . أما الأنواع الأخرى من نفس الجنس ، فتحتوى على فيتامين جـ بتركيزات أقل من ذلك بكثير ، حيث تصل فى النوع M. glabra إلى ٢٠ - ١٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جم (Wait & Merrill 1963 ، استيبو وآخرون ١٩٦٣) .

ويعد الضوء العامل البيئى الوحيد المؤثر على محتوى ثمار ونباتات الخضر من فيتامين جـ . فمثلًا .. وجد أن ثمار الطماطم المغطاة جيدًا بالعرش تحتوى على كميات أقل من فيتامين جـ ، بالمقارنة بتلك المعرضة للضوء ، كما أن زيادة شدة الإضاءة من ٦٠٠ إلى ٨٠٠ قدم - شمعة لمدة ٧ أيام أدت إلى زيادة محتوى أوراق اللفت من فيتامين جـ بنسبة ٣٣٪ (Bradley ، ١٩٧٢) .

فيتامين د (D)

يتميز فيتامين د بقابليته للذوبان فى الدهون ، ويعد من الفيتامينات الثابتة ، إذ إن فقده فى الأغذية ضئيل للغاية . ويوجد منه عدة أنواع منها د$_2$ ، د$_3$. ومن أهم وظائف فيتامين د أنه ينظم تمثيل الكالسيوم والفوسفور فى الجسم ، ويساعد على بناء وتكوين العظام والأسنان . ويؤدى نقصه إلى انخفاض مقدار عنصرى الكالسيوم والفوسفور فى العظام ، ومن ثم يحدث لين العظام ، وتظهر أعراض الكساح . ويحتاج الأطفال والنساء الحوامل والمرضعات إلى نحو ٤٠٠ وحدة دولية منه يوميًا (كل ١ ملليجرام = ٤٠,٠٠٠ وحدة دولية) .

ويتوفر فيتامين د فى زيت كبد الحوت ، والزيوت الحيوانية ، والزبد ، وصفار البيض ، والحليب ومشتقاته ، ولا يتوفر فى الأغذية النباتية . ويقوم جسم الإنسان بتصنيع هذا الفيتامين بتحويل مادة تسمى إرجستيرول توجد تحت الجلد إلى فيتامين د عند تعرضها لأشعة الشمس .

فيتامين إى (E)

يتميز فيتامين إى بقابليته للذوبان فى الدهون ، وعدم ذوبانه فى الماء ، وتقاومه للحرارة حتى ٢٠٠° م ، لكنه يتأكسد بسهولة ، ويتحطم بفعل الأشعة فوق البنفسجية . ولفيتامين إى دور هام فى زيادة الخصوبة عند الرجال ، كما يساعد على نمو الأجنة ، ويمنع الإجهاض ، ويقوى القلب والأوعية الدموية .

وأهم مصادر فيتامين إى : جنين القمح ، وزيت الفول السودانى ، وزيت الذرة ، وزيت بذرة القطن ، وزيت فول الصويا ، وزيت الزيتون . كما يوجد فى الكرنب ، والسباغ ، والبقدونس ، والخس ، والبسلة ، والفلفل ، بالإضافة إلى الجوز ، وصفار البيض ، والكبد .

فيتامين ك (K)

يذوب فيتامين ك فى الدهون . وترجع أهميته إلى أنه يعمل على منع النزف ، ويساعد الكبد على القيام بوظائفه . ومن أهم مصادره : الخضر الورقية ، كالسباغ ، والكرنب ، وكذلك الطماطم ، والقنبيط ، والجزر ، والبطاطس ، والزيوت النباتية ، وزيت السمك . كما يحصل الإنسان - تحت الظروف الطبيعية - على حاجته من هذا الفيتامين من البكتريا التى تعيش فى أمعائه (Harrow & Mazur ١٩٦٦ ، الحاج ١٩٦٩ ، Arthey ١٩٧٥ ، القباني ١٩٧٦) .

٢ - ٢ : الثبات النسبى للعناصر الغذائية فى الظروف المختلفة

تختلف العناصر الغذائية فى مدى ثباتها فى الظروف البيئية المختلفة ، مثل درجة الحموضة أو القلوية ، ودرجة الحرارة ، ووجود أو غياب الأكسجين أو الضوء . ويوضح جدول (٢ - ٤) درجة الثبات النسبى للفيتامينات والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية والمعادن تحت هذه الظروف (Nelson ١٩٧٢) .

جدول (٢ - ٤) : الثابت النسبى لمختلف العناصر الغذائية فى الظروف البيئية المختلفة .

العنصر الغذائى	الوسط الحامضى	الوسط المتعادل	الوسط القلوى	توفر الاكسوجين	التعرض للضوء	الحرارة المرتفعة
فيتامين أ	غير ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين جـ	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الكاروتينات	غير ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ب١	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ب٢	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الأحماض الدهنية الضرورية	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	ثابت
الأحماض الأمينية الضرورية	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	وسط
المعادن	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت

٢ - ٣ : الاحتياجات الغذائية اليومية للفرد

يختلف الأفراد فى احتياجاتهم اليومية من مختلف العناصر الغذائية ، وذلك حسب الجنس والسن ، كما هو موضح فى جدول (٢ - ٥) (U.S Dept. Agr. ١٩٦٤) .

جدول (٢ - ٥) : الاحتياجات اليومية للفرد من مختلف العناصر الغذائية

الأفراد (مقسمون حسب العمر والنوع)	السعرات (حرارية)	البروتين (جرام)	الكالسيوم (ملليجرام)	الحديد (ملليجرام)	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	ريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	فيتامين جـ (ملليجرام)	فيتامين د (وحدة دولية)
رضع (٠ - ٣٥ سنة)	٢٩٠٠	٥٧	١,٠٨	١٠	٥٠٠٠	٠,٢	١,٧	١٩	٥٠	
(٣٥ - ٥٥ سنة)	٢٦٠٠	٥٠	١,٠٨	١٠	٥٠٠٠	٠,٢	١,٦	١٧	٥٠	
(٥٥ - ٧٥ سنة)	٢٣٠٠	٥٠	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	٠,٨	١,٣	١٥	٥٠	
أطفال (١ - ٣ سنة)	١٦٠٠	٣٨	٠,٨	١٥	٥٠٠٠	٠,٨	١,٣	١٤	٥٠	
(٣ - ٥ سنة)	١٩٠٠	٤٨	٠,٨	١٥	٥٠٠٠	٠,٨	١,٩	١٢	٥٠	
(٥ - ٧ سنة)	١٦٠٠	٤٨	٠,٨	١٥	٥٠٠٠	١,٠	١,٩	١٢	٥٠	
ذكور (٧ - ١٠ سنة)	٢٠٠٠	٥٠	١,٠	١٥	٥٠٠٠	١,٠	٢,٠	١٦	٥٠	
ذكور (١٠ - ١٢ سنة)	٢٤٠٠	٦٠	١,٢	١٥	٥٠٠٠	١,٢	٢,٤	٢٠	٥٠	
ذكور (١٢ - ١٥ سنة)	٢٨٠٠	٧٠	١,٤	١٥	٥٠٠٠	١,٤	٢,٨	٢٢	٥٠	
ذكور (١٥ - ١٨ سنة)	٣٢٠٠	٨٠	١,٦	١٥	٥٠٠٠	١,٦	٣,٢	٢٨	٥٠	
إناث (٧ - ١٠ سنة)	١٨٠٠	٤٥	٠,٩	١٥	٥٠٠٠	٠,٩	١,٨	١٤	٥٠	
(١٠ - ١٢ سنة)	٢١٠٠	٥٣	١,٠	١٥	٥٠٠٠	١,٠	٢,١	١٧	٥٠	
(١٢ - ١٥ سنة)	٢٤٠٠	٦٠	١,٢	١٥	٥٠٠٠	١,٢	٢,٤	١٩	٥٠	
(١٥ - ١٨ سنة)	٢٤٠٠	٦٠	١,٢	١٥	٥٠٠٠	١,٢	٢,٤	١٩	٥٠	
حامل (الثلث الثاني)	٢٤٠٠	٦٠	١,٢	١٥	٥٠٠٠	١,٢	٢,٤	١٩	٥٠	٤٠٠
حامل (الثلث الثالث)	٢٤٠٠	٦٠	١,٢	١٥	٥٠٠٠	١,٢	٢,٤	١٩	٥٠	٤٠٠
مرضع (الشهور الستة الأولى)	٢٥٠٠	٦٥	١,٣	١٥	٥٠٠٠	١,٣	٢,٦	٢٠	٥٠	٤٠٠
مرضع (الشهور الستة الثانية)	٢٤٠٠	٦٠	١,٢	١٥	٥٠٠٠	١,٢	٢,٤	١٩	٥٠	٤٠٠

٢ - ٤ : القيمة الغذائية للخضروات

للخضروات أهمية كبيرة للإنسان من الوجهتين : الغذائية والطبية للأسباب الآتية :

١ - تعتبر الخضروات مصدرًا جيدًا للعديد من العناصر الغذائية . ويبين جدول (٢ - ٦) أهمية الخضروات في مختلف العناصر الغذائية ، إلا أن الخضروات لا تمد الفرد بنسبة عالية من احتياجاته اليومية من هذه العناصر ويتضح ذلك من جدول (٢ - ٧) الذي يبين أهمية الخضروات كمصدر لمختلف العناصر الغذائية بالنسبة للأمريكيين . وبرغم عدم توفر بيانات مماثلة بالنسبة لمصر ، فإنه يتوقع أن تكون الخضروات أكثر أهمية في سد جزء أكبر من الاحتياجات اليومية للفرد من الفيتامينات والمعادن ، عنه في الولايات المتحدة ، نظرًا لزيادة الاعتماد على الأغذية النباتية في مصر ودول العالم الثالث ، عنه في الولايات المتحدة والدول الغربية بوجه عام (Ware & McCollum ، ١٩٧٥ Munger ، ١٩٧٩) .

٢ - تعمل الخضروات - خاصة الغنية منها بالألياف - على تنشيط حركة الأمعاء ، وتقليل حالات الإمساك . وأهم الخضروات في هذا الشأن : الورقية ، مثل الكرنب ، والكرفس ، والسبانخ ، والخس لارتفاع محتواها من الرطوبة والألياف . وعمومًا .. يمكن اعتبار جميع الخضروات مواد مالئة جيدة ، خاصة الخضر الورقية والجذرية .

جدول (٢ - ٦) : أغنى الخضروات فى مختلف العناصر الغذائية

العنصر الغذائى	الخضر الغنية به
السعرات الحرارية	البقوليات (الجافة والخضراء) - البطاطا - القلقاس - الذرة السكرية - البطاطس
المواد الكربوهيدراتية	البقوليات (الجافة والخضراء) - البطاطا - القلقاس - الذرة السكرية - البطاطس
البروتين	البقوليات (الجافة والخضراء)
الكالسيوم	الكولارد - الكيل - أوراق اللفت - الكرسون - البقدونس - الفاصوليا الجافة
الفوسفور	البقوليات (الجافة والخضراء) - الذرة السكرية - عيش الغراب
الحديد	البقوليات الجافة - البقدونس - السبانخ
فيتامين أ	الجزر - الشيكوريا - أوراق اللفت - السبانخ - السلق - البقدونس - البطاطا - الكيل - القرع العسلى - الكرسون - البروكولى - الهندباء - الطماطم - الأسبرجس .
فيتامين ب١	البقوليات (الجافة والخضراء) - الأسبرجس - الذرة السكرية
فيتامين ب٢	أوراق اللفت - عيش الغراب - البقوليات الجافة - البقدونس - اليامية السبانخ
النياسين	عيش الغراب - البقوليات (الجافة والخضراء) - الذرة السكرية - البطاطس القلقاس - اليامية
فيتامين ج	البقدونس - أوراق اللفت - الفلفل - البروكولى - الكيل - كرنب بروكسل الكرسون - القنبيط - السبانخ - الكرنب - السلق - البقوليات الخضراء اليامية - الطماطم

جدول (٢ - ٧) : أهمية الخضروات كمصدر لمختلف العناصر الغذائية بالنسبة للأمريكيين .

محصول الخضر	النسبة المئوية لما يمده المحصول من الاحتياجات اليومية للفرد من العنصر الغذائى							
	البروتين	فيتامين ب١	فيتامين أ	النياسين	الريبوفلافين	فيتامين جـ	الفسفور	الكالسيوم
البطاطس	٢,٣	١١,٣		٨,٣	١,٨	١٩,٧	٠,٧	٠,٨
الجزر		٠,٩	١٣,٩				٠,٦	
الطماطم	١,٨	٣,٥	٩,٥	٣,٢	١,٣	١٢,٢	٢,٦	٠,٩
البطاطا			٥,٦			٠,٩		
الفاصوليا والبسلة الجافة	١,٧	١,٩		٣,٦	٠,٩		٣,٩	١,٢
الكرنب		٠,٩		٠,٥		٥,١	٠,٥	٠,٦
السبانخ			٢,٢				٠,٥	
الفاصوليا الخضراء			٠,٧	٠,٥	٠,٤	١,٢	١,٠	٠,٦
الحلبى		٠,٦	٠,٨	٠,٨	٠,٥	١,١	٠,٨	
الفلفل						٣,٠		

٣ - تعمل الخضروات على معادلة الحموضة الزائدة في المعدة ، الناشئة عن استهلاك اللحوم والحلويات وبعض الأغذية الأخرى .

٤ - وتعتبر الخضروات بصورة عامة فقيرة في محتواها من المواد الدهنية ، وبذلك لا تؤدي زيادة استهلاكها إلى الإفراط في السمنة ، ويستثنى من ذلك الخضروات الغنية بالمواد الكربوهيدراتية ، وهي : البقوليات الجافة ، والبطاطا ، والقلقاس ، واليقطين .

٢ - ٤ - ١ : العوامل المؤثرة على محتوى الخضروات من العناصر الغذائية

يتأثر محتوى الخضروات من العناصر الغذائية بالعديد من العوامل ، بعضها سابق للحصاد ، والبعض أثناء التداول والتخزين ، والبعض الآخر أثناء التصنيع أو الطهي . ومن هذه العوامل ما يلي :

١ - الصنف :

تختلف الأصناف اختلافاً كبيراً في محتواها من العناصر الغذائية . ومن الأمثلة البارزة على ذلك ما يلي :

(أ) تعتبر البطاطا ذات اللون الداخلي البرتقالي الداكن من أغنى الأغذية في الكاروتين ، بينما تعتبر الأصناف ذات اللون الداخلي الأبيض إلى هذا الفيتامين . كما يزداد تركيز الكاروتين مع زيادة تركيز اللون البرتقالي في أصناف الجزر والقاووت .

(ب) قام مربو النباتات بإنتاج أصناف طماطم ذات ثمار برتقالية تتميز بارتفاع محتواها من الكاروتين ، إلا أنه لم يشع استخدامها .

(جـ) تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا الجافة في محتوى بذورها من البروتين والأحماض الأمينية الضرورية .

هذا .. ويحاول مربو النباتات الاستفادة من الاختلافات التي توجد بين أصناف وسلالات المحصول الواحد في إنتاج أصناف جديدة تتميز بارتفاع محتواها من مختلف العناصر الغذائية .

٢ - الظروف البيئية السائدة قبل الحصاد :

يعتبر الضوء أهم العوامل البيئية التي تؤثر على محتوى الخضر من العناصر الغذائية ، فتوجد علاقة مؤكدة بين شدة الإضاءة ومحتوى النباتات من فيتامين ج . وقد لوحظت هذه العلاقة بوضوح في كل من ثمار الطماطم وأوراق اللفت . ويبدو أن الضوء هو العامل البيئي الوحيد الذي يؤثر على محتوى الخضر من فيتامين ج . أما تأثير الضوء على باقي العناصر الغذائية ، فإنه ضعيف أو معدوم (Bradley ١٩٧٢)

٣ - التسميد :

أجريت محاولات لزيادة محتوى النباتات من البروتين بزيادة معدلات التسميد الأزوتى . ففى الذرة أمكن زيادة نسبة البروتين فى الحبوب من ٧,٨٪ إلى ١٠,٤٪ فى موسم زراعى واحد ، إلا أن ذلك كان مصحوبًا بزيادة فى نسبة البروتين زين Zein ، ونقص فى نسبة الحامض الأمينى ليسين Lysine من ٣,٠٪ إلى ٢,٩٩٪ ، وبذلك انخفضت قيمته الغذائية . وقد حدث نفس الشىء فى القمح ، حيث أدت زيادة التسميد الأزوتى إلى زيادة نسبة البروتين الكلية ، مع انخفاض نسبة الحامض الأمينى ليسين .

كما أدت زيادة التسميد الأزوتى إلى إحداث زيادة جوهرية فى نسبة البروتين فى الأجزاء المستعملة فى الغذاء من كل من الخس ، والمسترد ، والكولارد ، والكرنب ، والبنجر ، والذرة السكرية ، والطماطم ، والفلفل ، والفاصوليا ، إلا أن ذلك كان مصحوبًا غالبًا بنقص فى محتوى الخضر من فيتامين ج . وقد يمكن إرجاع ذلك إلى زيادة النمو الخضرى التى صاحبت زيادة التسميد الأزوتى ، وما أدى إليه ذلك من ضعف شدة الإضاءة . وكما سبق الذكر .. توجد علاقة مؤكدة بين شدة الإضاءة ومحتوى النباتات من فيتامين ج . (Splittstoesser وآخرون ١٩٧٤ ، Harris ١٩٧٥) .

كما درس Peck وآخرون (١٩٨٠) تأثير التسميد بالفوسفور والزنك على مستوى كل من : الفوسفور ، والزنك وحامض الفيتيك phytic acid ، وحامض الأوكساليك Oxalic Acid فى الأجزاء المستعملة فى الغذاء من كل من : البسلة والفاصوليا (بذور خضراء ، وجافة) والكرنب والبنجر ، وقد أضافوا الفوسفور بمعدلات : صفر ، و ١٣,٨ ، و ٢٥,٢ ، و ٥٠,٤ كجم للفدان ، وعمدوا بالزنك فى صورة كبريتات زنك أو كلوريد زنك بمعدلات : صفر ، و ٢,١ ، و ٨,٤ ، و ٣٣,٦ كجم للفدان ، وكان التسميد فى خنادق وقت الزراعة . وقد وجدوا أن زيادة معدلات التسميد الفوسفاتى أدت إلى :

(أ) زيادة المحصول

(ب) زيادة مستوى الفوسفور فى الجزء المستعمل فى الغذاء من كل محصول .

(جـ) زيادة حمض الفيتيك فى بذور البسلة الخضراء والجافة ، وبذور الفاصوليا الجافة .

(د) نقص مستوى حامض الأوكساليك فى البنجر .

كما أدت زيادة التسميد الفوسفاتى بدون التسميد بالزنك إلى نقص مستوى الزنك فى النباتات ، لكن أدت زيادة معدل التسميد الفوسفاتى مع التسميد بالزنك إلى زيادة مستوى الزنك . ولم يؤثر التسميد بالزنك سلبيًا على المحصول ، حتى فى المستويات المرتفعة التى استخدمت فى هذه الدراسة .

وللمزيد من التفاصيل عن تأثير العوامل الجوية ، وموقع الزراعة ، ونوع التربة ، والتسميد ، وقوة النمو النباتى ، ودرجة النضج على محتوى النباتات من مختلف العناصر الغذائية ، يمكن الرجوع إلى Harris (١٩٧٥) .

٤ – ظروف الحصاد والتداول والتخزين :

من المعروف أن عمليات الحصاد والتداول يترتب عليها حدوث بعض الخدوش التي تزيد من النشاط الإنزيمي ، ويؤدي ذلك إلى نقص القيمة الغذائية ، كذلك فإن التخزين يصاحبه فقد كبير في بعض العناصر الغذائية ، خاصة فيتامين ج . ففي خلال يوم واحد من التخزين في درجة حرارة ٢٢°م يفقد نحو ٥٠٪ من محتوى البروكولي من فيتامين ج ، ونحو ٤٠٪ من محتوى كل من السبانخ والفلفل ، ونحو ٢٠٪ من محتوى الفاصوليا الخضراء من هذا الفيتامين (Nelson ١٩٧٢) .

٥ – ظروف التصنيع أو إعداد الطعام :

يتأثر محتوى الخضروات من العناصر الغذائية بعمليات التصنيع أو الإعداد للطعام كالتالي :

(أ) الغسيل : ربما يؤدي الغسيل إلى فقد جزء من الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء .

(ب) المعاملة بالحرارة : تجرى المعاملات الحرارية إما بالبخار أو بالماء الساخن ، وتؤدي إلى فقد معنوي في بعض العناصر . ويقل الفقد من الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء باستخدام حرارة أعلى لفترة أقل .

(جـ) التقشير : قد يؤدي التقشير إلى فقد بعض العناصر الغذائية . فمثلاً .. قشرة الجزر أغنى في الباسين من باقي الجذر ، وأنسجة ثمرة الطماطم تحت الجلد مباشرة أغنى في فيتامين جـ من باقي الثمرة .

(د) التعقيم : تؤدي عملية التعقيم إلى فقد نسبة كبيرة نسبيًا من بعض العناصر .

(هـ) التعبئة والتخزين : يزداد الفقد في فيتامين جـ وبعض الفيتامينات الأخرى في العبوات التي تسمح بنفاذ الأكسجين ، وعند ارتفاع درجة حرارة التخزين وزيادة فترة التخزين . لذلك ينصح دائمًا بأن يكون التخزين على أقل درجة حرارة ممكنة ، وهي – ١٨ م° للأغذية المجمدة ، و ٢٤ م° للأغذية المعلبة والمفففة . كما يجب استهلاك الأغذية المجهزة في أسرع وقت ممكن .

٢ – ٤ – ٢ : محتوى الخضروات من العناصر الغذائية

الخضروات كمصدر للدهون :

تعتبر الخضروات بوجه عام من أفقر الأغذية في الدهون ، ويتضح ذلك من جدول (٢ – ٨) .

جدول (٢ - ٨) : محتوى الخضروات من البروتين والدهون والمواد الكربوهيدراتية والألياف والرماد والرطوبة .

الخضار	الرطوبة (٪)	السعرات الحرارية (بكل ١٠٠ جم)	البروتين (٪)	الدهون (٪)	الكربوهيدرات الكلية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)
الخرشوف	٨٥,٥	٩ - ٤٧	٢,٩	٠,٢	١٠,٦	٢,٤	٠,٨
الطرطوفة	٧٩,٨	٧ - ٧٥	٢,٣	٠,١	١٦,٧	٠,٨	١,١
الفليون	٩١,٧	٢٦	٢,٥	٠,٢	٥,٠	٠,٧	٠,٦
الفول الرومي الأخضر	٧٢,٣	١٠٥	٨,٤	٠,٤	١٧,٨	٢,٢	١,١
الفاصوليا الخضراء	٩٠,١	٣٢	١,٩	٠,٢	٧,١	١,٠	٠,٧
الفاصوليا الجافة	١٠,٩	٣٤٠	٢٢,٣	١,٦	٦١,٣	٤,٣	٣,٩
فاصوليا الليما الخضراء	٦٧,٥	١٢٣	٨,٤	٠,٥	٢٢,١	١,٨	١,٥
فول الصويا الجاف	١٠,٠	٤٠٣	٤٣,١	١٧,٧	٢٣,٥	٤,٩	٤,٧
البسيلا	١٠,٣	٣٤٥	٢٠,٤	١,٦	٦٤,٠	٤,٣	٣,٧
البروكولي	٨٩,١	٣٢	٣,٦	٠,٣	٥,٩	١,٥	١,١
كرنب بروكسل	٨٥,٢	٤٥	٤,٩	٠,٤	٨,٣	١,٦	١,٢
الكرنب	٩٢,٤	٢٤	١,٣	٠,٢	٥,٤	٠,٨	٠,٧
القاورن	٩١,٢	٣٠	٠,٧	٠,١	٧,٥	٠,٣	٠,٥
الجزر	٨٨,٢	٤٢	١,١	٠,٢	٩,٧	١,٠	٠,٨
القنبيط	٩١,٠	٢٧	٢,٧	٠,٢	٥,٢	١,٠	٠,٩
الكرفس	٩٤,١	١٧	٠,٩	٠,١	٣,٩	٠,٦	١,٠
السلق	٩١,١	٢٥	٢,٤	٠,٣	٤,٦	٠,٨	١,٦
الخرنكش	٨٥,٤	٥٣	١,٩	٠,٧	١١,٢	٢,٨	٠,٨
الشيكوريا	٩٥,١	١٥	١,٠	٠,١	٣,٢	—	٠,٦
الكرنب الصيني	٩٥,٠	١٤	١,٢	٠,١	٣,٠	٠,٦	٠,٧
الكولارد	٨٥,٣	٤٥	٤,٨	٠,٨	٧,٥	١,٢	١,٦
الذرة السكرية	٧٢,٧	٩٦	٣,٥	١,٠	٢٢,١	٠,٧	٠,٧
اللوبيا الخضراء	٨٦,٠	٤٤	٣,٣	٠,٣	٩,٥	١,٧	٠,٩
اللوبيا الجافة	١٠,٥	٣٤٣	٢٢,٨	١,٥	٦١,٧	٤,٤	٣,٥
حب الرشاد	٨٩,٤	٣٩	٣,٦	٠,٧	٥,٥	١,١	١,٨
الخيار	٩٥,١	١٥	٠,٩	٠,١	٣,٤	٠,٦	٠,٥
الفلفلي	٧٣,٠	٩٨	١,٩	٠,٢	٢٣,٧	٠,٨	١,٢
الباذنجان	٩٢,٤	٢٥	١,٢	٠,٢	٥,٦	٠,٩	٠,٦
الخميرة	٨٦,٣	—	٤,٨	٠,٢	٥,١	١,٥	٢,٣
الهندباء	٩٣,١	٢٠	١,٧	٠,١	٤,١	٠,٩	١,٠
الفينوكيا	٩٠,٠	٢٨	٢,٨	٠,٤	٥,١	٠,٥	١,٧
الثوم	٦١,٣	١٣٧	٦,٢	٠,٢	٣٠,٨	١,٥	١,٥
فجل الحصان	٧٤,٦	٨٧	٣,٢	٠,٣	١٩,٧	٢,٤	٢,٢
الملوخية	٨٣,٣	—	٣,٨	٠,٤	٨,٠	١,٧	٢,٨
الكيل	٨٢,٧	٥٣	٦,٠	٠,٨	٩,٠	—	١,٥
كرنب أبوركبة	٩٠,٣	٢٩	٢,٠	٠,١	٦,٦	١,٠	١,٠
الكرات	٨٥,٤	٥٢	٢,٢	٠,٣	١١,٢	١,٣	٠,٩
الخس	٩٤,٠	١٨	١,٣	٠,٣	٣,٥	٠,٧	٠,٩
عيش الغراب	٩٠,٤	٢٨	٢,٧	٠,٣	٤,٤	٠,٨	٠,٩
لبامية	٨٨,٩	٣٦	٢,٤	٠,٣	٧,٦	١,٠	٠,٨
حمل الوزوس	٨٩,١	٣٨	١,٥	٠,١	٨,٧	٠,٦	٠,٦
البصل الأخضر	٨٩,٤	٣٦	١,٥	٠,٢	٨,٢	١,٢	٠,٧
البقدونس	٨٥,١	٤٤	٣,٦	٠,٦	٨,٥	١,٥	٢,٢
السلة الخضراء	٧٨,٠	٨٤	٦,٣	٠,٤	١١,٤	٢,٠	٠,٩
السلة الجافة	١١,٧	٣٤٠	٢٤,١	١,٣	٦٠,٣	٤,٩	٢,٦
الشفل الأخضر	٩٣,٤	٢٢	١,٢	٠,٢	٤,٨	١,٤	٠,٤

جدول (٢ - ٨) : يتبع .

المحصول	الرطوبة (٪)	السعرات الحرارية (بكل ١٠٠جم)	البروتين (٪)	الدهون (٪)	الكربوهيدرات الكلية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)
البطاطس	٧٩,٨	٧٦	٢,١	٠,١	١٧,١	٠,٥	٠,٩
الفرع العسلي	٩١,٦	٢٦	١,٠	٠,١	٦,٥	١,١	٠,٨
الرجلة	٩٢,٥	٢١	١,٧	٠,٤	٣,٨	٠,٩	١,٦
الفجل	٩٤,٥	١٧	١,٠	٠,١	٣,٦	٠,٧	٠,٨
الورباريب	٩٤,٨	١٦	٠,٦	٠,١	٣,٧	٠,٧	٠,٨
الجرجير	٩٠,٦	—	٢,٧	٠,٢	٣,٦	٠,٩	٢,٠
السانخ	٩٠,٧	٢٦	٣,٢	٠,٣	٤,٣	٠,٦	١,٥
الكوسة الزوكيني	٩٤,٦	١٧	١,٢	٠,١	٣,٦	٠,٦	٠,٥
البطاطا	٧٠,٦	١١٤	١,٧	٠,٤	٢٦,٣	٠,٧	١,٠
الطماطم	٩٣,٥	٢٢	١,١	٠,٢	٤,٧	٠,٥	٠,٥
اللفت	٩١,٥	٣٠	١,٠	٠,٢	٦,٦	٠,٩	٠,٧
البطيخ	٩٢,٦	٢٦	٠,٥	٠,٢	٦,٤	٠,٣	٠,٣

أ يرجع الفرق الواضح إلى أن عدد السعرات الحرارية يزداد تدريجيا في المحصول ، نظرا لتحول الكربوهيدرات المختزنة به من أنيولين إلى سكريات أثناء التخزين .

الخضروات كمصدر للبروتينات والمواد الكربوهيدراتية

يوضح جدول (٢ - ٨) محتوى الخضروات من البروتينات والمواد الكربوهيدراتية الكلية ، وكذلك نسبة الألياف والرماد والرطوبة بها ، نقلاً عن Watt & Merrill (١٩٦٣) . وباستثناء البقوليات ، فإن الخضروات لا تعتبر من مصادر البروتين الهامة في غذاء الإنسان ، لكن بعض الخضروات إذا ما استهلكت بكميات كبيرة نسبيًا ، فإنها يمكن أن تمد الإنسان بجزء كبير من حاجته اليومية من البروتين ، ومن ذلك : البطاطس ، والبطاطا ، واليام إذا استخدمها الإنسان كمصدر أساسي للطاقة ، حيث تمده أيضًا بجزء كبير من حاجته من البروتين . أما البقوليات ، فإنها تعد من مصادر البروتين الهامة .

وإذا استهلكت البقوليات بالقدر الذي يكفي لمد الإنسان بكل حاجته من البروتين ، فإنها تمده أيضًا بنسبة عالية من احتياجاته من عناصر الفوسفور ، والحديد ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، وفيتامينات : الثيامين ، والريبوفلافين ، والنياسين ، وكذلك السعرات الحرارية ، وأيضًا فيتامين أ ، جد بالنسبة للبقوليات الخضراء . ويتضح ذلك من جدول (٢ - ٩) .

جدول (٢ ـ ٩) : مدى كفاية البقوليات المختلفة فى مد الانسان بحاجته من السعرات الحرارية والفيتامينات والمعادن إذا ما استخدمت بكميات تكفى لمده بكل احتياجاته اليومية من البروتين .

الخضر	الكمية اللازمة لمد الانسان بكل احتياجاته اليومية من البروتين بالجرام	النسبة المئوية التى يحصل عليها الانسان من العناصر الأخرى عند استهلاكه هذه الكمية								
		فو	ح	كا	مغ	فيتامين أ	فيتامين ج	ثيامين	ريبوفلافين	نياسين	سعرات حرارية
لوبيا خضراء	٧٤٠	١١٠	١٠٥	٣٠	١١٥	٥٠	٢٥٠	١٨٥	٥٥	٧٠	٣٠
لوبيا جافة	١١٧٠	١١٥	١٠٠	٩٠	٢٧٠	٢	صفر	١٥٥	٣٠	٣٠	٣٥
فول صويا أخضر	٦١٠	١١٥	١٠٠	٣٧	ـ	٨٠	٢٠٨	١٦٠	٥٣	٤٩	٢٩
فاصوليا ليما خضراء	٧٩٠	٩٥	١٣٠	٣٧	١٠٨	٤٤	٩٥٠	١٢٠	٥٣	٦٩	٣٥
فاصوليا ليما جافة	٧٣٠	١١٢	١٥٠	٢١	١٤٥	صفر	صفر	٧٩	٢٩	٣٤	١٠
فاصوليا mung جافة	٧١٠	٨٥	١٢٥	٢٩	ـ	٤	صفر	٧٨	٣٥	٤٣	٣٣
عدس	٧٧٠	٩٢	١٠٨	١٩	٦٢	٣	صفر	٤٥	٣١	٣١	٣٣
بسلة خضراء	١١١٠	١١٠	١٣٣	٢٥	٩٥	١٢٠	٤٤٥	٢٦٠	٨٢	١٧٠	٣١
بسلة جافة	٧١٠	٨٥	٨٥	١٦	١٢٨	٦	صفر	١٥٣	٤٨	٥٠	٣٤
فول رومى أخضر	٧٢٠	١١٣	١٠٥	٢٠	ـ	٣٢	٤٣٠	١٦٨	٨٢	٧٧	٣٠
فول رومى جاف	٧١٠	٩٧	١٢٠	٢٥	ـ	٣	صفر	١٠٤	٥٠	٤١	٣٤
فاصوليا جافة	٧٧٠	١١٤	١٣٨	٣٨	١٣١	صفر	صفر	١٥٧	٣٦	٣٦	٣٦

كما يبين جدول (٢ – ١٠)مدى كفاية الخضروات فى مد الإنسان بحاجته من البروتين إذا ما استهلكها بكميات تكفى لمده بكل احتياجاته اليومية من عنصر غذائى آخر (Kelly ١٩٧٢) . هذا .. ولا يكفى أن يكون الغذاء غنيًا فى البروتين ، بل يجب أن يكون البروتين من نوعية جيدة باحتوائه على الأحماض الأمينية الضرورية . ويبين جدول (٢ – ١١) محتوى بعض الخضر من هذه الأحماض الضرورية (النبوى وآخرون ١٩٧٠ ، Wally وآخرون ١٩٧١) .

جدول (٢ ـ ١٠) : مدى كفاية الخضر المختلفة فى مد الانسان بحاجته من البروتين إذا ما استخدمت بكميات تكفى لمده بكل احتياجاته اليومية من عنصر غذائى آخر .

الخضر	كمية الخضر المطبوخة بالجرام اللازمة لمد الانسان بحاجته اليومية الكاملة من العنصر الغذائى المبين		نسبة ما تمده هذه الكمية من الاحتياجات اليومية من البروتين
الفلبون	٥٦٠	فيتامين أ	١٨
الفلبون	١٩٠	فيتامين ج	٧
البروكولى	٢٠٠	فيتامين أ	٩
البروكولى	٥٥	فيتامين ج	٢,٩
كرنب بروكسل	٦٠	فيتامين ج	٤

جدول (٢ - ١٠) : تابع

الخضر	كمية الخضر المطبوخة بالجرام اللازمة لد الانسان بحاجته اليومية الكاملة من العنصر الغذائي المبين		نسبة ما تمده هذه الكمية من الاحتياجات اليومية من البروتين
الكيل	٥٢٠	الكالسيوم	٣٤
الكيل	٦٠	فيتامين أ	٣,٨
الكولارد	٥٣٠	الكالسيوم	٢٧
الكولارد	٦٠	فيتامين أ	٣,٤
البسلة (قرون كاملة)	٣٦٠	فيتامين ج	١٧
الجزر (طازج)	٤٥	فيتامين أ	١,٥
الفاصوليا الخضراء	٩٣٠	فيتامين أ	٢٥
البامية	٢٥٠	فيتامين ج	٨,٥
القنبيط	٩٠	فيتامين ج	٣,٥
الطماطم (طازجة)	٢٢٠	فيتامين ج	٤,٠
البطاطس	٣١٠	فيتامين ج	١١
البطاطس	٣٢٩٠	السعرات الحرارية	١١٥
البطاطا	٦٥	فيتامين أ	١,٨
البطاطا	٢١٩٠	السعرات الحرارية	٧١
البطاطا	٢٩٥	فيتامين ج	٨,٥
اليام	٢٤٨٥	السعرات الحرارية	٨٧

جدول (٢ - ١١) : محتوى بعض الخضروات من الأحماض الأمينية الضرورية (ملليجرام لكل ١٠٠ جرام)

المحصول	التربتوفان Tryptophan	الثريونين Threonine	الأيزوليوسين Isoleucine	اللوسين Leucine	الليسين Lysine	الميثايونين Methionine	الفينيل ألانين Phenylalanine	الفالين Valine	الهستيدين Histidine
البسلة الخضراء	٥٦	٢٤٥	٣٠٨	٤١٨	٣١٦	٥٤	٢٥٧	٢٧٤	١٠٩
الكرنب	١١	٣٩	٤٠	٥٧	٦٦	١٣	٣٠	٤٣	٢٥
السبانخ	٣٧	١٠٢	١٠٧	١٧٦	١٤٢	٣٩٠	٩٩	١٢٦	٤٩
البطاطس	٢١	٧٩	٨٨	١٠٠	١٠٧	٢٥	٨٨	١٠٧	٢٩٠
البطاطا	٣١	٨٥	٨٧	١٠٣	٨٥	٣٣٠	١٠٠	١٣٥	٣١
الجزر	٣٠	٤٣	٤٦	٦٥	٥٢	١٠	٤٢	٥٦	١٧
البصل	٢١	٢٢	٢١	٣٧	٦٤	١٣	٣٩	٣١	١٤
الطماطم	٩	٣٣	٢٩	٤١	٤٢	٧	٢٨	٢٨	١٥
بزر الحمرا (بذور)	٥٢٦	١٥٠٤	٢٠٥٤	٢٩٤٦	٢٤١٤	٥١٣	١٨٨٩	٢٠٠٥	٩١١
فاصوليا (بذور)	٢١٤	١٠٠٢	١٣١٢	١٩٨٥	١٧١٥	٢٢٣	١٢٧٥	١٤٠١	٦٥٨

هذا .. وبعض الخضروات كالخرشوف والطرطوفة تخزن فيها المواد الكربوهيدراتية فى صورة إينولين Inulin ، وهو مركب غير ضار بمرضى السكر ، إلا أنه يتحول تدريجيًا أثناء التخزين إلى سكريات .

الخضروات كمصدر للعناصر

تعتبر الخضروات من أهم المصادر التى تمد الإنسان بحاجته اليومية من العناصر المختلفة . ويوضح جدول (٢ - ١٩) محتوى الخضروات من عناصر : الكالسيوم ، والفوسفور ، والحديد ، والصوديوم ، والبوتاسيوم . ويتضح من الجدول أن البقوليات الجافة هى أغنى الخضروات فى مختلف العناصر .

جدول (٢ - ١٩) : محتوى الخضروات من عناصر الكالسيوم والفوسفور والحديد والصوديوم والبوتاسيوم (ملليجرام/١٠٠ جرام) .

المحصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
الخرشوف	٥١	٨٨	١,٣	٤٣	٤٣٠
الطرطوفة	١٤	٧٨	٣,٤	—	—
اهليون	٠,٦	٦٢	١,٠	٢	٢٧٨
الفول الرومى الأخضر	١,١	١٥٧	٢,٢	٤	٤٧١
الفاصوليا الخضراء	٠,٧	٤٤	٠,٨	٧	١٣٢
الفاصوليا الجافة	٣,٩	٤٢٥	٧,٨	١٩	١١٩٦
فاصوليا الليما الخضراء	١,٥	١٤٢	٢,٨	٢	٦٥٠
فول الصويا الجاف	٢٢٦	٥٥٤	٨,٤	٥	١٦٧٧
البنجر	٣,٧	٣٨٥	٧,٩	٤	١٥٢٩
البروكولى	١,١	٧٨	١,١	١٥	٣٨٢
كرنب بروكسل	١,٢	٨٠	١,٥	١٤	٣٩٠
الكرنب	٠,٧	٢٩	٠,٤	٢٠	٢٣٣
القاوون	٠,٥	١٦	٠,٤	١٢	٢٥١
الجزر	٠,٨	٣٦	٠,٧	٤٧	٣٤١
القنبيط	٠,٩	٥٦	١,١	١٣	٢٩٥
الكرفس	١,٠	٢٨	٠,٣	١٢٦	٣٤١
السلق	١,٦	٣٩	٣,٢	١٤٧	٥٥٠
الخرنكش (الحلويات)	٠,٨	٤٠	١,٠	—	—
الشيكوريا	٠,٦	٢١	٠,٥	٧	١٨٢
الكرنب الصينى	٠,٧	٤٠	١,٦	٢٣	٢٥٣
الكولارد	١,٦	٨٢	١,٥	—	٤٥٠
الذرة السكرية	٠,٧	١١١	٠,٧	أثار	٢٨٠
اللوبيا الخضراء	٠,٩	٦٥	١,٠	٤	٢١٥
اللوبيا الجافة	٣,٥	٤٢٦	٥,٨	٣٥	١٠٢٤
حب الرشاد	١,٨	٧٦	١,٣	١٤	٦٠٦
الخيار	٠,٥	٢٧	١,١	٦	١٦٠

جدول (٢ – ١٣) : تتبع

المحصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
الفلفلس	١٠٢	٦١	١,٠	٧	٥١٢
الباذنجان	١٢	٢٦	٠,٧	٢	٢١٤
الخبيزة	٣٢٤	٦٧	—	—	—
الهندباء	٨١	٥٤	١,٧	١٤	٢٩٤
الفيتوكيا	١٠٠	٥١	٢,٧	—	٣٩٧
الثوم	٢٩	٢٠٢	١,٥	١٩	٥٢٩
فجل الحصان	١٤٠	٦٤	١,٤	٨	٥٦٤
الملوخية	٢٨١	٦٠	—	—	—
الكيل	٢٤٩	٩٣	٢,٧	٧٥	٣٧٨
كرنب أبو ركبة	٤١	٥١	٠,٥	٨	٣٧٢
الكرات	٥٢	٥٠	١,١	٥	٣٤٧
الخس	٦٨	٢٥	١,٤	٩	٢٦٤
عيش الغراب	٦	١١٦	٠,٨	١٥	٤١٤
الباميا	٩٢	٥١	٠,٦	٣	٢٤٩
بصل الرؤوس	٢٧	٣٦	٠,٥	١٠	١٥٧
البصل الأخضر	٥١	٣٩	١,٠	٥	٢٣١
البقدونس	٢٠٣	٦٣	٦,٢	٤٥	٧٢٧
البسلة الخضراء	٢٦	١١٦	١,٩	٢	٣١٦
البسلة الجافة	٦٤	٣٤٠	٥,١	٣٥	١٠٠٥
الفلفل الأخضر	٩	٢٢	٠,٧	١٣	٢١٣
البطاطس	٧	٥٣	٠,٦	٣	٤٠٧
الفرع العسلي	٢١	٤٤	٠,٨	١	٣٤٠
الرجلة	١٠٣	٣٩	٣,٥	—	—
الفجل	٣٠	٣١	١,٠	١٨	٣٢٢
الروبارب	٩٦	١٨	٠,٨	٢	٢٥١
الجرجير	٣٥٢	٤٦	—	—	—
السبانخ	٩٣	٥١	٣,١	٧١	٤٧٠
الكوسة الزوكيني	٢٨	٢٩	٠,٤	١	٢٠٢
البطاطا	٣٢	٤٧	٠,٧	١٠	٢٤٣
الطماطم	١٣	٢٧	٠,٥	٣	٢٤٤
اللفت	٣٩	٣٠	٠,٥	٤٩	٢٦٨
البطيخ	٧	١٠	٠,٥	١	١٠٠

الخضروات كمصدر للفيتامينات

تعتبر الخضروات من أهم المصادر التي تمد الإنسان باحتياجاته اليومية من الفيتامينات ، خاصة فيتامينات آ ، ب (الثيامين) ، وب٢ (الريبوفلافين) ، والنياسين ، وحـ (حامض الأسكوربيك) . ويوضح جدول (٢ – ١٣) محتوى الخضر من هذه الفيتامينات (عن Watt & Merrill ١٩٦٣ ، استينو وآخرين ١٩٦٣ بالنسبة للخضر المحلية ، كالملوخية والجرجير والخبيزة) .

جدول (٢ ـ ١٣) : محتوى الخضر من الفيتامينات (لكل ١٠٠ جرام) .

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبو فلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الأسكوربيك (ملليجرام)
الخرشوف	١٦٠	٠,٠٨	٠,٠٥	١,٠	١٢
الطرطوفة	٢٠	٠,٢٠	٠,٠٦	١,٣	٤
الخليون	٩٠٠	٠,١٨	٠,٢٠	١,٥	٣٣
الفول الرومي الأخضر	٢٢٠	٠,٢٨	٠,١٧	١,٦	٣٠
الفاصوليا الخضراء	٦٠٠	٠,٠٨	٠,١١	٠,٥	١٩
الفاصوليا الجافة	—	٠,٦٥	٠,٢٢	٢,٤	—
فاصوليا الليما الخضراء	٢٩٠	٠,٢٤	٠,١٢	١,٤	٢٩
فول الصويا الجافة	٨٠	١,١٠	٠,٣١	٢,٢	—
البنجر	أثار	٠,٤٨	٠,١٧	١,٩	—
البروكولي	٢٥٠٠	٠,١٠	٠,٢٣	٠,٩	١١٣
كرنب بروكسل	٥٥٠	٠,١٠	٠,١٦	٠,٩	١٠٢
الكرنب	١٣٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٣	٤٧
القاوون	٣٤٠٠	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٦	٣٣
الجزر	١١٠٠٠	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٦	٨
القنبيط	٦٠	٠,١١	٠,١٠	٠,٧	٧٨
الكرفس	٢٤٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	٩
السلق	٦٥٠٠	٠,٠٦	٠,١٧	٠,٥	٣٢
الخرنكش (الحلويات)	٧٢٠	٠,١١	٠,٠٤	٢,٨	١١
الشيكوريا	١٤٨٨٠	٠,٢٢	٠,٣٧	١,٩	٨٢
الكرنب الصيني	١٥٠	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٦	٢٥
الكولارد	٩٣٠٠	٠,١٦	٠,٣١	١,٧	١٥٢
الذرة السكرية	٤٠٠	٠,١٥	٠,١٢	١,٧	١٢
اللوبيا الخضراء	١٦٠٠	٠,١٥	٠,١٤	١,٢	٣٣
اللوبيا الجافة	٣٠	١,٠٥	٠,٢١	٢,٢	—
حب الرشاد	٩٣٠٠	٠,٠٨	٠,٢٦	١,٠	٢٩
الخيار	٢٥٠	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٢	١١
الفلفل	٢٠	٠,١٣	٠,٠٤	١,١	٤
الباذنجان	١٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٦	٥
الخبيزة	١٥٠٠٠	—	—	—	—
الغندباء	٣٣٠٠	٠,٠٧	٠,١٤	,٥	١٠
العنبوكيا	٣٥٠٠	—	—	—	٣١
الثوم	أثار	٠,٢٥	٠,٠٨	,٥	١٥
فحل الخصيان	—	٠,٠٧	—	—	٨١
الملوخية	١٢٥٥٠	—	—	—	—
الكيل	١٠٠٠٠	٠,١٦	٠,٢٦	٢,١	١٨٦
كرنب أبو ركبة	٢٠	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٣	٦٦
الكراث	٤٠	٠,١١	٠,٠٦	٠,٥	١٧
الخس	١٩٠٠	٠,٠٥	٠,٠٨	٠,٤	١٨
عيش الغراب	أثار	٠,١٠	٠,٤٦	٤,٢	٣
الباذية	٥٢٠	٠,١٧	٠,٢١	١,٠	٣١
بصل الرؤوس	٤٠	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٢	١٠
البصل الأخضر	٢٠٠٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٤	٣٢
البقدونس	٨٥٠١	٠,١٢	٠,٢٦	١,٢	١٧٢
البسلة الخضراء	٦٤٠	٠,٣٥	٠,١٤	٢,٩	٢٧
البسلة الجافة	١٢٠	٠,٧٤	٠,٢٩	٣,٠	—
الفلفل الأخضر	٤٢٠	٠,٠٨	٠,٠٨	٠,٥	١٢٨
البطاطس	أثار	١٠	٠,٠٤	١,٥	٢٠

جدول (٢ – ١٣) : يتبع .

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبو فلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الأسكوربيك (ملليجرام)
الفرع العسل	١٦٠٠	٠,٠٥	٠,١١	٠,٦	٩
الرجلة	٢٥٠٠	٠,٠٣	٠,١٠	٠,٥	٢٥
الفجل	١٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	٢٦
الروبارب	١٠٠	٠,٠٣	٠,٠٧	٠,٣	٩
الجرجير	٤٧٧٠	–	–	–	–
السبانخ	٨١٠٠	٠,١٠	٠,٢٠	٠,٦	٥١
الكوسة الزوكيني	٣٢٠	٠,٠٥	٠,٠٩	١,٠	١٩
الطاطا	٨٨٠٠	٠,١٠	٠,٠٦	٠,٦	٢١
الطماطم	٩٠٠	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٧	٢٣
الفلفل	آثار	٠,٠٤	٠,٠٧	٠,٦	٣٦
البطيخ	٥٩٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٢	٧

٢ – ٥ : كمية العناصر الغذائية المنتجة من وحدة المساحة من الخضر

قام Munger (١٩٦٣) بحساب كمية العناصر الغذائية التى تنتج من فدان واحد من ٢٤ محصول من الخضر تحت الظروف المصرية ، معتمدًا على إحصائيات إنتاجية الفدان من هذه الخضروات خلال الفترة من ١٩٥٦ إلى ١٩٦٠ . ويوضح جدول (٢ – ١٤) نتائج هذه الدراسة .

هذا .. ويمكن لمن يرغب فى الاستزادة من موضوع القيمة الغذائية للخضروات الرجوع إلى المراجع التالية :

١ – Church & Church (١٩٧٥) ، وهو مرجع شامل للقيمة الغذائية لكافة الأغذية الطازجة والمجهزة بالطرق المختلفة .

٢ – Harris & Karmas (١٩٧٥) بخصوص القيمة الغذائية لمختلف الأغذية ، ومدى تأثير العوامل البيئية وعمليات التداول التالية للحصاد وعمليات التصنيع عليها .

٣ – Bressani (١٩٨٣) بخصوص دور الخضروات والبقوليات المختلفة فى إمداد الإنسان بحاجته من العناصر الغذائية .

جدول (٢ - ٩٤) : كمية العناصر الغذائية التي يتضمها فدان واحد من الخضر .

الخضر	متوسط محصول الفدان (طن)	السعرات الحرارية		البروتين		الكالسيوم		الفسفور		اليود		الحديد		فيتامين (أ)		فيتامين (ب)		فيتامين (جـ)		متوسط الترتيب
		العدد × ١٠٠٠	الترتيب	(كجم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(وحدة دولية) × ١٠٠٠	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	
الخرشوف	١٠,٥٥	٢٢٨٨	٧	١٥٦,٨	٣	٢٠٣	١٧	٦١,٦	١٩	٦٠	٢٠	٣,٦٢	١٢	٠,٩٤	٢٠	٠,٠٤	٢٠	٤٩	٢٢	٢٠
الطماطم	٦,٠	١٦٤٠	٢٢	٩٦,٠	٢٧	٩٦٠	١٦	٣٦,٠	١٨	١٠٠٠	٤	٣,٥١	١٣	٠,٤٠	١٣	٠,٠٤	١٠	٣٠,٠	١٠	١١
الفجل	٦,٦	٢١٤٢	٦	٨٢,٨	١٠	٦٨٠	١٤	٣٣,١	١٤	٣٣٠	١٤	١,٨٤	٢٠	٠,٦٤	١٤	٠,٠٤	١٨	١٣,٢	١٤	١٤
الخيار	٩,٢	١٣٠٩	١١	٩٧,٩	٢٣	٩٨٩	٢٢	٩٤,٩	١١	٨٣٠	٢١	٠,٩٦	٢٠	٠,٠٦	٢١	٠,٠٤	٢٠	٩,٣	٢٠	٢٢
البطاطس	٦,٦	٤٦٢٠	٣	١٦٢,٩	٨	٤٤٢	١٨	٩٦,٦	٩	...	٢٢	٥,٥٨	٩٩	٠,٥٨	٩	٠,٠٤	١٦	٤٨٦	٩	٠٠
الشمام	٢,٠	٧٠٠	٢٣	٢٠,٠	٩٤	٢٠٠	١٨	٤٤٠	١٠	٢٤٠٠	٢٣	٥,٠٠	٢٢	٠,٠٤	٢٣	٠,٠٤	١٦	١٢,٠	١٦	٢٣
الجزر	٤,٩	٤٩٠	٢٤	٢٩,٤	٩٦	٣٤٣	١٠	٤٨,٠	٢٣	...	٩٩	٠,٨٤	٩٦	٠,٠٤	٩٦	٠,٠٤	٢٦	٤٨٤	١٦	٩١
الكوسة	٧,٢	٨٣٦	٩٤	٥٠,٤	٩١	١٠٨٠	١٦	٣٦,٠	١٧	٧٧٥٠	١٦	٣,٦٠	١٣	٠,٠٤	١٣	٠,٠٤	٨	٢٠٢٤	٨	١٨
الكرنب	١٢,٥	١٧٨٤	١١	٦٨,٥	٧	٢٤٧٠	١	٣٤٧٠	١٢	٢٣٨٠	٩	٣,٠٤	٦	٠,٠٤	٦	٠,٠٤	٦	٣٦٠٤	٦	٨
الباذنجان	٨,٠	٦٩٠٠	١٢	٨٨,٠	١١	٦٤٢٠	١٤	٦٤,٥	١٦	٢٦٣٠	١٦	٣,٤٤	١٤	٠,٠٤	١٤	٠,٠٤	١٦	٣٤٠	١٤	١٣
الثوم	٤,٠	٣٤٨٠	١	٦٨٠,٠	٩	٦٨٠	٨	٢٠,٢	٧	...	٢٠	٥,١٤	٢٠	٠,٠٤	٢٠	٠,٠٤	١٣	٨٨٠	١٠	٦
البطاطا	٧,٣	٩٤٨١	٣	٧٩,٣	١٢	٩٠٦٦	٦	٥٧,٦	٣	٤٣٥٠	١٢	٢,٠٦	١٠	٠,٠٤	١٠	٠,٠٤	٦	٣٦٨٦	٨	٣
الذرة	٤,٦	١٤٢٦	١٣	٩٣,٦	١٣	٣٠٤٦	٨	٢٠,٦	٢	١٦٩٣٠	١١	٣,٦٨	١١	٠,٠٦	١١	٠,٠٤	١٠	٨٢٢	٦	٧
الفجل	٤,٠	١٠١٤	١٨	٢٤,٠	٢٣	٣٧٠	٩٠	٢٤,٠	١١	١٣٤٠٠	٢٣	٣٠,٥	٢٢	٠,٠٤	٢٢	٠,٠٤	٢٠	٣,٠٦	١٠	١٦
البسلة الخضراء	٢,٧	٩٧٢	١٩	٧٥,٣	١٣	٢٩٧	٢١	٣١,٣	١٠	٥٠٩٠	١٨	٢,٠٦	١٠	٠,٠٤	١٠	٠,٠٤	١٤	٣٩٧	١٤	١٧
الفول	٧,٠	١٨٩٠	١٠	٩٣,٠	١٩	٤٣٨٠	٣	٤٤,٠	٦	٩٠٠	١٨	٣,٠٦	١٢	٠,٠٤	٨	٠,٠٤	٣	١٤,٠	٣	٨
السبانخ	٩,٠	١٦٩٠	١٥	١١٩,٠	٦	١١٨٠	١٢	٤٤,٠	٣	٤٥٠٠	١٥	٤,٠٦	١٩	٠,٠٤	١٩	٠,٠٤	٣	٣٢٣٠	٣	٤
الخضروات الخضراء	٣,٠	٩٦٠	٢١	٦٦,٠	٢٧	٦٦٠	٩	٩٦,٠	٢٠	١١٠٠٠	٢٠	٣,٦٠	١٨	٠,٠٤	١٧	٠,٠٤	١٠	٤٠٠	١٧	١٩
العدس	٨,٦	٨٦٠	٢٣	٩٧,٤	١٤	١٦٦٢	١٠	٢٨,٨	١١	١٤٩٨٠٠	٣	٥,٠٦	١٩	٠,٠٤	٢٣	٠,٠٤	٣	٨,٦	٢٣	١٧
الفول	٧,٤	٢٩٣٨	٥	٩٤,٠	١٥	٢٦٩٤	٤	٤١,٨	٤	٤٩٦,٠٠٠	٢٤	٤,٤٤	٨	٠,٠٤	٨	٠,٠٤	١٦	٤١٤	٩	٩
البسلة	٦,٠	١٠٥٤	١٩	١١١,٦	٩	٤٤٠	٢٤	غير ميسر	٢٤	٤٣٠٤٦	٩٤	غير ميسر	٢٤	٠,٠٤	٢٤	٠,٠٤	١٩	٦٩٠٤	٩	٩
الفلفل	٨,٩	٤٣٨٠	١	١٤٢,٤	٤	٢٤٢٩	١٤	٩٦,٢	١	١٧٨٠	١	٩٦,٢	١٧	٠,٠٤	١٧	٠,٠٤	١٦	٩٠٤	٢١	٢١
الخضروات الورقية	٠,٦	٩٠٤٦	٨	١٣٤,٦	١٠	٨٢٩	٥	٤٠,٢	٨	١٤٠	٢١	٣,٦٤	١٦	٠,٠٨	٢٣	٠,٠٤	٢٠	١٢,٦	٢٣	٢١
فول الصويا	٠,٦	٩٠١٠	٩	٢٢٨,٠	١	١٩٤٨	١٠	٢٩,٠	١٦	٨٤٠	٣	٦,٠٨	١٨	٠,٠٤	٣	٠,٠٤	٢٠	١٣,٠	٢٠	١٠

٢ - ٦ : المراجـــع

الحاج ، محمد على (١٩٦٩) . غذاؤك حياتك . دار مكتبة الحياة - بيروت - ٥٣٤ صفحة .

القبانى ، صبرى (١٩٧٦) . الغذاء لا الدواء . دار العلم للملايين - بيروت - ٦٤٧ صفحة .

البوى ، صلاح الدين محمود ، ويوسف أمين وإل ، وأحمد فريد السهريجى ، وعادل سعد الدين عبد القادر ، وأحمد أحمد جويل ، ويحيى محمد حسن (١٩٧٠) . الخاصلات البستانية : إعدادها وإنضاجها وتخزينها وتصديرها . دار المعارف - القاهرة - ١٠٩٦ صفحة .

صقر ، السيد محمد (١٩٦٥) . محاصيل الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧٣٤ صفحة .

Arthey, V.D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London. 228p.

Bradley, G.A. 1972. Fruits and vegetables as world sources of vitamins A and C. HortScience 7: 141-143

Bressani, R. 1983. World needs for improved nutrition and the role of vegetables and legumes. Asian Vegetable Research and Development Center. 10th Anniversary Monograph Series. Shanhua, Taiwan, Republic of China

Church, C.F. and H.N. Church 1975 (12th ed.). Food values of portions commonly used. J.B. Lippincott Co., N.Y. 197p.

Harris, R.S. 1975. Effects of agricultural practices on foods of plant origin. In R.S. Harris and E. Karmas (Eds) "Nutritional Evaluation of Food Processing, pp. 33-57. The Avi Pub, Co., Inc., Westport, Connecticut.

Harris, R.S. and E. Karmas (Eds). 1975. Nutritional evaluation of food processing. The Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 670 p.

Harrow, B. and A. Mazur. 1966. (9th ed.). Textbook of biochemistry. W.B. Saunders Co., Philadelphia. 648 p.

Keane, K.W. 1972. Mineral nutrition in humans. HortScience 7: 145-147.

Kelley, J.F. 1972. Horticultural crops as sources of proteins and amino acids. HortScience 7: 149-151.

Munger, H.M 1963. Report to the government of the united Arab Republic on vegetable improvement and seed production. FAO, Report No. 1781.

Munger, H.M. 1979. The potential of breeding fruits and vegetables for human nutrition. HortScience 14: 247-250.

Nelson, P.E. 1972. Processing effects on the nutritional components of horticultural crops. HortScience 7: 151-153.

Peck, N.H., D.L. Gruners, R.M. Welch and G.E. MacDonald. 1980. Nutritional quality of vegetable crops as affected by phosphorus and zinc fertilizers. Agron. J. 72: 528-534.

Splittstoesser, W.E., J.S. Vandemark and S.M.A. Khan. 1974. Influence of nitrogen fertilization upon protein and nitrate concentration in some vegetable crops. HortScience 9: 124-125.

United States Department of Agriculture. 1964 Nutritive value of foods. Home and Garden Bul. 72. 36p.

Wally, Y.A., Y.M. Hassan and A.R. Nassar. 1971. A survey of the amino acid constituents in a wide range of horticultural plants. Faculty of Agr. Ain Shams Univ. Res. Bul. 700. 26p.

Watt, B.K. and A.L. Merrill. 1963. Composition of foods. U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 8. 190p.

الفصل الثالث

محتوى الخضروات من المركبات الضارة بصحة الإنسان

إلى جانب ما تحتويه الخضروات من عناصر غذائية ضرورية للإنسان ، فإن بعضها يحتوى على مركبات ضارة بصحته . وهي تتشابه فى ذلك مع العديد من النباتات الأخرى ، إلا أن هذه المركبات الضارة توجد غالبًا فى الخضروات غير الناضجة أو المصابة بأمراض أو عيوب فسيولوجية معينة يسهل التعرف عليها ، أو أنها توجد فى الأجزاء السليمة المستخدمة فى الغذاء ، ولكنها - أى المواد الضارة - تستبعد عند تقشير الخضر ، أو تتحطم عند الطهى . وفيما عدا ذلك .. فإن أى نبات طازج وسليم ويحتوى على مركبات ضارة بصحة الإنسان لا يزول أثرها عند الطهى لا يعد من الخضروات ، وإنما من النباتات السامة . ومن أمثلة ذلك : بعض الأنواع البرية من عيش الغراب ، مثل :

Amanita phalloides

A. verna

A. virosa

حيث إن الأنواع المزروعة من عيش الغراب التى لا تحتوى على أى مركبات ضارة بصحة الإنسان هى :

Agaricus bisporus

Lentinus edodes

Armillaria mastsudake

Volvariella volvacea

Pholiata nameko

وتحتوى الأنواع السامة من عيش الغراب على ٣ مركبات سامة هى :

١ - الفالين Phallin ، وهو يؤدى إلى تحطيم كرات الدم الحمراء ، ولكنه يصبح غير فعال كإدة سامة بالتسخين أو الغليان فى الماء .

٢ – أمانيتين Amanitine

٣ – فالويدين Phalloidine

وهما يؤثران على الكبد والكلى والقلب ، ولا يمكن التخلص منهما بالتسخين (Yamaguchi ١٩٨٤) .

وسنوجز فى هذا الباب بعض المركبات الضارة التى توجد فى محاصيل الخضر ، ويمكن لمن يرغب فى التعمق فى موضوع المركبات السامة فى النباتات – بوجه عام – الرجوع إلى Kehr (١٩٧٣) ، Liener (١٩٧٣ ، ١٩٨٠) ، Yamaguchi (١٩٨٣) .

٣ – ١ : الأوكسالات

إذا وجد أيون الأوكسالات Oxalate فى الطعام ، فإنه يتحد مع أيون الكالسيوم الموجود فى نفس الطعام ، وفى الأطعمة الأخرى التى تؤكل معه ؛ مكونًا ملح أوكسالات الكالسيوم ، ويؤدى ذلك إلى :

١ – ترسيب أيون الكالسيوم ، فلا يستفيد الجسم منه .

٢ – قد ترسب أوكسالات الكالسيوم فى الكلى وتكون حصوات الكلى .

ويوجد أيون الأوكسالات بكثرة فى كل من السبانخ والسلق والبنجر والسباغ البوزيلندى والفلفلين والروبارب . وللمزيد من التفاصيل فى هذا الموضوع يمكن الرجوع إلى Francheschi & Horner (١٩٨٠) .

٣ – ٢ : النتـــرات

يحدث التأثير السام لأيون النترات nitrate عندما يتحول إلى أيون نيتريت nitrate ، وهو الأمر الذى قد يحدث قبل أو بعد تناول الطعام المحتوى على النترات . أى أن التسمم يحدث من أيون النيتريت الذى يؤدى فى حالة امتصاص الجسم له بكميات كبيرة إلى أكسدة الهيموجلوبين من حالة الحديدوز ferrous hemoglobin إلى حالة الحديديك ferric hemoglobin ، فيفقد بذلك مقدرته على إمداد الجسم بالأوكسجين ويحدث التسمم ، وهى الحالة التى تعرف طبيًا باسم ميثيموجلوبينميا methemoglobinemia . هذا .. ويستخدم تركيز النترات كدليل مباشر على مدى احتمال التسمم بأيون النيتريت .

وقد وضعت بعض الدول حدودًا لأقصى ما يمكن أن تحتويه مياه الشرب من أيون النترات ، فالحد الأقصى المسموح به فى الولايات المتحدة هو ١٠ جزء فى المليون ، لكن ذلك لم يحدد بالنسبة للخضر . وتتراوح الجرعة السامة للفرد الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٠,٧ – ١,٠ جم نيتروجين نتراتى ، وتنخفض هذه الجرعة إلى أقل من ٠,٠٧ – ٠,١ جم فى الأطفال الرضع الذين يكونوا أكثر

حساسية للتسمم من النترات من الأطفال الأكثر سنًا أو الأفراد البالغين ، لكن لحسن الحظ .. فإن هذه الجرعات السامة لا يصل إليها أى فرد ، لأن ذلك يتطلب – فى حالة البالغين – أن يتناول الفرد من ١,٥ – ٢ كجم من السباغ فى وجبة واحدة .

ويبدو أن النترات تتراكم على وجه خاص فى أعناق الأوراق والسيقان ، كما فى السباغ ، كما تتراكم أيضًا فى جذور البنجر والفجل ، لكن لا يحدث تراكم للنترات فى جذور الجزر والبطاطا ، أو فى ثمار الطماطم ، أو فى قرون الفاصوليا الخضراء ، كما لا تتراكم فى أبصال البصل .

٣ – ٢ – ١ : العوامل المؤثرة على مستوى النترات فى الخضر

يتأثر مستوى أيون النترات فى الخضر بالعوامل الآتية :

١ – الصنف :

فعلى سبيل المثال .. أوضحت الدراسات التى أجريت على السباغ زيادة محتوى أيون النترات فى الصنف وينتربلومسديل Winter Bloomsdale ذات الأوراق المجعدة ، عنه فى صنفين من ذوات الأوراق الملساء .

٢ – مصدر السماد الأزوتى

ففى السباغ يزداد محتوى الأوراق من أيون النترات مع زيادة التسميد النتراتى ، بالمقارنة بالتسميد الأمونيومى . فقد كانت نسبة النترات بالأوراق ٠,٤٠٪ فى حالة التسميد بنترات البوتاسيوم ، وانخفضت إلى ٠,٢٨٪ عند التسميد بنترات الأمونيوم ، وإلى ٠,٢١٪ مع التسميد باليوريا ، ولم يكن للتسميد بالعناصر الأخرى أى تأثير على مستوى النترات بالنبات . وقد أدت معاملة التربة بمثبطات النترتة nitrification inhibitors إلى خفض تراكم النترات بأوراق السباغ .

٣ – طريقة التسميد :

وجدت زيادة فى تراكم أيون النترات فى السباغ عند إضافة السماد نثرًا قبل الزراعة ، عما لو أضيف إلى جانب النباتات أثناء نموها . وربما يرجع ذلك إلى زيادة فترة امتصاص النبات لأيون النترات فى الحالة الأولى ، عنه فى الحالة الثانية (Maynard & Barker ١٩٧٢) .

ويمكن لمن يرغب فى المزيد من التفاصيل عن موضوع تراكم النترات فى محاصيل الخضر الرجوع إلى Spinrocosser وآخرين (١٩٧٤) ، و Maynard وآخرين (١٩٧٦) ، و Mills & Jones (١٩٧٩) .

٣ – ٣ : الثيوجليكوسايدز

تؤدى مركبات الثيوجليكوسايدز Thioglycosides إلى تضخم الغدة الدرقية ، ويطلق عليها اسم Goiterogenic Agents . وتنتشر هذه المركبات بكثرة فى العائلة الصليبية ، وتوجد على صورة

جليكوسيدات تحتوى على كبريت ، مثل مركب السنرجين Sinigrin الذى لا يعتبر فى حد ذاته سامًا للإنسان ، إلا أنه يتحول بفعل إنزيم ميروزينيز myrosinase إلى مركبات أخرى سامة ، مثل :

allyliso thiocyanate & 5- vinyloxazolidine-2- thione

وهى التى تؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية ، إلا أن إتلاف الإنزيم بالحرارة عند الطهى يمنع هذا التحول (Liener ١٩٧٣) .

٣ - ٤ : الكيوكربتنز

الكيوكربتنز Cucurbitacins هى عبارة عن جليكوسيدات مرة الطعم توجد فى ثمار بعض القرعيات ، مثل : الخيار والقثاء ، وبعض سلالات الكوسة والبطيخ البرى ، وهى سامة جدًا للإنسان .

٣ - ٥ : القلويات الجليكوسيدية

تنتشر القلويات الجليكوسيدية Glycoalkaloids فى الخضر الباذنجانية ، مثل الطماطم والبطاطس ، فتحتوى ثمار الطماطم الخضراء على التوماتين Tomarine ، لكنه يختفى فى الثمار الناضجة ، كما تحتوى درنات البطاطس التى تعرضت للضوء على السولانين Solanine ، وكلاهما سام للإنسان (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٣ - ٦ : السيانوجينات

السيانوجينات Cyanogen هى مركبات جليكوسيدية تعطى عند تحللها HCN ، وهو من المركبات الشديدة السمية للإنسان ، لأنه يؤثر على إنزيمات التنفس . ويوضح جدول (٣ - ١) محتوى بعض الخضروات من الـ HCN .

جدول (٣-١): الخضروات ذات المحتوى المرتفع من الـ HCN

الخضر	تركيز HCN (ملليجرام / ١٠٠ جرام)
فاصوليا الليما	١٤,٤ - ١٦,٧
الكاسافا (الأصناف المرة)	١١٣
اللوبيا	٢,١
البسلة	٢,٣
الفاصوليا الجافة	٢,٠
الحمص *Cicer arietinum*	٠,٨
الجرام الأحمر *Cajanus cajan*	٠,٥

وتعتبر الأصناف الحديثة من فاصوليا الليما أقل كثيرًا فى محتواها من HCN عن الأصناف القديمة . وتوجد السيانوجينات كذلك فى الفول الرومى . وتعتبر الذرة الرفيعة – وهى أحد المحاصيل الحقلية – من أهم النباتات التى تشتهر بارتفاع محتواها من السيانوجينات ، حيث تصل إلى ٢٥٠ ملليجرام/١٠٠ جرام .

٣ – ٧ : المركبات المسببة للفافيزم

الفافيزم Favism هو مرض يحدث لبعض الأفراد ذوى الحساسية عند أكلهم للفول الرومى أو البلدى ، ويؤدى إلى التسمم والموت إن لم يسعف المريض بالعلاج السريع . ويرجع المرض إلى مركبات من مشتقات البريميدين Primidine derivatives تعرف باسم isouramil, divicine التى تحدث الحالة الطبية المعروفة باسم hemolytic anemia لدى الأفراد الذين لا يمكنهم إنتاج إنزيم معين يعرف باسم NADP-linked 6-phosphate dehydrogenase . ويشيع هذا المرض خاصة فى حوض البحر الأبيض المتوسط (Liener ١٩٧٣) .

٣ – ٨ : المركبات الضارة الأخرى التى توجد فى الخضر

١ – الهيماجلوتانينات Hemagglutinins : توجد فى البذور الجافة للعديد من البقوليات ، خاصة الفاصوليا وفول الصويا ، وتسبب قلة امتصاص الغذاء ، وضعف النمو .

٢ – اللاثروجينات Lathrogens : توجد فى الـ chick pea ، وتسبب الشلل .

٣ – مثبطات التربسين Trypsin inhibitors : توجد فى بذور الفاصوليا الجافة ، وتوقف نشاط إنزيم التربسين .

٤ – السابونينات Saponins : توجد فى فول الصويا ، وتحدث غازات فى الأمعاء ، وتقلل من فاعلية الكائنات الدقيقة بها .

٥ – مثبطات إنزيم الكولينستريز Cholinestrase inhibitors : توجد فى لحاء الكوسة والقرع العسلى ، وتؤثر على الأعصاب (Kehr ١٩٧٣) .

٣ – ٩ : المركبات الضارة التى تتكون فى الأجزاء النباتية المصابة بالأمراض

تؤدى الإصابة ببعض الكائنات المسببة للأمراض النباتية أحيانًا إلى إنتاج مركبات خاصة فى الأنسجة المصابة والأنسجة المحيطة بها تعمل على وقف تقدم الإصابة ، ويعتبر ذلك نوعًا من مقاومة النباتات الطبيعية للأمراض . وتعرف المركبات المتكونة هذه باسم فيتوالأكسينات phytoalexins ، ومن الفيتوالأكسينات المعروفة تلك التى تنتجها محاصيل الخضر التالية :

٦ - البسلة :

ينتج بالبسلة فينولأكسين البرازين Pisatin الذى يؤدى بتركيز أعلى من ٢٠٠ جزء فى المليون إلى إتلاف كرات الدم الحمراء ، وانطلاق البوتاسيوم الخلوى فى خلال ٨ دقائق فى الماشية .

٧ - الفاصوليا :

تنتج الفاصوليا عددًا من الفينولأكسينات منها :

فاسيولدين phaseollidin ، فاصيولين Phaseollin ، كيفيتول Kievitone ، فاصيوليسوفلافان Phaseollinisoflavan ، كيومستيرول Coumestrol .

وقد وجد أن الفاصيولين بتركيز ١٧ جزء فى المليون يؤدى إلى إتلاف كرات الدم الحمراء فى الماشية والأغنام .

٨ - الخـــرز :

ينتج الخرز عددًا من الفينولأكسينات منها حامض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid ، ميريستيسين Myristicin . ومن المعروف أن حامض الكلوروجينيك منبط لامتصاص الڤيتامين فى أمعاء الفئران . أما ميريستيسين ، فله خصائص مبيدات حشرية ، وقد تؤدى الجرعات التى تزيد عن ٤٠٠ جزء فى المليون إلى إحداث هلوسة للإنسان . ونظرًا لأن أصناف الخرز العادية لا يزيد تركيز الميريستيسين بها عن ٢٠ جزء فى المليون ، لذا يلزم لظهور الأعراض أن يستهلك الفرد الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٥ كجم من الخرز دفعة واحدة .

٩ - البطاطـــا :

يوجد بالبطاطا فينولأكسينات كثيرة منها الأيبوميامارون Ipomeamarone الذى يعتبر سامًا للإنسان إذا وجد بتركيزات عالية ، كما فى جذور البطاطا المصابة بالأمراض .

١٠ - البطاطس :

يعرف منذ زمن بعيد أن درنات البطاطس المصابة بالندوة تحدث عند استهلاكها تسممًا للإنسان . كذلك يؤدى تعرض الدرنات للضوء أو إصابتها ببعض الأمراض إلى تكون مركب الفاسولاڤين Solanine - الذى يعتبر سامًا للإنسان إذا تعاطى منه الشخص الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٢١٠ ملليجرام (Nash ١٩٧٨) .

٣ - ١٠ : التلوث الميكروبى فى محاصيل الخضر

يعتبر موضوع التلوث الميكروبى للخضر - وأثره على الصحة العامة وأهميته عند تصنيع الخضروات - خارجًا عن نطاق هذا الكتاب ، ويمكن لمن يرغب الإطلاع على هذا الموضوع الرجوع إلى Gould (١٩٧٣) .

٣ - ١١ : المراجـــع

Franceschi, V.R. and H. T. Horner, Jr. 1980.Calcium oxalate crystals in plants. Bot. Rev 46: 361-427

Gould, W.A. 1973. Micro-contamination of horticultural products. HortScience 8: 116-119.

Kehr, A.E. 1973. Naturally occurring toxicants and nutritive value in food crops: the challenge to plant breeders. HortScience 8: 4-5.

Liener, I.E. 1973. Naturally occurring toxicants of horticultural significance. HortScience 8: 112-116

Liener, I.E. (Ed.) 1980. Toxic constituents of plant foodstuffs. Academic Pr., N.Y. 502p.

Maynard, D.N. and A.V. Barker. 1972. Nitrate content of vegetable crops. HortScience 7: 224-226.

Maynard, D.N., A.V. Barker, P.L. Minotti and N.H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.

Mills, H.A. and J.B. Jones, Jr. 1979. Nutrient deficiencies and toxicities in plants: nitrogen. J. Plant nutrition 1: 101-122.

Splittstoesser, W.E., J.S. Vandemark and S.M.A. Khan. 1974. Influence of nitrogen fertilization upon protein and nitrate concentration in some vegetable crops. HortScience 9: 124-125.

Sorak, J.G. 1978. Phytoalexins and human health- a review. Proc. Fla State Hort. Soc. 91: 256-258.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415p.

الفصل الرابع

تقسيم الخضر

يعنى بتقسيم الخضر Vegetable Classification وضعها فى مجاميع ، بحيث تتشابه خضروات كل مجموعة فى صفة معينة ، أو فى عدد من الصفات ، أو فى تأقلمها على ظروف بيئية خاصة ، أو تشابهها فى بعض العمليات الزراعية التى تُجرى لها .. إلخ . والتقسيم قد يكون قاصرًا على صفة واحدة ، مثل تقسيم الخضر حسب تحملها للملوحة ، أو مقدرتها على تحمل نقص أو زيادة عنصر معين فى التربة ، أو مقدرتها على تحمل حموضة (انخفاض رقم pH) التربة ؛ وقد يكون تقسيمًا أشمل وأوسع ويتضمن عددًا كبيرًا من الصفات والخصائص . ومن الطبيعى أن التقسيم الأول الذى يعتمد على صفة واحدة يفيد فى دراسة الخضر بالنسبة لهذه الصفة فقط ، لكن التقسيم الأوسع يفيد فى دراسة الخضر من عدة وجوه . وسنذكر فيما يلى بعض الطرق المستخدمة فى تقسيم الخضر .

٤ - ١ : تقسيم الخضر حسب الجزء النباتى المستعمل فى الغذاء

يعتبر تقسيم الخضر حسب الجزء النباتى المستعمل فى الغذاء من أبسط طرق التقسيم ، ويفيد فقط فى معرفة الجزء النباتى المستعمل فى الغذاء من الخضروات المختلفة . وتبعًا لهذا التقسيم .. توضع الخضروات فى المجاميع التالية :

١ - خضروات تؤكل منها الأوراق ، وتشمل :

كرنب بروكسل (وهو عبارة عن برعم إبطى) - الكرنب (حيث تؤكل الرأس المحيطة بالبرعم الطرفى) - السلق - الشيكوريا - الكرنب الصينى - الكولارد - حب الرشاد - الداندليون - الهندباء - الكيل - الخس - المسترد - البقدونس - السوريل - السباغ - الملوخية - الجبيزة - الرجلة (حيث تؤكل الأوراق والسيقان معًا) - الكرات المصرى - الكرات أبو شوشة (حيث تؤكل الأوراق وقواعدها المكونة للساق الكاذبة) - السباغ النيوزيلاندى (حيث تؤكل الأوراق والسيقان معًا) - البصل الأخضر - الكرفس البلدى - الجرجير - الفجل (تؤكل جذوره أيضًا) - الشبت - الشالوت - الشيف .

٢ – خضروات تؤكل منها قواعد الأوراق ، وتشمل :

البصل (البصلة) – الكرات أبو شوشة (الساق الكاذبة) – البصل الأخضر (الساق الكاذبة) – الكاردون – الكرفس الأحنبي (وعنق الورقة أيضًا) – الروبارب .

٣ – خضروات تؤكل منها البراعم ، وتشمل :

الثوم (براعم إبطية تكون جزءًا أساسيًا من بصلة الثوم) – كرنب بروكسل – البروكولى .

٤ – خضروات تؤكل منها القمم النامية ، وتشمل :

القنبيط ، ويؤكل منه القرص curd ، وهو عبارة عن كتلة متضخمة من القمم النامية ، بالإضافة إلى حوامل القمم النامية ، والتى تكون متضخمة ومتفرعة .

٥ – خضروات تؤكل منها الأجزاء الزهرية ، وتشمل :

الشليك (يؤكل النحت الزهرى المتضخم) – الخرشوف (يؤكل النحت الزهرى المتضخم وقواعد الأوراق الحرشفية المحيطة بالنورة) .

٦ – خضروات تؤكل منها السيقان وتشمل :

اطيون (حيث تؤكل الفهامير sprears) – الفيوكيا (وتؤكل منها السيقان مع قواعد الأوراق) – كرنب أبو ركبة (وتؤكل الساق المتضخمة) – السانج البوزيلاندى والرجلة (تؤكل منهما السيقان والأوراق) – البطاطس (تؤكل الدرنات) – الطرطوفة (تؤكل الدرنات) – القلقاس (تؤكل الكورمات) .

٧ – خضروات تؤكل منها الجذور :

تؤكل الجذور العادية الرئيسية للنبات فى كلٍّ من فجل الحصان والسلسفيل . تؤكل الجذور المتدرنة فى كل من الكاسافا والبطاطا واليام . وتؤكل السويقة الجنينية السفلى epicotyl ، والجزء العلوى المتخشب من الجذر فى كل من الجزر – الجزر الأبيض – البنجر – اللفت – السلجم – الفجل – الروتاباجا .

٨ – خضروات تؤكل منها الثمار غير الناضجة ، وتشمل :

الفاصوليا الخضراء – الكايوت – الخيار – بعض أصناف البسلة التى تؤكل قرونها الخضراء كاملة – الباذنجان – الجوكين – الباميا – الفلفل (حيث تؤكل منه جدار المبيض) – فرع الكوسة – اللوبيا الخضراء .

٩ – خضروات تؤكل منها الثمار الناضجة ، وتشمل :

البندورة – القاوون – الشمام – الفلفل – القرع العسلى – الطماطم – الخرنكش – البطيخ – قرع الشتاء .

١٠ – خضروات تؤكل منها البذور غير الناضجة ، وتشمل :
البسلة الخضراء – الفول الرومى – فاصوليا الليما – الذرة السكرية .

١١ – خضروات تؤكل منها البذور الناضجة ، وتشمل :
البسلة الجافة – الفاصوليا الجافة – اللوبيا الجافة – الذرة الفيشار .

١٢ – خضروات تؤكل منها البادرة seedling وتشمل : فول الصويا .

٤ – ٢ : تقسيم الخضروات حسب طرق زراعتها ، والعمليات الزراعية التى تجرى لها

تعتبر تلك أفضل طريقة لتقسيم لدراسة زراعة الخضروات ، دون الحاجة إلى تكرار ذكر العمليات الزراعية التى غالبا ما تتشابه بين محاصيل كل مجموعة . وأحيانا تشمل المجموعة نباتات عائلة واحدة ، كما هو الحال فى القرعيات ، والبقوليات ، والباذنجانيات الثمرية ، والمحاصيل البصلية ، والكرنبيات cole crops ، إلا أنها قد تضم محاصيل من عائلات متفرقة ، كما هو الحال فى مجموعة الخضروات الجذرية أو الورقية أو المعمرة . وتبعا لذلك التقسيم ، قام Thompson & Kelly (١٩٥٧) بوضع الخضروات فى ١٣ مجموعة كالتالى :

١ – الخضروات المعمرة Perennial Crops ، وتشمل :

اهليون – الروبارب – الخرشوف – الطرطوفة – السبى كيل . وفى مصر لا يترك منها ليعمر إلا اهليون ، أما الخضر الباقية ، فتجدد زراعتها سنويا .

٢ – الخضروات الخضراء التى تطهى Potherbs or Greens ، وتشمل :

السبانخ – السبانخ النيوزيلاندى – السبانخ الحجازى – الكيل – السلق – المسترد الكولارد – الدندليون – الملوخية – الرجلة – الجيزة .

٣ – محاصيل السلاطة Salad Crops ، وتضم :

الكرفس – الجس – الهندباء – الشيكوريا – حب الرشاد – البقدونس – الشبت – الكزبرة – أذرة السلاطة .

٤ – الكرنبيات Cole Crops ، وتشمل :

الكرنب – القنبيط – البروكولى – كرنب بروكسل – كرنب أبو ركبة – الكرنب الصينى .

٥ – الخضر الجذرية Root Crops ، وتشمل :

البنجر – الجزر – الجزر الأبيض – اللفت – الروتاباجا – السلسفيل – الفجل – فجل الحصان .

٦ – الخضر البصلية Bulb Crops ، وتشمل :

البصل – الكراث – الثوم – الشالوت – بصل ويلز – الشيف .

٧ – البطاطس .

٨ – البطاطا .

٩ – البقوليات Legumes ، وتشمل :

البسلة – الفاصوليا – الفول الرومى – فاصوليا الليما – اللوبيا – فول الصويا .

١٠ – الباذنجانيات الثمرية Solanaceous Vegetables ، وتضم :

الطماطم – الباذنجان – الفلفل – الخرنكش .

١١ – القرعيات Cucurbits ، وتضم :

الخيار – القاوون – البطيخ – القرع العسل – قرع الكوسة .

١٢ – مجموعة الذرة السكرية والبامية والتارتينا .

١٣ – مجموعة الكايوت ، واليام ، والقلقاس ، والكاسافا .

هذا .. ويلاحظ أن بعض المجاميع التى وردت فى التقسيم تضم خضروات لا تتشابه فى طريقة زراعتها ، ولكنها وضعت معًا بالرغم من ذلك ، مثال ذلك : المجموعات ١ ، ١٢ ، ١٣ .

٤ – ٣ : التقسيم الحرارى للخضر

يفيد التقسيم الحرارى للخضر فى التعرف على أفضل درجات الحرارة المناسبة للمحصول ، وبالتالى يمكن الاستفادة منه فى تحديد موعد الزراعة المناسب فى المناطق المختلفة . وقد أجريت عدة محاولات لتقسيم الخضر حسب احتياجاتها الحرارية ، نذكر منها ما يلى :

٤ – ٣ – ١ : تقسيم نط Knott لخضروات الموسم البارد وخضروات الموسم الدافىء

قسم Knott (١٩٥٧) الخضروات إلى مجموعتين فقط حسب احتياجاتهما الحرارية :

١ – خضروات الموسم البارد Cool Season Vegetables ، وتتضمن : الخرشوف – الفلفلون – الفول الرومى – البنجر – البروكولى – كرنب بروكسل – الكرنب – الكاردون – الجزر – القنبيط – الكرفس – السيليريك – السلق السويسرى – الشيكوريا – الكرنب الصينى – الشيف – الكولارد – أذرة السلاطة – حب الرشاد – الداندليون – الهندباء – الفينوكيا – الثوم – فجل الحصان – الطرطوفة – الكيل – كرنب أبو ركبة – الكراث المصرى – الكراث أبو شوشة – الخس – المسترد – البصل – البقدونس – الجزر الأبيض – البسلة – البطاطس – الفجل –

الروبارب - الروتاباجا - السلسفيل - السي كيل - الشالوت - السوريل - السباغ - اللفت - الكرسون المائى - الحبيزة .

٢ - خضروات الموسم الدافىء Warm Season Vegetables ، وتتضمن :

الفاصوليا - فاصوليا الليما - الكانيوت - الذرة السكرية - اللوبيا - الخيار - الباذنجان - المارتيبا - القاووت - السباغ النيوزيلاندى - الباميه - الفلفل - القرع العسلى - الرورمل - فول الصويا - قرع الكوسة - البطاطا - الطماطم - البطيخ - قرع الشتاء - الرجلة - الملوخية .

وقد لخص Knott الفروق الرئيسية بين خضروات المجموعتين فيما يلى :

١ - تزرع خضروات الموسم البارد غالبًا من أجل استعمال أجزائها غير الثمرية ، كالجذور والسيقان والأوراق والبراعم والأجزاء الزهرية التى لم يكتمل نموها ، ويشذ عن هذه القاعدة كل من البطاطا التى تؤكل جذورها ،والسباغ النيوزيلاندى ، والرجلة ، وتؤكل منهما السيقان والأوراق ، والملوخية ، وتؤكل أوراقها ، وجميعها من خضروات الجو الدافىء .

هذا .. بينما تزرع خضروات الموسم الدافىء غالبًا لأجل ثمارها غير الناضجة أو الناضجة ، ويشذ عن هذه القاعدة كل من : البسلة ، والفول الرومى ، وكلاهما من خضروات الموسم البارد .

٢ - يمكن أن تنبت بذور خضروات الموسم البارد فى درجات حرارة منخفضة نسبيًا ، كما يمكن لنباتاتها أن تتحمل البرودة والصقيع عن خضروات الموسم الدافىء .

٣ - غالبية نباتات الموسم البارد تكون أصغر حجمًا ، وجذورها أكثر سطحية ، وتستجيب بدرجة أكبر للتسميد الآزوتى عن نباتات الموسم الدافىء .

٤ - تتجه نباتات الموسم البارد ذات الحولين للإزهار المبكر فى موسم النمو الأول إذا تعرضت لدرجة حرارة منخفضة لفترة تختلف من محصول لآخر ، ولا توجد هذه الظاهرة فى خضروات الموسم الدافىء .

٥ - تخزن خضروات الموسم البارد فى درجة حرارة الصفر المئوى ، وتشذ عن ذلك البطاطس التى تخزن فى درجات حرارة أعلى من ذلك . وتعد الذرة السكرية - المحصول الوحيد من خضروات الموسم الدافىء الذى تخزن ثماره فى درجة الصفر المئوى . ويؤدى تخزين خضروات الموسم الدافىء فى درجة حرارة من صفر - ٢° م إلى تعرضها لأضرار البرودة Chilling Injury ، بينما لا يحدث ذلك فى خضروات الموسم البارد .

وبينما يتميز هذا التقسيم ببساطته وإعطائه عددًا كبيرًا من الخصائص لخضروات كل مجموعة ، إلا أنه لا يأخذ فى الاعتبار :

١ - الخضروات التى تحتاج إلى درجات حرارة متوسطة بين المنخفضة والمرتفعة نسبيًا مثل الفاصوليا والبطاطس .

٢ – الخضروات التي تلزمها فترة من الجو الدافيء ، تعقبها فترة من الجو البارد ، أو العكس .

٣ – الخضروات المعمرة التي تحتاج إلى درجات حرارة مقاربة أثناء نموها وتطورها .

هذا .. ويمكن في المناطق ذات الشتاء المعتدل البرودة اعتبار خضروات الموسم البارد أنها خضراً شتوية ، وخضروات الموسم الدافيء أنها خضرًا صيفية . ففي هذه المناطق تزرع الخضر الشتوية في الخريف ، أو أوائل الشتاء ، وتنمو شتاءً ، وتحصد شتاءً أو في الربيع ، بينما تزرع الخضر الصيفية بعد انتهاء الجو البارد في الربيع ، وتستمر زراعتها ونموها أثناء أشهر الصيف ، وتحصد صيفًا أو في الخريف .

ولا شك أنه يوجد تداخل بين نباتات المجموعتين . فمن الخضر الشتوية ما تتحمل الحرارة نسبيًا ، وتعطي نموًا مرضيًا بالرغم من ذلك ، ومنها السلق والبنجر والجزر الأحمر والبصل ، ومن الخضر الصيفية ما يكون نموه أفضل في الجو البارد في المراحل المتأخرة من النمو ، خاصة عند نضج المحصول ، كما في الفاصوليا . ويوضح جدول (٤ – ١) درجات الحرارة المناسبة لكل من الخضر الشتوية والصيفية (مرسي وآخرون ١٩٥٩) .

جدول (٤ ـ ١): المجال الحراري الملائم للخضر الشتوية والصيفية

الخضر	معدلات درجات الحرارة (°م)			
	الدنيا	المدى المناسب	العظمى	الحد الأقصى للمتوسط الشهري
الشتوية	٢ ـ ٤	١٥ ـ ١٨	٢٦ ـ ٣٠	٢١
الصيفية	٩ ـ ١٠	٢٢ ـ ٢٥	٣٣ ـ ٣٧	–

وإلى جانب تقسيم Knott السابق للخضروات إلى خضروات الموسم البارد وخضروات الموسم الدافيء ، فقد تقدم بتقسيم آخر للخضر حسب درجات الحرارة الصغرى والعظمى ، والمجال المناسب لنموها ، كما هو موضح في جدول (٤ – ٢) . ويعد هذا التقسيم أكثر تفصيلاً من التقسيم الأول ، لكن يعاب عليه أنه ما زال قاصرًا عن تحديد درجات الحرارة المناسبة لكل محصول في أطوار نموه المختلفة .

٤ – ٣ – ٢ : تقسيم الخضروات حسب درجة تحملها للصقيع

يعتمد هذا التقسيم على مدى تحمل الخضروات للدرجات الحرارة الأقل من الصفر المئوي .

ومن المحاولات التي أجريت في هذا الشأن مايلي :

١ – تقسيم منجس Minges : وهو يصلح للمناطق الباردة فقط ، وفيه تقسم الخضروات إلى ثلاث مجموعات كالتالي (Minges ١٩٦٨) :

جدول (٤ـ ٢) تقسيم Knott للخضروات حسب متوسطات درجات الحرارة الصغرى والعظمى ، والمجال المناسب لنموها .

درجات الحرارة (°م)			
الصغرى	العظمى	المجال المناسب	الخضر
ـ ١	ـ	ـ	الهليون ـ الروبارب
٧	٣٠	١٣ ـ ١٤	الشيكوريا ـ الشيف ـ الثوم ـ الكرات ـ البصل ـ السلسفيل ـ الشالوت
٤	٢٤	١٦ ـ ١٨	البنجر ـ الفول الرومي ـ البروكولي ـ كرنب بروكسل ـ الكرنب ـ السلق ـ الكولارد ـ فجل الحصان ـ الكيل ـ كرنب أبو ركبة ـ الجزر الأبيض ـ الفجل ـ الروتاباجا ـ السوريل ـ السبانخ ـ اللفت
٧	٢١ ـ ٢٤	١٦ ـ ١٨	الخرشوف ـ الكاردون ـ الجزر ـ الفنبيط ـ السيليرياك ـ الكرفس ـ الشيكوريا ـ الكرنب الصيني ـ الهندباء ـ الفيتوكيا ـ الخس ـ المسترد ـ البقدونس ـ البسلة ـ البطاطس
١٠	٢٧	١٦ ـ ٢١	الفاصوليا ـ فاصوليا الليما
١٠	٣٥	١٦ ـ ٢٤	الذرة السكرية ـ اللوبيا ـ السبانخ النيوزيلاندي
١٠	٣٢	١٨ ـ ٢٤	الكايوت ـ القرع العسلي ـ قرع الكوسة
١٦	٣٢	١٨ ـ ٢٤	الخيار ـ القاوون
١٨	٢٧	٢١ ـ ٢٤	الفلفل الحلو ـ الطماطم
١٨	٣٥	٢١ ـ ٢٩	الباذنجان ـ الفلفل الحريف ـ الفارثينيا ـ الباميه ـ الروزيل ـ البطاطا ـ البطيخ ـ الشمام .

(أ) خضروات تتحمل الصقيع الشديد Hardy : وتتضمن البروكولي ـ كرنب بروكسل ـ الكرنب ـ القنبيط ـ الكرفس ـ الثوم ـ الكيل ـ كرنب أبو ركبة ، الكرات ـ المسترد ـ البصل ـ الفجل ـ الروبارب ـ الروتاباجا ـ الشالوت ـ السبانخ ـ اللفت .

(ب) خضروات تتحمل الصقيع الخفيف فقط half-hardy ، ويمكن أن تنبت تقاويها في درجات حرارة منخفضة نسبيًا ، وتتضمن : الهليون ـ البنجر ـ الفول الرومي ـ الجزر ـ السيليرياك ـ الكرفس ـ السلق ـ الكرنب الصيني ـ الهندباء ـ الخرشوف ـ الخس ـ البقدونس ـ الجزر الأبيض ـ البسلة ـ البطاطس .

(جـ) خضروات حساسة للبرودة Tender ، وهي لا تتحمل الصقيع ، ولا تنبت تقاويها في الأراضي الباردة وتتضمن : الفاصوليا ـ الخيار ـ الكايوت ـ الباذنجان ـ القاوون ـ الشمام ـ الباميه ـ الفلفل ـ القرع العسلي ـ اللوبيا ـ قرع الكوسة ـ الذرة السكرية ـ البطاطا ـ الطماطم ـ البطيخ .

٢ - تقسيم Kader وآخرين : وهو يصلح لكلٍّ من المناطق الباردة وشبه الاستوائية ، وفيه تقسم الخضروات كالتالى (عن Lorenz & Maynard ، ١٩٨٠) :

(أ) الخضروات الشتوية : وجميع محاصيل هذه المجموعة تتحمل نباتاتها البالغة الصقيع ، وتقسم إلى تحت مجموعتين :

(١) خضروات شديدة التحمل للصقيع Very Hardy : وهذه تنبت تقاويها فى درجات الحرارة المنخفضة ، وتتحمل نباتاتها الصغيرة الصقيع جيدًا ، وتتضمن الأسبرجس - البروكولى - كرنب بروكسل - الكرنب - الشيف - الكولارد - القلقاس - الثوم - فجل الحصان - الكيل - كرنب أبو ركبة - الكرات - المسترد - البصل - البسلة - البقدونس - الفجل - الروبارب - الروتاباجا - السبانخ - اللفت .

(٢) خضروات وسطية فى تحملها للصقيع Half-hardy : وهذه تنبت تقاويها فى درجات الحرارة المنخفضة ، وتتحمل نباتاتها موجات الصقيع الخفيفة ، وتتضمن البنجر - الجزر - القنبيط - الكرفس - السلق - الكرنب الصينى - الخرشوف - الفنديا - الخس - الجزر الأبيض - البطاطس - السلسفيل .

(ب) الخضروات الصيفية : وجميع نباتات هذه المجموعة حساسة للصقيع ، وتقسم إلى تحت مجموعتين :

(١) خضروات حساسة للصقيع Tender ، وهذه لا تتحمل موجات الصقيع الخفيفة ، وقد تموت إذا تعرضت لها ، ولكنها تتحمل الجو البارد والتربة الباردة نسبيًا ، وتتضمن اللوبيا - السبانخ النيوزيلاندى - الفاصوليا - فول الصويا - الذرة السكرية - الطماطم .

(٢) خضروات شديدة الحساسية للصقيع Very Tender : وهذه تتضرر نباتاتها من الجو البارد ، وتتضمن الخيار - الباذنجان - فاصوليا الليما - القاوون - الشمام - الباميه - الفلفل - القرع العسلى - قرع الكوسة - البطاطا - البطيخ .

٤ - ٤ : التقسيم النباتى للخضروات

يبنى التقسيم النباتى Botanical Classifications على أساس درجة القرابة الوراثية بين النباتات ، وما يربط بينها من صفات مورفولوجية وفسيولوجية وتشريحية . ومن أهم الصفات المورفولوجية التى يعتمد عليها فى هذا الشأن تركيب الزهرة .

٤ - ٤ - ١ : تسلسل التقسيم النباتى

إذا أخذنا الذرة السكرية كمثال ، وتتبعنا التقسيم النباتى لها نجد أنه يتسلسل كالتالى :

المملكة Kingdom: Plantae

تحت المملكة Sub-kingdom: Embryophytae

القبيلة	Division: Anthophyta
القسم	Class: Monocotyledonae
الرتبة	Order: Graminales
العشيلة أو العائلة	Family: Graminae
الجنس	Genus: **Zea**
النوع	Species **mays**
الصنف النباتي	Botanical variety: **rugosa**

هذا .. وباستثناء عيش الغراب وغيره من الفطريات المستعملة كخضروات ، فإن جميع الخضروات والنباتات الراقية الأخرى تتبع المملكة النباتية Plant Kingdom ، وتحت المملكة Embryophyta ، وقبيلة Anthophyta . والبعض منها يتبع قسم النباتات وحيدة الفلقة Monocotyledonae كالذرة السكرية ، بينما البعض الآخر يتبع قسم ذوات الفلقتين Dicotyledonae كالطماطم . ويتبع التقسيم نجد أن كل قسم يضم عددًا من الرتب ، وكل رتبة تضم عددًا من العائلات ، وكل عائلة تضم عددًا من الأجناس ، وكل جنس يضم عددًا من الأنواع ، وقد يقسم النوع إلى عدة تحت أنواع . ويُعطى لكل نبات اسم علمي يتكون من اسم الجنس ، واسم النوع ، واسم الصنف النباتي إن وجد . وعليه .. فإن الاسم العلمي للذرة الحلوة يصبح كالتالي :

Zea mays var. rugosa

ومما تجدر الإشارة إليه أن اسم الجنس يبدأ دائمًا بحرف كبير Capital ، بينما اسم النوع والصنف النباتي فإنهما يبدآن غالبًا بحرف صغير small ، إلا إذا كان أي منهما مشتقًا من اسم شخص أو منطقة جغرافية .

ويعطى الاسم العلمي لمجموعة من النباتات تعرف بالنوع المحصولي Kind ، مثل : الطماطم ، والكرنب ، والفاصوليا . وتختلف النوع المحصولي عن النوع النباتي Species ، فمثلاً النوع النباتي **Brassica oleracea** يشتمل على عدة أنواع محصولية ، منها : الكرنب ، والقنبيط ، وكرنب أبو ركبة ، وكرنب بروكسل ، والكولارد ، وكل منها يتبع صنفًا نباتيًا مختلفًا ، فمثلاً نجد أن الكرنب يتبع الصنف النباتي **capitata** ، وبذلك يصبح اسمه العلمي :

Brassica oleracea var. capitata

كما يختلف الصنف المحصولي (يسمى أيضًا الصنف التجاري أو البستاني) عن الصنف النباتي . فالصنف المحصولي يشتمل على مجموعة من النباتات التي تنتمي لنوع محصولي واحد ، تماثل تقريبًا في كل صفاتها النباتية والبستانية الهامة . وتختلف الأصناف المحصولية عن بعضها البعض في صفة أو أكثر من الصفات الواضحة المميزة . وكلمة cultivar هي التسمية الرسمية العلمية الدولية للصنف المحصولي، والتي أُدخلت لتحل محل كلمة variety في المطبوعات العلمية .

٤ - ٤ - ٢ : الأسماء العلمية للخضروات والعائلات التي تنتمي إليها

نقدم فيما يلي قائمة بالأسماء العلمية لمحاصيل الخضر الهامة والعائلات التي تنتمي إليها :

العائلة الزمبقية Amaryllidaceae : وتتبعها الخضر التالية :

- البصل	: onion	**Allium cepa** L.
- الثـــوم	: Garlic	**A. sativum** L.
- الكرات أبو شوشة	: Leek	**A. ampeloprasum** L.
		(**A. porrum** L. سابقاً)
- الكرات المصري	: Egyptian leek	**A. kurat**
- البصل الأخضر من صنف		
بلشفيل بنتنج	: Belsville Bunching	**A.cepa** L.cv. White portugal
		A. fistulosum L. cv. Nebuka

وهو ليس له اسم انجليزي خاص به ، ويعتبر نوع amphidiploid حديث النشأة .

- الشالوت أو بصل عسقلان أو البصل المجمع	shollot, potato onion, or multiplier onion	**A. cepa** var. **aggregatum** L.
		(**A. ascalonicum** L. سابقاً)
- بصل ويلز	Welch onion, or : Japanese bunching onion	**A. fistulosum** L.
- الشيف	: Chives	**A. schoenoprasum** L.
- الشيف الصيني	Chinese chives, : Oriental garlic	**A. tuberosum** Rott.

. العائلة القلقاسية Araceae وتتبعها الخضر التالية :

- القلقاس	: Taro, dasheen	**Colocasia esculenta** (L.) Schott

. العائلة الزنبقية Liliaceae وتتبعها الخضر التالية :

- الهليون	: Asparagus	**Asparagus officinalis** L.

. العائلة النجيلية Gramineae وتتبعها الخضر التالية :

- الذرة السكرية	: Sweet corn	**Zea mays** L. var. **rugosa**
- الذرة الفشار	: Pop corn	**Z. mays** L. var. **everta**

عائلة اليـــام Dioscoreaceae وتتبعها الخضر التالية :

Dioscorea batatas Decne.	: Yam, Chinese yam	اليـــام

العائلة الباذنجانية Solanaceae وتتبعها محاصيل الخضر الآتية :

Lycopersicon esculentum Mill.	: Tomato	الطماطم
Capsicum annuum L.	: Pepper	الفلفل
C. frutescens	: Tobasco pepper	
Solanum melongena L.	Eggplant	– الباذنجان
Physalis pruinosa L.	: Ground cherry.	– الحرنكش
	: Husk tomato	
Solanum tuberosum L.	: Potato, Irish potato	– البطاطس

العائلة القرعية Cucurbitaceae وتتبعها الخضر الآتية :

	Summer squash	– قرع الكوسة
Cucurbita pepo L.	Pumpkin	– القرع العسلي
	Winter squash	– قرع الشتاء
C. moschata Duch. ex Poir		القرع العسلي وقرع الشتاء :
C. maxima Duch		القرع العسلي وقرع الشتاء :
C. mixta Pang.		القرع العسلي :
Cucumis sativus L.	: Cucumber	– الخيـــار
C. melo	: Melon	– القـــاوون
C. melo var. **reticulatus** Naud.	: Muskmelon	– الشبكي
C. melo var. **inodorus** Naud.	: Honey Dew	– الأملس ، مثل
C. melo var. **cantaloupensis** Naud.	: Cantaloupe	– الأوروبي
C. melo var. **Aegyptiacus**	: Sweet melon	– الشمـــام
C. melo var. **chito** Naud.	: Mango melon,	– العجور أو العبد اللاوي
	: Garden lemon	
C. melo var. **flexuosus** Naud.	Snake cucumber,	– القثـــاء
	: Japanese cucumber	

- القثاء الصعيدى :		C. melo var. elongatus
- القثاء الفوانى :		C. melo var. pubescence
- الجركن	: West Indian gherkin	C. anguria L.
- البطيخ	: Water melon	Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai
		(C. vulgaris سابقاً)
- الكايوت	: Chayote	Sechium edule (Jacq.) Sw.

العائلة الصليبية Cruciferae ، وتضمها الخضر التالية :

- الكرنب	: Cabbge	Brassica oleracea var. capitata L.
- القنبيط	: Cauliflower	B. oleracea var. botrytis L.
- البروكولى	: Broccoli	B. oleracea var. italica Plenk.
- كرنب أبو ركبة	: Kohlrabi	B. oleracea var. gongylodes
		(B. caulorapa سابقاً)
- كرنب بروكسل	: Brussels sprouts	B. oleracea var. gemmifera Zenker.
- الكولارد	: Collard	B. oleracea var. acephala
الكيل العادى	: Common kale	B. oleracea var. acephala
- الروتاباجا	: Rutabaga	B. napus var. napobrassica
أو اللفت السويدى	: Swedish turnip, : Swede	(B. napobrassica سابقاً)
- اللفت	: Turnip	B. campestris var. rapifera
		(B. rapa سابقاً)
- الكرنب الصينى	: Chinese cabbage	B. campestris var. pekinensis
	: Pe-tsai	(B. pekinensis سابقاً)
- المسترد الصينى	: Chinese mustard,	B. campestris var. chinensis
	: Pakchoi	(B. chinensis سابقاً)
- مسترد السباغ	: Spinach mustard, : Tendergreen mustard	B. campestris var. perviridis
		(B. perviridis سابقاً)
- المسترد الأسود	: Black mustard	B. nigra (L.) koch
- الفجل	: Radish	Raphanus sativus L.

R. sativus var. longipinnatus	: Winter radish	- فجل الشتاء
Eruca sativa Mill.	Roquette.	- الجرجير
E. vesicaria (L.) Cav. subsp. **sativa** أو (Mill) Thell.	Rocket salad	
Lepidium sativum L.	: Garden cress	- حب الرشاد أو الخارة
Armoracia rusticana Gaertn., Mey., Scherb., Syn. A. lapathifolia	: Horse radish	- فجل الحصان
Barbarea verna (Mill.) Aschers.	: Upland cress	- الكرسون الأرضي
Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek	: Water cress	- الكرسون المائي
syn. **Nasturtium officinale**		
Crambe maritima L.	:Sea kale	- الس كيل

- **العائلة البقولية Leguminosae ، وتتبعها الخضر التالية :**

Pisum sativum L.	: Pea, Garden pea	- البسلة
P. sativum var. **macrocarpon**	: Edible-podded pea أيضا	
Vicia faba L.	Broad bean,	- الفول الرومي
	Fava bean, Windsor bean,	
	Horse bean, English bean	
Phaseolus vulgaris L.	Common, snap,	- الفاصوليا
	: string & dry beans	
P. lunatus L.	: Lima bean	- فاصوليا الليما
Syn. **P. limensis**		
P. coccineus L.	Scarlet runner	- الفاصوليا المتدادة
P. aureus Roxb.	Mung bean,	- فاصوليا المونج
	: Sprouts, Chinese bean	
Pachyrhizus erosus (L.) Urban	Yam bean	- فاصوليا اليام
Vigna unguiculata (L.) Walp. subsp.	: Cowpea,	- اللوبيا العادية
unguiculata	: Southern pea	
(**V. sinensis** سابقاً)		

V. sinensis var. **sesquipedalis**	Asparagus bean,	- اللوبيا افليونية
(**V. sesquipedalis** سابقاً)	: yard-long bean	
V. sinensis var-**cylindrica**	: Catjang	- اللوبيا السوداني
Glycine max (L.) Merr.	: Soybeam	- فول الصويا

العائلة الخيمية Umbelliferae ، وتضمها الخضر التالية :

Daucus carota L.	: Carrot	- الجزر
Apium graveolens L. var. **dulce**Per.	: Celery	- الكرفس
A. graveolens L. var. **rapaceum** Dc.	Celeriac,	الكرفس اللفتي
	: Celery root	
Petroselinum crispum (Mill.) Nym.	: Parsley	- البقدونس
P. crispum (Mill.) Nym. var. **tuberosum**	: Turnip-rooted parsley	البقدونس ذات الجزر اللفتي
Anethum graveolens L.	: Dill	- الشبت
Foeniculum vulgare Mill.	Florence Fennel,	- الفينوكيا
	Sweet Fennel, Finocchio,	
	: Sweet anise	
Pastinaca sativa L.	: Parsnip	- الجزر الأبيض

العائلة المركبة Compositae ، وتضمها الخضر التالية :

Lactuca sativa L.	: Lettuce	- الخس
Cynara scolymus L.	: Globe artichoke	- الخرشوف
Helianthus tuberosus L.	Jerusalem artichoke,	- الطرطوفة
	: Girasole	
Cichorium endivia L.	: Endive	- الهندباء
C. intybus L.	: Chicory	- الشيكوريا
Taraxacum officinale weber	Dandelion	- الدانديون

- السلسفيل — : Salsify, Vegetable oyster, : Oyster plant — **Tragopogon porrifolius L.**
- السلسفيل الأسود — Black Salsify, Scorzonera — **Scorzonera hispanica L.**

العائلة الرمرامية **Chenopodiaceae**، وتتبعها الخضر التالية :

- السبانخ — : Spinach — **Spinacia oleracea L.**
- بنجر المائدة — : Table beet, : Garden beet — **Beta vulgaris** L.
- السلق السويسري — Chard, : Swiss chard — **B. vulgaris** var. **cicla** L.
- السبانخ الجبلي — Orach, : Mountain Spinach — **Atriplex hortensis L.**

العائلة العليقية **Convolvulaceae** ، وتتبعها الخضر التالية :

- البطاطا — : Sweet potato — **Ipomoea batatas** (L.) Poir.

العائلة الوردية **Rosaceae** : ، وتتبعها الخضر التالية :

- الشليك — : Strawberry — **Fragaria x ananassa**

العائلة الخبازية **Malvaceae** ، وتتبعها الخضر التالية :

- الخبازي — : Egyptian mallow — **Malva parviflora** L.
- الروزيل — : Roselle — **Hibiscus sabdariffa L.**
- الباميا — : Okra, gumbo — **Abelmoschus esculentus** (L.) Moench (سابقاً **Hibiscus esculentus**)

العائلة الحماضية **Polygonaceae** ، وتتبعها الخضر التالية :

- الحميض — : Garden sorrel — **Rumex acetosa** L.
- الحميض الفرنسي — : French sorrel — **R. scutatus** L.
- الروبارب — : Rhubarb, : Pieplant — **Rheum** spp. (سابقاً **R. rhaponticum**)

- العائلة الرجلية Portulacaceae ، وتتبعها الخضر التالية :

- الرجلة : Purslane — **Portulaca oleracea** L.

- العائلة الزيزفونية Tiliaceae : ، وتتبعها الخضر التالية :

- الملوخية : Jews mallow — **Corchorus olitorius** L.

- عائلة الخي علم (عائلة النبات الثلجي)Aizoaceae : وتتبعها الخضر التالية :

- السانخ النيوزيلاندي : New Zealand spinach — **Tetragonia tetragonioides** (Pell) O. Kentze

(T. expansa Murr سابقًا)

- عائلة المارتينيا Martyniaceae : وتتبعها الخضر التالية :

- المارتينيا : Martynia, or Unicorn plant — **Proboscidea louisianica** (Mill) Thell

(P. jussieui سابقًا)

(Smith & Welch ١٩٦٤ ، Parseglove ١٩٧٢ و ١٩٧٤ Terrell & Winters ، ١٩٧٤ Gorh & Webb ١٩٨٠ ، Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

- عائلة عيش الغراب Agaricaceae : وتتبعها الخضر التالية :

- عيش الغراب : Mushroom — **Agaricus bisporus** (lange) Sing.

- الخضروات الفطرية الأخرى :

Lentinus edodes (Berk.) Sing. : Shiitake –

Volvariella spp. : Paddy straw mushroom –

Pleurotus spp. Oyster mushroom –

Tuber spp. : Truffles –

Auricularia spp.: : Ear fungus

Tremella spp : Jelly fungus –

Flammulina velutipes (Fr.) Sing. : Winter mushroom –

(San Antonio ١٩٧٥) .

٤ – ٤ ÷ ٣: مزايا وعيوب التقسيم النباتى :

من أهم مزايا التقسيم النباتى ما يلى :

١ – يمكن من خلاله التعرف على درجة القرابة النباتية بين محاصيل الخضر المختلفة ، وإمكانيات التهجين بينها ، نظرًا لأن التهجين يحدث بسهولة بين أصناف النوع الواحد ، بينما يصعب إجراؤه بين أنواع الجنس الواحد ، حيث قد يكون الهجين عقيمًا جزئيًا أو كليًا ، وتزداد صعوبة إجراء التهجين كلما بُعدت درجة القرابة النباتية .

٢ – تتشابه أحيانًا بعض المحاصيل فى العائلة الواحدة فى طريقة زراعتها وخدمتها ، وفى الأمراض والحشرات التى تصيبها .

٣ – تتشابه أيضًا بذور نباتات العائلة الواحدة إلى حد كبير فى شكلها وحجمها ، ويساعد ذلك فى معرفة أنسب عمق لزراعتها ، لكن يعاب على التقسيم النباتى أنه لا يساعد فى التعرف على الاحتياجات الحرارية لمحاصيل الخضر أو طرق زراعتها ، لأن محاصيل العائلة الواحدة قد تتفاوت كثيرًا فى هذه الأمور .

٤ - ٥ : المراجـــع

مرسي ، مصطفي علي ، وأحمد إبراهيم المربع ، وعاصم بسيوني جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر . الجزء الأول : أساسيات إنتاج نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة - ٥٠٠ صفحة .

Goth, R.W. and R.E Webb. 1980. Roquette, **Eruca vesicaria** susp. **sativa**, a good host for aphid vectors of potato viruses. Amer. Potato J. 57: 285-289.

Knott, J.E. 1957. Handbook for vegetable growers. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 245 p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980. (2nd ed.) Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390 p.

Minges, P.A. 1968. Lecture notes on vegetable kinds and varieties. Cornell Univ.

Purseglove, J.W. 1972. Tropical crops; monocotyledons. The English Langnage Book Society, London. 607 p

Purseglove, J.W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English language Book Society, London 719p.

San Antonio, J.P. 1975. Commercial and small scale cultivation of the mushroom, **Agaricus bisporus** (Lange) Sing. HortScience 10: 451-458.

Smith, P.G. and J.E. Welch. 1964. Nomenclature of vegetables and condiment herbs grown in the United States. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 535-548.

Terrell, E.E. and H.F. Winters. 1974. Changes in scientific names for certain crop plants. HortScience 9: 324-325.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611 p.

الفصل الخامس

دورة الخضر

تعرف دورة الخضر بأنها نظام يتبع لزراعة محاصيل مختلفة بتتابع خاص فى نفس قطعة الأرض خلال فترة زمنية محددة من ٢ – ٤ سنوات . وتتحدد مدة الدورة حسب نسبة مساحة الحقل التى يشغلها المحصول الرئيسى فى الدورة . فإذا شغل $\frac{1}{2}$ الحقل ، تكون الدورة ثلاثية ، وإذا شغل $\frac{1}{4}$ الحقل ، تكون الدورة رباعية ، وهكذا . كما تسمى الدورة باسم المحصول الرئيسى فيها .

٥ – ١ : أهمية الدورة

ترجع أهمية الدورة إلى أنها تفيد فى العديد من الأمور كالتالى :

١ – تنظيم الوضع الاقتصادى بالمزرعة :

يمكن عن طريق الدورة زراعة عدد من المحاصيل بتناسق معين على مدار السنة ، وهو الأمر الذى يساعد على توزيع الدخل على فترات أطول ، وعلى توزيع المصاريف ، وعدم تركيزها خلال فترة واحدة . والأهم من ذلك تجنب الخسائر الفادحة التى يمكن أن تنجم عن زراعة المزرعة كلها بمحصول واحد فى حالة تعرض هذا المحصول للتلف لأى سبب كان ، أو فى حالة انخفاض أسعاره بشدة بسبب زيادة العرض عن الطلب ، وهو الأمر الذى يحدث كثيرًا عندما تتجه نسبة كبيرة من المزارعين نحو زراعة محصول معين كان مُربحًا فى العام السابق .

٢ – تنظيم العمالة على مدار العام :

يمكن عن طريق الدورة تجنب زراعة المحاصيل التى تحتاج إلى أيدٍ عاملة كثيرة فى وقت واحد ، وبذلك يمكن الاستفادة من الأيدى العاملة المتاحة على مدار العام ، وتجنب الاختناقات التى يمكن أن تحدث .

٣ – مكافحة الأمراض والحشرات :

يمكن التغلب على كثير من الأمراض بسهولة بتجنب زراعة الحقل بالمحصول أو المحاصيل التى تصاب بنفس المرض لمدة ٢ – ٣ سنوات . وتعتبر تلك المدة كافية للقضاء على معظم مسببات

الأمراض فى غياب عائلها . ومن أمثلة ذلك الفطريات المسببة للذبول الفيوزارمى فى العوائل المختلفة ، والفطر المسبب لتعقد الجذور فى الصليبيات . وإلى جانب التأثير الذى يحدثه غياب العائل على المسببات المرضية ، فإن بعض الخضراوات فى الدورة قد تؤثر على محتوى التربة من مسببات الأمراض من خلال تأثيرها على درجة حموضة التربة ، أو على كمية ونوعية المادة العضوية التى تخلفها بها .

هذا .. وتجدر الإشارة إلى أن الدورة لا تكون فعالة فى مكافحة الآفات فى الحالات التالية :

(أ) عندما تكون عوائل المسبب المرضى : فمثلاً نجد أن الفطر Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici لا يصيب سوى الطماطم ، محدثاً بها مرض الذبول الفيوزارمى ، ولذلك نجد أن من السهل القضاء على الفطر بتجنب زراعة الطماطم فى الأرض المصابة لمدة ٣ سنوات ، بينما نجد أن النيماتودا المسببة لتعقد الجذور من جنس Meloidegyne spp. تصيب الآلاف من الأنواع النباتية ، ويلزم للقضاء عليها إدخال بعض الأنواع المنيعة فى الدورة ، مثل : القمح ، والذرة ، والشعير .

(ب) عندما يستطيع المسبب المرضى أن يعيش فى التربة لمدة طويلة فى غياب العائل ، كما هو الحال مع الفطريات المسببة لجرب البطاطس وتفحم البصل .

(جـ) عندما لا تعيش مسببات الأمراض فى التربة ، كما فى حالة فطريات الأصداء ، والبياض الدقيقى .

هذا ... وتفيد الدورة أيضاً فى تقليل الإصابة بالأمراض الفيروسية التى تعيش الفيروسات المسببة لها فى التربة ، والتى يمكن أن تنتقل للنبات بطريقة ميكانيكية . فمثلاً فيروس تبرقش أوراق الطماطم يعيش فى التربة ، ويصيب كل النباتات القابلة للإصابة به عندما تجرح جذورها أو سيقانها أو أوراقها نتيجة احتكاكها بالتربة . ولا يصاب بهذه الطريقة سوى عدد قليل من النباتات ، لكن ذلك فيه الكفاية لنشر العدوى إلى النباتات المجاورة ، إما باحتكاكها بها مباشرة ، أو بواسطة العمال أثناء قيامهم بإجراء العمليات الزراعية . ونظراً لأن فيروس موزيك الطماطم لا يعيش فى التربة إلا لفترة قليلة ، لذا .. فمن المنتظر مقاومته بواسطة الدورة الزراعية (Bawden ١٩٦٤) .

كذلك يُقضى على العديد من الحشرات فى غياب عائلها ، خاصة تلك التى لا تنتقل بالسرعة الكافية من حقل لآخر بحثاً عن عوائلها . ومعظم الحشرات تتساوى معها الدورة القصيرة والطويلة ، نظراً لأنها لا تعيش لفترة طويلة فى غياب عوائلها . ومن الطبيعى أن الدورة لا تفيد إلا مع الحشرات المتخصصة على محاصيل معينة ، نظراً لأنها لا تجد عائلها فى الحقول المجاورة .

٤ – المحافظة على خصوبة التربة :

يمكن المحافظة على خصوبة التربة باتباع دورة زراعية ملائمة يراعى فيها ما يلى :

(أ) تبادل زراعة الخضر المجهدة مع الخضر غير المجهدة للتربة : ويمكن تقسيم الخضر من حيث درجة إجهادها للتربة إلى ثلاث مجموعات هى :

(١) خضر مجهدة للتربة ، ومنها : الطماطم - الفلفل - الباذنجان - البطاطس - الكرنب - القنبيط - كرنب بروكسل - البطاطا - الباميا - الجزر - القلقاس - الخرشوف - الطرطوفة - الفرع العسلى .

(٢) خضر متوسطة فى إجهادها للتربة ، ومنها : فرع الكوسة - الخيار - الشمام - القثاء - البطيخ - كرنب أبو ركبة - اللفت - الفجل - المسترد - البصل - الثوم - الكرات - السبانخ - البنجر - السلق - البقدونس - الكرفس - الشليك .

(٣) خضر غير مجهدة للتربة ، وتشمل : الخضر البقولية التى تفيد التربة ، نظرًا لأن أزوت الهواء الجوى يثبت بجذورها بواسطة بكتريا العقد الجذرية .

ويجب - بصورة عامة - تلافى تعاقب زراعة المحاصيل المجهدة للأرض فى الدورة ، بل يجب أن تأتى المحاصيل المجهدة بعد البقوليات . وكذلك يجب تجنب تعاقب زراعة المحاصيل ذات الاحتياجات العالية من عنصر معين فى الدورة . فمن المعروف مثلاً أن الطماطم والباذنجان من الخضر ذات الاحتياجات العالية من الأزوت ، بينما تعد البطاطس والبطاطا من الخضر ذات الاحتياجات العالية من البوتاسيوم . وللتعرف على كميات عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم التى تمتصها محاصيل الخضر المختلفة من التربة يُراجع Lorenz & Maynard (١٩٨٠) .

(ب) تباين زراعة الخضر التى تتفاوت فى كمية المادة العضوية التى تخلفها فى التربة :

تختلف الخضروات كثيرًا فى كمية المادة العضوية التى تخلفها فى التربة ، نتيجة اختلافها فى كمية النمو الخضرى ، وفى طبيعة الجزء المُزال من الحقل عند الحصاد . فمثلاً تزال كل النموات الخضرية تقريبًا من حقول الكرنب والقنبيط والخس ، باستثناء بعض الأوراق الخارجية المغلفة ، بينما لا يحصد سوى الكيزان فقط فى الذرة السكرية والثمار فقط فى الفرعيات ، وتبقى كل النموات الخضرية لتزيد من المادة العضوية فى التربة .

وتختلف الخضروات أيضًا فى نسبة الكربون إلى النيتروجين فى المادة العضوية التى تتخلف فى التربة . ففى البقوليات تكون هذه النسبة منخفضة وتؤدى إلى زيادة أزوت التربة ، بينما تكون النسبة مرتفعة فى محاصيل أخرى . وقد يحدث نقص واضح فى الأزوت بعد فترة قصيرة من قلب هذه المحاصيل بالتربة .

(جـ) تباين زراعة الخضروات العميقة الجذور مع السطحية الجذور :

من مزايا زراعة الخضروات العميقة الجذر مع الخضروات السطحية الجذور ما يلى :

(١) تستطيع الخضر العميقة الجذور امتصاص العناصر الغذائية من الطبقات العميقة من التربة لتودعها فى الطبقة السطحية عند قلب بقايا هذه النباتات .

(٢) عدم تعاقب زراعة الخضر السطحية الجذور ، وبالتالى تجنب استنفاد مخزون هذه الطبقة السطحية من العناصر .

(٣) تنتشر وتتعمق جذور الخضر ذات المجموع الجذرى المتعمق فى التربة ، وعند موت هذه النباتات تتحلل جذورها وتترك مكانها أنفاقاً متشعبة فى التربة ، مما يزيد من مساميتها وتهويتها .

(٤) تستطيع الخضر المتعمقة الجذور امتصاص الرطوبة الأرضية من الطبقات العميقة ، وبالتالى الاستفادة الرطوبة من الطبقات السطحية ، وهو الأمر الذى يحدث عند تكرار زراعة الخضر السطحية الجذور . ويعد ذلك من الأمور الهامة فى المناطق التى تعتمد على مياه الأمطار فى الرى .

هذا .. وتُقسم الخضر حسب درجة تعمق جذورها فى التربة فى حالة عدم وجود موانع أمام نمو الجذور إلى ثلاثة أقسام كالتالى :

١ - خضر تمتد جذورها إلى عمق ٤٥ - ٦٠ سم ، ومنها : البروكولى - كرنب بروكسل - الكرنب - القنبيط - الكرفس - الكرنب الصينى - الذرة السكرية - الهندباء - الثوم - الكرات أبو ثومة - الخس - البصل - البقدونس - البطاطس - الفجل - السباغ .

٢ - خضر تمتد جذورها إلى عمق ٩٠ - ١٢٠ سم ، ومنها : الفاصوليا - البنجر - الجزر - السلق السويسرى - الخيار - الباذنجان - القاوون - المسترد - البسلة - الفلفل - الروتاباجا - قرع الكوسة - اللفت .

٣ - خضر تمتد جذورها إلى عمق أكثر من ١٢٠ سم ، ومنها : الخرشوف - الخلبون - فاصوليا الليما - الجزر الأبيض - القرع العسل - قرع الشتاء - البطاطا - الطماطم - البطيخ .

(د) تنظيم تناوب زراعة الخضر ، بحيث لا تتأثر سلبيًا بالتغيرات التى قد تحدث فى خصوبة التربة :

أظهرت التجارب التى أجريت فى رود أيلاند Rhode Island (Odland وآخرون ١٩٥٠) بالولايات المتحدة أن بعض المحاصيل تزيد من خصوبة التربة ، مثل بنجر العلف mangel ، والحنطة السوداء buckwheat ، بينما أدت زراعة المرجية البيضاء redtop إلى خفض خصوبة التربة . وقد أوضحت هذه الدراسة التى دامت أكثر من عشرين عامًا أن محصول البصل كان أعلى ما يمكن عندما زرع عقب المحاصيل التى أحدثت أقل زيادة فى خصوبة التربة . وعندما خفضت خصوبة التربة بمعاملتها بالحجر الجيرى ، كان تأثر البصل بالمحاصيل المختلفة أقل تداولًا . هذا .. وقد كانت درجة خصوبة التربة فى هذه الدراسة من ٥ - ٦ . وربما حدث التأثير الضار لزيادة الخصوبة فى هذه التجارب ، نتيجة لزيادة الألومنيوم أو الحديد الذائبين ، أو إلى التأثير الضار لزيادة الخصوبة على الكائنات الدقيقة المفيدة فى التربة .

٥ - ٢ : تصميم دورات الخضر

توجد أمور تجب مراعاتها عند تصميم دورات الخضر ، نوجزها فيما يلى :

١ - مدة بقاء المحصول فى الحقل من الزراعة حتى الحصاد :

من الطبيعي أنه لا يمكن تصميم دورة الخضر دون علم مسبق بمدة بقاء المحصول في الحقل من الزراعة حتى الحصاد ، حتى يمكن الحكم على إمكانية زراعة ونمو وحصاد المحصول خلال الفترة المخصصة له في الدورة . ويوضح جدول (٥ – ١) عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد تحت الظروف المناسبة للنمو بالنسبة للأصناف المبكرة والمتوسطة والمتأخرة النضج من محاصيل الخضر المختلفة (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

جدول (٥ ـ ١) عدد الأيام من الزراعة الى الحصاد في الأصناف المبكرة والمتوسطة والمتأخرة النضج من محاصيل الخضر المختلفة تحت الظروف المناسبة للنمو .

المحصول	عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد في الأصناف		
	المبكرة	المتوسطة	المتأخرة
الفول الرومي	—	١٢٠	—
الفاصوليا : القصيرة	٤٦	—	٦٥
المدادة	٥٦	—	٧٢
البنجر	٥٠	—	٨٠
البروكولي[أ]	٧٠	—	١٥٠
كرنب بروكسل[ب]	٩٠	—	١٠٠
الكرنب[ج]	٦٢	—	١١٠
الكاردون	—	١٢٠	—
الجزر	٦٠	—	٨٥
القنبيط : Snow Ball[ج]	٥٥	—	٦٥
Wintertype[ج]	١٢٠	—	١٨٠
السيليرياك	—	١١٠	—
الكرفس الأخضر[ب]	٩٨	—	١٣٠
الكرفس الأصفر[ب]	٨٢	—	٩٠
السلق السويسري	٥٠	—	٦٠
السرفيل	—	٦٠	—
الشيكوريا	٦٥	—	١٥٠
الكرنب الصيني	٧٠	—	٨٠
الشيف	—	٩٠	—
الكولارد	—	٧٥	—
فاصوليا الليما : القصيرة	٦٥	—	٧٨
المدادة	٨٠	—	٩٥
الذرة السكرية	٧٠	—	١٠٠
أذرة السلاطة	—	٦٠	—

جدول (٥ - ١) : يتبع .

المحصول	عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد فى الأصناف		
	البكرة	المتوسطة	المتأخرة
الكرسون (حب الرشاد)	—	٤٥	—
الخيار	٦٠	—	٧٠
الدانديون	—	٩٥	—
الباذنجان	٧٠	—	٨٥
الهندباء	٨٠	—	١٠٠
الفينوكيا	—	١١٠	—
الكيل	٦٠	—	٩٠
كرنب أبو ركبة	٥٥	—	٦٥
الكرات أبو شوشة	—	١٥٠	—
الخس : الرومين Cos type	—	٧٠	—
الرؤوس Head type	٦٠	—	٨٥
الورقى Leaf type	٤٠	—	٥٠
القاوون : الكاسابا Casaba	—	١٢٠	—
شهد العسل Honey Dew	—	١١٥	—
الفارسى Persian	—	١١٥	—
الشيكى Muskmelon	٨٣	—	٩٠
المسترد	٤٠	—	٦٠
البانخ النيوزيلاندى	—	٧٠	—
الباميا	٥٠	—	٦٠
البصل	٨٥	—	١٢٠
البقدونس : العادى	٧٠	—	٨٥
هامبورج	—	٩٠	—
الجزر الأبيض	١٠٠	—	١٣٠
البسلة	٥٨	—	٧٧
الفلفل الحريف	٧٠	—	٩٥
الفلفل الحلو	٦٠	—	٨٠
البطاطس	٩٠	—	١٢٠
القرع العسلى	١١٠	—	١٢٠
الفجل : العادى Common	٢٢	—	٤٠
ذو الحولين Winter type	٥٠	—	٦٠
الروزيل	—	١٧٥	—
الروتاباجا	—	٩٠	—
السلسفيل	—	١٥٠	—
الخميض	—	٦٠	—
اللوبيا	٦٢	—	٨٠
البانخ	٤٠	—	٥٠
قرع الكوسة : قصيرة	٥٠	—	٦٨
عادية	٨٠	—	١٢٠

جدول (٥ - ١) : يتبع

المحصول	عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد في الأصناف		
	المبكرة	المتوسطة	المتأخرة
البطاطا[1]	١٢٠	—	١٥٠
الطماطم[2]	٦٥	—	١٠٠
اللفت	٤٠	—	٧٥
الكرسون المائي	—	١٨٠	—
البطيخ	٧٥	—	٩٥

[1] الزراعة في الحقل مباشرة ، والمدة المبينة من زراعة البذرة حتى الحصاد .
[2] الزراعة شتلا ، والمدة المبينة من الشتل حتى الحصاد .
[3] قد يمكن الحصاد مبكراً عن ذلك تحت الظروف المناسبة للنمو بسبب وصول بعض الجذور لحجم مناسب بصورة مبكرة .

٢ - المواعيد المناسبة للزراعة :

من البديهي أن معرفة المواعيد المناسبة لزراعة كل محصول تعد من الأمور الأساسية التي يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم الدورة . ويوضح جدول (٥ - ٢) مواعيد زراعة محاصيل الخضر المختلفة (مرسي والمربع ١٩٦٠) .

جدول (٥ - ٢) : مواعيد زراعة محاصيل الخضر .

المحصول	العروة	موعد الزراعة	ملاحظات
البسلة		من سبتمبر لآخر نوفمبر . وتمتد زراعة الأصناف القصيرة حتى آخر ديسمبر	
البصل		من منتصف أغسطس لآخر سبتمبر (بالوجه القبلي)	الشتل في أكتوبر ونوفمبر
		أكتوبر ونوفمبر (بالوجه البحري)	الشتل من آخر ديسمبر لآخر مارس
البطاطا		من أول أبريل لأوائل يونيو	
البطاطس	صيفية	من منتصف يناير لآخر فبراير (بالوجه البحري ومصر الوسطى)	
	خريفية	سبتمبر (بكل القطر)	
البطيخ	صيفية	من فبراير لمايو	
	خريفية	من منتصف يوليو لآخر أغسطس (بمصر العليا)	
البقدونس		من منتصف أغسطس لآخر فبراير	
البنجر		من منتصف أغسطس لآخر فبراير	
الثوم		من منتصف أغسطس لآخر أكتوبر (بالوجه البحري ومصر الوسطى)	
		من سبتمبر حتى آخر ديسمبر (بمصر العليا)	

جدول (٥ - ٢) : يتبع .

المحصول	العروة	موعد الزراعة	ملاحظات
الجرجير		طول العام	
الجزر : البلدي		سبتمبر	
الأفرنجي		من سبتمبر لآخر ديسمبر	
الخبازى		من سبتمبر لآخر ديسمبر	
الخرشوف		من أواخر يوليو إلى أوائل سبتمبر	
الخس		من أول سبتمبر لآخر نوفمبر للبذور	الشتل بعد ١ - ١,٥ شهر
الخيار	صيفية	من فبراير لآخر مايو	
	خريفية	يوليو	
	شتوية	من سبتمبر إلى نوفمبر (بقنا وأسوان)	
الرجلة		من فبراير لآخر سبتمبر	
السانخ		من سبتمبر لآخر فبراير	
السلق		من منتصف أغسطس لآخر فبراير	
		النسب موعد من سبتمبر إلى نوفمبر	
الشليك		من منتصف أغسطس لآخر أكتوبر	
الشمام	صيفية	من فبراير لآخر أبريل	
	خريفية	يوليو (بأعالي الصعيد)	
الطرطوفة		من فبراير لآخر أبريل	
الطماطم (شتلاً)	صيفية	من فبراير إلى مايو	البذور قبل ذلك بنحو ١ - ٢,٥ شهر
	خريفية	يوليو وأغسطس	البذور قبل ذلك بنحو ١ - ١,٥ شهر
	شتوية	من سبتمبر إلى نوفمبر	البذور قبل ذلك بنحو ١ - ١,٥ شهر
العجور		مثل الشمام	
العاصولا: الخضراء		طول العام عدا الأشهر الشديدة الحرارة والبرودة	
الجافة	صيفية	من منتصف يناير إلى منتصف فبراير	
	خريفية	من منتصف أغسطس إلى منتصف سبتمبر	
الفجل : البلدي		طول العام	
الأفرنجي		من سبتمبر لآخر فبراير	
الفلفل (شتلاً)	صيفية	من فبراير لآخر مايو	البذور قبل ذلك بنحو ١,٥ - ٢,٥ شهر
	خريفية	يوليو وأغسطس	البذور قبل ذلك بنحو ١,٥ شهر
الفول الرومي		أكتوبر ونوفمبر	
القاون		مثل الشمام	
القثاء		مثل الخيار	
القرع العسلي	صيفية	من فبراير إلى مايو	
	خريفية	يوليو وأغسطس (بالوجه القبلي)	
قرع الكوسة		من فبراير إلى آخر أغسطس	
		شتاء بالمناطق الدافئة	
القنبيط (شتلاً)	صيفية	يوليو (الصنف السلطاني)	
	طرية	أغسطس وأوائل سبتمبر	
	أشتوية	منتصف سبتمبر (الأصناف : أوروبيال وعديم النظر وزينه الخريف) إلى منتصف أكتوبر (الصنف جزايرلي كبير)	البذور قبل ذلك بنحو ١ - ١,٥ شهر
القلقاس		من فبراير إلى أبريل	

جدول (٥ - ٢) : يتبع .

المحصول	العروة	موعد الزراعة	ملاحظات
الكرات أبوشوشة (شتلا)		من مايو لآخر سبتمبر ، ويفضل الشتل الخريفى	البذور قبل ذلك بنحو ٢ ـ ٣ أشهر
الكرات المصرى		سبتمبر وأكتوبر ، فبراير ومارس	
الكرفس (شتلا)	خريفية أو شتوية	أغسطس وسبتمبر	البذور قبل ذلك بنحو ١,٥ ـ ٢,٥ شهر
	صيفية	فبراير ومارس	البذور قبل ذلك بنحو ١,٥ ـ ٢,٥ شهر
الكرنب (شتلا): البلدى		من مايو إلى سبتمبر	البذور قبل ذلك بنحو ١,٥ ـ ٢ شهر
الأفرنجى		من سبتمبر إلى فبراير	البذور قبل ذلك بنحو ١,٥ ـ ٢,٥ شهر
كرنب بوركية (شتلا)		من يوليو إلى فبراير	البذور قبل ذلك بنحو ١ شهر
كرنب بروكسل (شتلا)		من يوليو إلى سبتمبر	البذور قبل ذلك بنحو ١ ـ ١,٥ شهر
اللفت : البلدى		من منتصف أغسطس لمنتصف فبراير	
الأفرنجى		من منتصف أغسطس إلى آخر فبراير	
الملوخية: الخضراء		من مارس إلى يوليو	
الجافة		من مارس إلى أوائل مايو	
الملوخية		من مارس إلى سبتمبر ، ويبكر ويتأخر الزراعة عن ذلك فى المناطق الدافئة	
الفلفل : البلدى		بالمشتل فى فبراير ومارس	
الأقراص		بالحقل المستديم فى يناير وفبراير الناتج مثل الخس	
الهندباء			

٣ - مراعاة كافة العوامل التى سبق شرحها فى البند (٥ - ١) ، وهى :

(أ) الجانب الاقتصادى بتنويع إيراد المزرعة ومصروفاتها على عدد كبير من المحاصيل .

(ب) توزيع العمالة على مدار العام .

(جـ) عدم تعاقب زراعة المحاصيل التى تصاب بنفس الآفات فى نفس قطعة الأرض .

(د) المحافظة على خصوبة التربة عن طريق :

(١) تبادل زراعة المحاصيل المجهدة للتربة مع المحاصيل الأقل إجهادًا للتربة .

(٢) تبادل زراعة الخضر التى تتفاوت فى كمية المادة العضوية التى تخلفها فى التربة .

(٣) تبادل زراعة الخضر العميقة الجذور مع الخضر السطحية الجذور .

٥ - ٣ : نماذج لدورات الخضر

يتضح مما تقدم أن تصميم دورات الخضر ليس بالأمر السهل ، نظرًا لكثرة العوامل التى يجب أخذها فى الاعتبار ، كما أن ما يصلح من الدورات لمنطقة ما قد لا يصلح لمناطق أخرى ، نظرًا لاختلاف مواعيد الزراعة واختلاف المحاصيل التى تدخل فى الدورة فى أهميتها . وفيما يلى نماذج لبعض دورات الخضر التى يمكن إحداث بعض التغيرات فيها لتتوائم مع احتياجات المزارع وظروف المنطقة :

١ - نموذج لدورة ثنائية :

يمكن تصميم دورة ثنائية تتبادل فيها المحاصيل المجهدة للتربة مع المحاصيل نصف المجهدة وغير المجهدة ، كما فى جدول (٥ - ٣) .

جدول (٥ - ٣): نموذج لدورة ثنائية

أقسام الأرض	السنة الأولى	السنة الثانية
قسم ١	محاصيل مجهدة	محاصيل نصف مجهدة / محاصيل غير مجهدة
قسم ٢	محاصيل نصف مجهدة / محاصيل غير مجهدة	محاصيل مجهدة

وفيها تزرع المحاصيل نصف المجهدة والبقولية فى نصف الأرض والمجهدة فى النصف الآخر فى أول سنة . وفى السنة التالية أو الموسم الثانى تزرع المحاصيل نصف المجهدة مكان المحاصيل المجهدة التى أعطيت سمادًا بلديًا بوفرة ، وتحل البقول محل المحاصيل الأكثر إجهادًا .

٢ - نموذج لدورة ثلاثية :

يمكن تصميم دورة ثلاثية ، كما فى جدول (٥ - ٤) ، وفيها تستفيد المحاصيل نصف المجهدة من الأسمدة العضوية التى أعطيت للمجهدة بوفرة ، ولم تفن بعد ، وبعدها تأتى البقول .

جدول (٥ ـ ٤): نموذج لدورة ثلاثية

الأقسام	الأرض فى السنة الأولى	فى السنة الثانية	فى السنة الثالثة
قسم (١)	محاصيل مجهدة (مع تسميد وافر)	نصف مجهدة	بقول
قسم (٢)	محاصيل نصف مجهدة (مع تسميد خفيف)	بقول	مجهدة
قسم (٣)	بقول (مع تسميد خفيف)	مجهدة	نصف مجهدة

٣ – نموذج لدورة رباعية :

يمكن تصميم دورة رباعية تقسم فيها الخضروات إلى أربع مجموعات هى البقول (وتشمل الفول والبسلة واللوبيا والفاصوليا) ، والخضر الجذرية (وتشمل الجزر واللفت والفجل والبنجر) ، والخضر الورقية والثمرية (مثل : الكرنب والقنبيط والباذنجان والطماطم والخرشوف والكرفس) ، والخضر الدرنية (مثل : البطاطس والبطاطا والقلقاس والطرطوفة) . ويراعى ألا تتعاقب زراعة خضروات العائلة الواحدة فى نفس قطعة الأرض ، فالكرنب مثلاً – يجب ألا يتلو اللفت ، وإنما يتلو الجزر أو البنجر ، وهكذا .. كما فى جدول (٥ – ٥) .

جدول (٥ ـ ٥): نموذج لدورة رباعية

الزمن	قسم (١)	قسم (٢)	قسم (٣)	قسم (٤)
السنة الأولى	بقول	جذرية	ورقية وثمرية	درنية
السنة الثانية	جذرية	ورقية وثمرية	درنية	بقول
السنة الثالثة	ورقية وثمرية	درنية	بقول	جذرية
السنة الرابعة	درنية	بقول	جذرية	ورقية وثمرية

وإذا أُريد إدخال البرسيم فى أى من الدورات السابقة – وهو الأمر المرغوب والمفضل غالبًا – فإنه يزرع مع البقول بالتناوب مع الخضروات الأخرى . أى أنه يعامل معاملة الخضر البقولية . وحينذا لو أُخذت منه حشة أو حشتان ، ثم حرث فى الأرض ، خاصة فى الأراضى الجديدة الاستصلاح .

٤ - نموذج لدورة خماسية :

يوضح جدول (٥ - ٦) نموذجًا لدورة خماسية يشغل فيها الرسيم جزءًا والخضر البقولية جزءًا ، وتشمل باقي الخضروات ثلاثة أجزاء من الأرض كل سنة .

جدول (٥ - ٦) : نموذج لدورة خماسية .

الأرض في السنة الأولى				
قسم (١)	قسم (٢)	قسم (٣)	قسم (٤)	قسم (٥)
١ خيارية : باميا	٢ بقولية : فول	٣ صليبية : كرنب	٤ مركبة : خرشوف	٥ برسيم : شتاء
خيارى بالنجانية : باذنجان	بلدى . فول رومى بسلة . فاصوليا	قنبيط . لفت أو ركبة . فجل	كردون طرطوفة خس	ولوبيا أو فاصوليا صيفا
فلفل . طماطم	لوبية	رمرامية : سلق	قلقاسية : قلقاس	ثم برسيم
بطاطس . حلويات	قرعية : كوسة	بنجر . اسفناخ	عليقية : بطاطا	خريش
خيمية : جزر	فرع عسل .	نرجسية : بصل		
كرفس	ملوخية (بسمار)	كرات . ثوم		
السنة الثانية :				
٢	٣	٥	١	٤
بقولية	صليبية	برسيم شتاء ولوبيا	خيارية	مركبة
قرعية (بسمار)	رمرامية	أو فاصوليا صيفا	بالنجانية	قلقاسية
	نرجسية	ثم برسيم خريش	خيمية	عليقية
السنة الثالثة :				
٣	٥	٤	٢	١
صليبية	برسيم شتاء	مركبة	بقولية	خيارية
رمرامية	ولوبيا أو فاصوليا	قلقاسية	قرعية (بسمار)	بالنجانية
نرجسية	صيفا ثم برسيم	عليقية		خيمية
	خريش			
السنة الرابعة :				
٥	٤	١	٣	٢
برسيم ولوبيا أو	مركبة	خيارية	صليبية	بقولية
فاصوليا صيفا	قلقاسية	بالنجانية	رمرامية	قرعية
ثم برسيم	عليقية	خيمية	نرجسية	(بسمار)
خريش				
السنة الخامسة :				
٤	١	٢	٥	٣
مركبة	خيارية	بقولية	برسيم شتاء ولوبيا	صليبية
قلقاسية	بالنجانية	قرعية (بسمار)	أو فاصوليا صيفا	رمرامية
عليقية	خيمية		ثم برسيم	نرجسية
			خريش	

فى القسم الأول نجد الباميه والباذنجان والفلفل والطماطم والحلويات – وهى محاصيل صيفية – تزرع خلال شهر مارس ، وتحصد نباتاتها حوالى شهر أكتوبر ونوفمبر . ونجد الخبازى والجزر والكرفس – وهى محاصيل شتوية – تحصد نباتاتها فى شهر مارس على الأكثر . وعلى ذلك يمكن أن تتناوب المجموعة الأولى الصيفية مع الثانية الشتوية فى خلال سنة واحدة هى الأولى من الدورة . وتزرع فى هذا القسم من الأرض فى السنة الثانية من الدورة المحاصيل البقولية أو الفرعية ، وتعقبها فى الفروة الشتوية زراعة الخضر البقولية التى تحصد فى شهر مارس وأبريل ، وبذلك تنتهى السنة الثانية . وتبدأ السنة الثالثة فى القسم نفسه بزراعة خضر العائلة الصليبية ، كالكرنب والقنبيط والفجل ، وكذلك الكرات والبصل من العائلة الزنبقية . وهكذا تنتهى السنة الثالثة فى شهر نوفمبر ، حيث يزرع بالحقل البرسيم فى السنة الرابعة (من نوفمبر إلى يونيه) ، ثم محصول بقول صغير حتى نوفمبر ، ثم برسيم تحريش من نوفمبر حتى مارس ومن مارس تبدأ السنة الخامسة بزراعة القلقاس والطرطوفة والبطاطس ، وبذلك تنتهى الدورة فى القسم الأول من الأرض ؛ وقس على ذلك باقى الأقسام الأخرى . هذا .. ويمكن للمزارع حفض عدد الخضروات التى يريد إدخالها فى الدورة بسهولة باستبعاد الخضروات التى لا يريد إدخالها من كل مجموعة (سرور وآخرون ١٩٣٦) .

٥ – ٤ : التحميل

يقصد بالتحميل Intercropping (أو Companion Cropping) زراعة محصولين أو أكثر فى نفس الوقت فى نفس الأرض ، مثل زراعة الكرنب والخس والفجل معًا ، حيث ينضج الفجل ويحصد أولًا ، ويليه الخس ، وكلاهما ينتهيان قبل أن يبدأ الكرنب فى شغل كل حيز الزراعة . ومثل زراعة البصل مع القطن ، حيث ينضج البصل ويحصد قبل أن تكبر وتتشابك أفرع نباتات القطن . ويتّبع نظام التحميل فى الأراضى الخصبة المرتفعة الثمن .

ومما يساعد على نجاح الزراعة بطريقة التحميل : توفر الأيدى العاملة ، وتوفر مياه الرى .

وعند الزراعة بطريقة التحميل يجب أن تؤخذ العوامل التالية فى الاعتبار :

١ – موعد زراعة كل محصول .

٢ – طبيعة نمو كل محصول ، والمساحة التى يشغلها فى مراحل نموه المختلفة لتجنب مزاحمته للنباتات المجاورة ، خاصة خلال مراحل النمو الحرجة .

٣ – الوقت اللازم لنضج كل محصول .

هذا .. ومن أهم مزايا التحميل ما يلى :

(١) التوفير فى مساحة الأرض .

(٢) التوفير فى عمليات الخرث وتجهيز الأرض .

(٣) الاستفادة التامة من الأسمدة المضافة .

(٤) زيادة العائد من وحدة المساحة .

لكن يعاب على التحميل ما يلى :

١ – زيادة تكاليف العمالة ، نظرًا لصعوبة استعمال الآلات الزراعية الكبيرة .

٢ – زيادة الحاجة إلى التسميد والرى .

٣ – صعوبة مكافحة الآفات (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

٥ - ٥ : المراجـــع

سرور ، مصطفى ومحمد بيومى على ، ومحمد عبد البديع (١٩٣٦) . الخضروات فى مصر . مطبعة مصر ، القاهرة – ٤٤٠ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر – الجزء الثانى : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة – ٧١٥ صفحة .

Bawden, F.C. 1964. Plant viruses and virus diseases. Ronald Pr., N.Y. 361p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980. (2nd ed.) Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390 p.

Odland, T.E., R.S. Bell and J.B Smith. 1950. The influence of crop plants on those which follow. Rhode Island Exp. Sta. Bull. 309.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611 p

الفصل السادس

إنتاج الخضروات للاستهلاك المنزلى

برغم أن هذا الكتاب يتناول بصفة أساسية الإنتاج التجارى للخضر على نطاق واسع ، سواء فى الزراعات المكشوفة أم المحمية ، إلّا أن إنتاج الخضروات قد يكون أحيانًا على نطاق ضيق ، ويعرض الاستهلاك المنزلى لأفراد العائلة . ويعتبر إنتاج الخضر فى هذه الحالة بمثابة هواية يمكن أن يعمل بها جميع أفراد الأسرة ، سواء فى مجال الزراعة والإنتاج فى الحديقة المنزلية ، أم فى مجال حفظ المحصول الزائد عن حاجة الأسرة من الخضروات الطازجة .

وغنى عن البيان أن أساسيات إنتاج الخضر واحدة ، سواء أكان الإنتاج على نطاق تجارى ، أم على المستوى الشخصى . ويمكن التعمق فى موضوع إنتاج الخضر كهواية بالرجوع إلى الكتاب السنوى لوزارة الزراعة الأمريكية لعام ١٩٧٧ (U.S. Dept. Agr. 1977) .

٦ - ١ : حدائق الخضر المنزلية

تزرع حدائق الخضر المنزلية Vegetable Home Gardens – عند توفر المكان المناسب لها – إلى جانب المنزل – كهواية مفيدة لأفراد الأسرة ، ولسد حاجتهم من الخضروات الطازجة على مدار السنة .

يجب اختيار موقع الحديقة ، بحيث يكون قريبًا من مورد المياه ، وبحيث تسهل خدمته والوصول إليه ، وبحيث يمكن حمايته من البرودة والرياح . ومن أجل ذلك .. يفضل الجانب الجنوبى أو الجنوبى الشرقى للمنزل .

هذا .. وتكفى مساحة ربع إلى نصف فدان لتغطية احتياجات أسرة مكونة من ٥ – ٦ أفراد بالخضر الطازجة طوال العام ، بخلاف ما يمكن حفظه وتجليفه من الخضر المختلفة . ويجب أن تبقى المساحة فى الحدود التى يمكن خدمتها بواسطة أفراد الأسرة .

وأنواع الخضر التى تزرع عادة بالحديقة هى :

١ – الخضر التى يفضلها أفراد الأسرة ، مع تنويعها إذا سمحت المساحة بذلك .

٢ – الخضر التي تعطي محاصيلاً عاليًا من وحدة المساحة ، مثل : الطماطم ، والفاصوليا الخضراء ، والكرنب ، والخس ، والبنجر ، والجزر ، والفجل ، والسبانخ . ويؤخذ في الاعتبار أن بعض هذه الخضروات قد لا تعطي محصولاً عاليًا ، مثل : الفجل ، والسبانخ ، ولكنها أيضًا لا تشغل الأرض إلا لفترة وجيزة .

٣ – كما تفضل زراعة الخضروات التي تُستهلك طازجة قدر الإمكان ، لأن استهلاكها بعد حصادها من الحديقة مباشرة ، وهي ما زالت بحالة نضرة يُشعر الإنسان بالفارق الكبير بين الخضروات المتحصل عليها من الأسواق ، وتلك المتحصل عليها من حديقة المنزل .

٦ – ١ – ١ : تصميم حديقة الخضر المنزلية :

تجب مراعاة النقاط التالية عند تصميم حديقة الخضر المنزلية :

١ – أن يكون شكل الحديقة مستطيلاً حتى يمكن إقامة الخطوط وخدمتها بسهولة .

٢ – زراعة الخضر المعمرة في أحد جوانب الحديقة ، حتى لا يتعارض وجودها الدائم مع عمليات الخدمة بالحديقة .

٣ – زراعة الخضروات التي تشغل الأرض لفترة طويلة معًا ، وكذلك زراعة الخضروات التي تنمو وتحصد بسرعة معًا ، حتى يمكن حصادها بعد فترة وجيزة ، وزراعة خضروات أخرى مكانها .

٤ – زراعة الخضروات التي تنمو عاليًا معًا وإلى أحد جوانب الحديقة ، حتى لا تتسبب في تظليل الخضروات الأخرى .

٥ – أن تكون الزراعة على خطوط مستقيمة ، مع تحديد اتجاهها ، بحيث يتوفر للخضر المزروعة أفضل ري وصرف .

٦ – يحسن عمل رسم تخطيطي للحديقة يُبين فيه مكان كل محصول ، والمساحة المخصصة له ، وعرض الخطوط ، والمحاصيل التالية في الزراعة في حالة المحاصيل السريعة النمو .

٧ – يجب الانتفاع بكل جزء من الحديقة .

٨ – قد يتبع نظام التحميل (Thompson & Kelly ، ١٩٥٧ ، Sims وآخرون ١٩٧٨) .

٦ – ٢ : حفظ الخضروات

نعرض فيما يلي موجزًا للطرق المستخدمة في حفظ محصول الخضر الزائد عن حاجة الأسرة من الخضر الطازجة :

١ – التجميد السريع :

لكي يكون الحفظ بالتجميد فعالاً ، فإنه يجب أن يتم خلال فترة قصيرة ، وأن تظل الخضروات المجمدة في درجة حرارة من - ١٥ إلى - ٢٠° م إلى حين استهلاكها للمحافظة على اللون والمظهر العام والنكهة والقيمة الغذائية . وتوضع الخضروات عادة في ماء يغلي لفترة قصيرة قبل تجميدها بغرض وقف نشاط الإنزيمات . ومن الخضروات الصالحة للتجميد : الشليك - البروكولي - القاصولياء الخضراء - البسلة الخضراء - الذرة السكرية - فاصولياء الليما .

٢ - التعليب :

يتم الحفظ بالتعليب canning بتعريض الخضروات المعلبة لدرجة حرارة من ٩٣ - ١١٦°م لمدة ٥ - ٩٠ دقيقة حسب نوع المنتج ، ودرجة نضجه ، وحجم العلبة المعبأ فيها .

٣ - التجفيف

يتم التجفيف Dehydration إما تحت الظروف الطبيعية ، أو الطرق الصناعية . ويتطلب التجفيف الطبيعي أشعة شمس قوية لفترات طويلة ، مع درجات حرارة مرتفعة ، ورطوبة نسبية منخفضة . أما التجفيف الصناعي ، فيتم بإمرار تيار من الهواء الساخن فوق المنتج . وتتوقف سرعة التجفيف على درجة حرارة الهواء وسرعته . وتتراوح درجة حرارة الهواء عادة من ٤٦ - ٧٤°م للخضر المختلفة . هذا .. ويستعمل الحد الحراري المنخفض في بداية فترة التجفيف ، ثم ترفع درجة حرارة الهواء تدريجياً إلى أن يتم التجفيف . وقد يكون التجفيف تحت تفريغ vacuum drying ، وبذلك يمكن التجفيف بسرعة أكبر ، مع تقليل فرصة تأكسد بعض العناصر الغذائية ، مثل فيتامين جـ . هذا .. وتنتشر الآن صناعة تجفيف البصل ، كما تجفف البامية والملوخية .

٤ - التجميد :

التجميد Freeze-drying هو عملية تجفيف الخضر أثناء تجميدها ، ويكون ذلك تحت تفريغ . وبعد التجفيف تخزن الخضر في درجة حرارة الغرفة ؛ ولا تحتاج إلى تبريد . تساعد هذه الطريقة في الحفظ على نوعية الخضر . ومن الخضروات التي تحفظ بها : الطماطم ، والبطاطا .

٥ - التخليل والتخمر :

لحفظ الخضروات بطريقة التخليل والتخمر Pickling & Fermenting ، فإنها توضع في محلول ملحي بتركيز معين ، حيث يؤدي الملح إلى إيقاف التنفس الهوائي ، أو يحد منه ، مع السماح باستمرار التنفس اللاهوائي أو التخمر . كما يعمل الملح على إيقاف نشاط الكائنات المسببة للعفن . وتشجع هذه الظروف على نشاط البكتريا B. lactiferous وهي البكتريا المنتجة لحامض اللاكتيك Lactic acid ، ومن ثم فإن الملح والحامض يحفظان المنتج ، ويؤديان إلى تخليله (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٦ - ٣ : المراجع

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975 (4th ed.) Fundamentals of horticuture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560 p.

Sims, W.L., H. Johnson, R.F. Kasmire, V.E. Rubatzky, K.B. Tyler and R.E. Voss. 1978. Home vegetable gardening. Div. Agr. Sci., Univ. Calif., Leaflet No. 2989. 42p.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

U.S. Dept. Agr. 1977. Gardening for food and fun. (The Year book of Agriculture). Wash., D.C. 392 p.

القسم الثانى

العوامل البيئية ، وتأثيرها على نباتات الخضر

الفصل السابع

العوامل الجوية وتأثيرها على نباتات الخضر

٧ - ١ : تقسيم الكرة الأرضية حسب الظروف المناخية

تقسم الكرة الأرضية إلى أربع مناطق مناخية كالتالى :

١ - المنطقة الاستوائية Tropical : وتقع بين خط الاستواء ، وخط عرض ٢٠ شمالاً أو جنوبًا .

٢ - المنطقة شبه الاستوائية Subtropical : وتقع بين خطى عرض ٢٠ ، ٣٠ شمالاً أو جنوبًا .

٣ - المنطقة المعتدلة Warm temperature : وتقع بين خطى عرض ٣٠ ، ٤٠ شمالاً أو جنوبًا .

٤ - المنطقة الباردة Cool temperature : وتقع بين خطى عرض ٤٠ ، ٦٠ شمالاً أو جنوبًا .

ويؤثر خط العرض على كل من درجة الحرارة السائدة ، وطول موسم النمو الخالى من الصقيع ، وطول فترة الإضاءة ، وشدة الإضاءة .

٧ - ٢ : العوامل المؤثرة على المناخ

يتأثر المناخ فى منطقة ما بالعوامل الآتية :

١ - معدل تساقط الأمطار وتوزيعها على مدار العام .

٢ - منسوب الأرض أى درجة ارتفاعها أو انخفاضها عن مستوى سطح البحر ، فتنخفض درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة مع كل ١٥٠ متر ارتفاع فى منسوب الأرض . ويؤثر ذلك على كل من درجة الحرارة السائدة ، وطول موسم النمو .

٣ - اتجاه المنحدرات الجبلية .. فتكون درجة الحرارة أقل ، وشدة الإضاءة أقل ، والأمطار أكثر فى المنحدرات المواجهة للرياح عن المنحدرات التى لا تواجه الرياح .

٤ - تأثير التيارات البحرية .. فتعمل بعض التيارات البحرية على تدفئة الهواء شتاءً ، وتجعله أبرد قليلاً صيفًا ، مما يسمح بزراعة محاصيل معينة فى مناطق مختلفة من العالم .

د – تأثير المسطحات والبحيرات .. فالماء له القدرة على اكتساب الحرارة من الهواء . فعندما يكون الهواء دافئًا ، فإنه يعمل على تبريده ، كما أن له القدرة على فقد الحرارة إلى الهواء . فعندما يكون الهواء باردًا ، فإنه يعمل على تدفئته ، مما يجعل المناطق المجاورة للتجمعات المائية الكبيرة ذات حرارة معتدلة ، وبذلك تكون مناسبة لزراعة محاصيل معينة .

ﻫ – التيارات الهوائية .

ولدراسة مكونات المناخ والطبيعة الجوية بتعمق يراجع الفندى (١٩٦٢) .

٧ – ٣ : تأثير درجة الحرارة على محاصيل الخضر

تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل الجوية المؤثرة على نمو وتطور محاصيل الخضر ، بداية من زراعة البذرة ، حتى نضج الأعضاء النباتية . وتختلف درجة الحرارة المناسبة باختلاف الفصول ، وباختلاف مرحلة النمو ، فلكل مرحلة :

١ – درجة حرارة صغرى Minimum Temperature : وهى أقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها النمو . وإذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك ، فإن النمو يتوقف ، لكن النبات لا يموت إلا إذا وصلت درجة الحرارة إلى الدرجة الدنيا المميتة Minimum Lethal Temperature .

٢ – درجة حرارة مثلى Optimum Temperature : وهى درجة الحرارة التى يحدث عندها أقصى نمو .

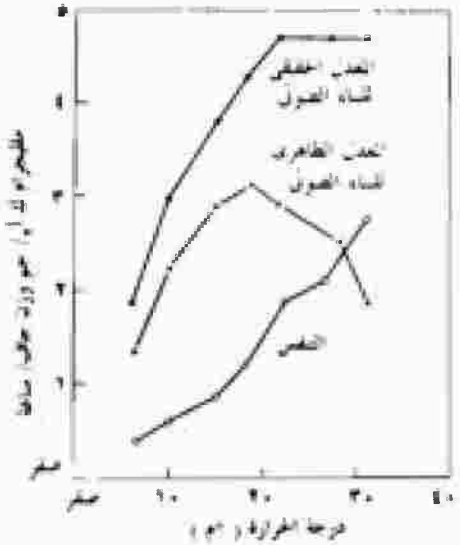
٣ – درجة حرارة عظمى Maximum Temperature : وهى أعلى درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها النمو . فإذا ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك ، فإن النمو يتوقف ، لكن النبات لا يموت إلا إذا وصلت درجة الحرارة إلى الدرجة العظمى المميتة Maximum Lethal Temperature .

ويحدث النمو النباتى فيما بين الدرجتين الصغرى والعظمى لكل مرحلة من مراحل النمو .

ورغم أن النمو النباتى يحدث فى غالبية النباتات فى درجات الحرارة المرتفعة نسبيًا ، إلا أن الإنتاج الاقتصادى الأمثل لمحاصيل الخضر يستلزم توفر درجات حرارة خاصة لكل محصول فى كل مرحلة من مراحل النمو . فبينما يعطى الجزر والسبانخ محصولاً اقتصاديًا فى الجو البارد المعتدل ، فإن البطيخ والخيار لا يمكنهما النمو والإثمار إلا فى الجو الدافئ .

هذا .. وتجدر الإشارة إلى أن معدل البناء الضوئى يكون أعلى ما يمكن ، بينما يكون معدل التنفس عاديًا فى درجة الحرارة المثلى ، وبذلك تتوفر أعلى نسبة من الغذاء المجهز للنمو . وبانخفاض درجة الحرارة عن الدرجة المثلى يقل معدل البناء الضوئى بدرجة أكبر من انخفاض معدل التنفس ، وبذلك يقل الفائض فى كمية الغذاء المجهز اللازم للنمو إلى أن يتوقف النمو عند درجة الحرارة الصغرى . وبارتفاع درجة الحرارة عند الدرجة المثلى يزيد معدل التنفس بدرجة أكبر من الزيادة فى معدل البناء

الحصول ، وبذلك يقل أيضاً التباين فى كمية الغذاء المجهز اللازم للنمو (شكل ٧ – ١) إلى أن يتوقف النمو عند درجة الحرارة العظمى . وجد أن سرعة النمو تتضاعف مع كل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره ١٠ درجات مئوية فيما بين الدرجة الصغرى والدرجة المثلى .



شكل ٧ – ١ : تأثير درجة الحرارة على التنفس والبناء الضوئى (عن Hesse وآخرين ١٩٧٨) .

ويفيد انخفاض درجة الحرارة ليلاً فى تقليل فقد الغذاء المجهز بالتنفس ، إلا أن انخفاضها عن الدرجة الصغرى يقلل من معدل تمثيل البروتين فى الخلايا الجديدة ، وبالتالى يقلل من معدل النمو . ويطلق على ظاهرة انخفاض درجة الحرارة ليلاً وارتفاعها نهاراً اسم Thermoperiodicity .

وباستمرار انخفاض درجة الحرارة إلى درجة التجمد ، فإن الماء يتجمد فى خلايا النبات ، بذلك يفقد خصائصه الهامة كوسط لكل التفاعلات الحيوية فى النبات .

ومع ارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة العظمى واقترابها من الدرجة العظمى المميتة ، تحدث تغيرات لا عودة فيها فى التركيب الحزيئى للإنزيمات والبروتينات الأخرى ، فيفقد النبات بذلك إنزيماته التى هى أساس جميع التفاعلات الحيوية . ومن أبرز أضرار الحرارة المرتفعة حالة لسعة أو حمطة الشمس sunscald ، والتى تشاهد فى العديد من الخضر عند تعرض الأنسجة النباتية الغضة لأشعة الشمس القوية ، وارتفاع درجة حرارتها بسبب امتصاصها للطاقة الساقطة عليها (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٧ – ٣ – ١ : معدلات درجات الحرارة فى مصر

يبين جدول (٧ – ١) المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى والمتوسط العام فى المناطق المختلفة بمصر .

جدول (٧ - ١) : المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة فى مصر (م°) .

المنطقة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
					الشهر							
					متوسط النهايات الصغرى لدرجة الحرارة							
الساحلية	١٠	١٠	١٠	١٤	١٧	٢٠	٢٢	٢٣	٢٢	٢٠	١٦	١١
الدلتا	٥	٦	٨	١١	١٤	١٧	١٩	١٩	١٧	١٥	١٢	٧
مصر الوسطى	٦	٧	١٠	١٣	١٦	١٩	٢٠	٢١	١٩	١٧	١٣	٨
مصر العليا	٧	٨	١١	١٦	١٩	٢٢	٢٠	٢٣	٢٢	١٩	١٣	٨
					المتوسط العام لدرجة الحرارة الشهرى							
الساحلية	١٣	١٤	١٦	١٨	٢١	٢٣	٢٥	٢٦	٢٥	٢٣	١٩	١٥
الدلتا	١١	١٢	١٥	١٨	٢٢	٢٥	٢٦	٢٦	٢٤	٢١	١٧	١٣
مصر الوسطى	١١	١٣	١٦	٢٠	٢٣	٢٦	٢٧	٢٧	٢٥	٢٢	١٨	١٣
مصر العليا	١٣	١٥	١٩	٢٤	٢٨	٣١	٣١	٣١	٢٩	٢٥	٢٠	١٥
					متوسط النهايات العظمى لدرجة الحرارة							
الساحلية	١٨	١٩	٢١	٢٣	٢٦	٢٨	٣٠	٣٠	٢٦	٢٨	٢٤	٢٠
الدلتا	١٩	٢٠	٢٤	٢٧	٣٢	٣٥	٣٥	٣٥	٣٢	٢٩	٢٥	٢٦
مصر الوسطى	١٩	٢١	٢٤	٢٩	٣٢	٣٥	٣٦	٣٥	٣٢	٣٠	٢٥	٣٠
مصر العليا	٢٢	٢٥	٢٩	٣٤	٣٨	٤٠	٤٠	٣٩	٣٧	٣٤	٢٩	٢٤

٧ - ٣ - ٢: تأثير درجات الحرارة على إنبات بذور الخضر

لكل محصول من الخضر احتياجاته الحرارية الخاصة لإنبات البذور . ويوضح جدول (٧ - ٢) درجات الحرارة الصغرى والعظمى والمناسبة لإنبات بذور محاصيل الخضر المختلفة . كما يبين جدول (٧ - ٣) تأثير درجة الحرارة على سرعة إنبات البذور . وتفيد دراسة ذلك فى المجالات التالية :

١ - تحديد المواعيد المناسبة لزراعة البذور .

٢ - التخطيط لتحديد مواعيد الزراعات المتتابعة لكى لا تؤدى زراعة كل المساحة فى وقت واحد إلى إجراء الحصاد فى وقت واحد ، وما ينتج عن ذلك من مشاكل فى العمالة والتسويق .

٣ - التخطيط لاستعمال مبيدات الحشائش السابقة للإنبات Pre-emergence herbicides بكفاية (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

وتجدر الإشارة إلى أن لظاهرة انخفاض درجة الحرارة ليلاً وارتفاعها نهارا أهمية كبيرة فى إنبات بذور العديد من الأنواع النباتية . وحتى تكون هذه الظاهرة مؤثرة ، يجب ألا يقل الفرق بين درجتى حرارة الليل والنهار عن ١٠ درجات مئوية (Hartmann & Kester ١٩٧٥) .

جدول (٧ ـ ٢) : درجات الحرارة الصغرى والعظمى والمناسبة لانبات بذور الخضر (م°)[أ].

محصول الخضر	الدرجة الصغرى	المجال المناسب	الدرجة المثلى	الدرجة العظمى
الطيون	١٠	١٥ ـ ٢٩	٢٤	٣٥
الفاصوليا	١٥	١٥ ـ ٢٩	٢٧	٣٥
فاصوليا الليما	١٥	١٨ ـ ٢٩	٢٩	٢٩
البنجر	٤	١٠ ـ ٢٩	٢٩	٣٥
الكرنب	٤	٧ ـ ٣٥	٢٩	٣٨
الجزر	٤	٧ ـ ٢٩	٢٧	٣٥
القنبيط	٤	٧ ـ ٢٩	٢٧	٣٨
الكرفس	٤	١٥ ـ ٢١	٢١	٢٩
السلق	٤	١٠ ـ ٢٩	٢٩	٣٥
الذرة السكرية	١٠	١٥ ـ ٣٥	٣٥	٤٠
الخيار	١٥	١٥ ـ ٣٥	٣٥	٤٠
الباذنجان	١٥	٢٤ ـ ٣٢	٢٩	٣٥
الحلبة	٢	٤ ـ ٢٧	٢٤	٢٩
الفاوون	١٥	٢٤ ـ ٣٥	٣٢	٣٨
الباميا	١٥	٢١ ـ ٣٥	٣٥	٤٠
البصل	٢	١٠ ـ ٣٥	٢٤	٣٥
البقدونس	٤	١٠ ـ ٢٩	٢٤	٣٢
الجزر الأبيض	٢	١٠ ـ ٢١	١٨	٢٩
البسلة	٤	٤ ـ ٢٤	٢٤	٢٩
الفلفل	١٥	١٨ ـ ٣٥	٢٩	٣٥
القرع العسلي	١٥	٢١ ـ ٣٢	٣٥	٣٨
الفجل	٤	٧ ـ ٣٢	٢٩	٣٥
السبانخ	٢	٧ ـ ٢٤	٢١	٢٩
الكوسة	١٥	٢١ ـ ٣٥	٣٥	٣٨
الطماطم	١٠	١٥ ـ ٢٩	٢٩	٣٥
اللفت	٤	١٥ ـ ٤٠	٢٩	٤٠
البطيخ	١٥	٢١ ـ ٣٥	٣٥	٤٠

(أ) من الضروري انخفاض درجة الحرارة ليلا إلى ١٥م أو أقل

جدول (٧ ـ ٣) : تأثير درجة الحرارة على عدد الأيام من الزراعة إلى الانبات[أ].

محصول الخضر	درجة حرارة التربة (°م)							
	صفر	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠
الطيون	××	×	٥٣	٢٤	١٥	١٠	١٢	٢٠	٢٨
فاصوليا الليما	ـ	ـ	×	٣١	١٨	٧	٧	×	ـ
الفاصوليا	×	×	×	١٦	١١	٨	٦	٦	×
البنجر	ـ	٤٢	١٧	١٠	٦	٥	٥	٥	ـ
الكرنب	ـ	ـ	١٥	٩	٦	٥	٤	ـ	ـ

جدول (٧ - ٣) : تابع

محصول الخضر	درجة حرارة التربة (°م)							
	صفر	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠
الجزر	×	٥١	١٧	١٠	٧	٦	٦	٩	×
الفاصوليا	–	–	٢٠	١٠	٦	٥	٥	–	–
الكرفس	×	٤١	١٦	١٢	٧	×	×	×	–
الذرة السكرية	×	×	٢٢	١٢	٧	٤	٤	٣	×
الخيار	×	×	×	١٢	٦	٤	٣	٣	–
الباذنجان	–	–	–	–	١٣	٨	٥	–	–
الخس	١٩	١٥	٧	٤	٣	٢	٣	×	×
الفاصوليا	–	–	–	–	٨	٤	٣	–	–
البامية	×	×	×	٢٧	١٧	١٣	٧	٦	٧
البصل	١٣٦	٣١	١٣	٧	٥	٤	٤	١٣	×
البقدونس	–	–	٢٩	١٧	٩٤	١٣	١٢	–	–
الجزر الأبيض	١٧٢	٥٧	٢٧	١٩	١٤	١٠	٣٢	×	×
السلة	–	٣١	١٤	٩	٨	٦	٦	–	–
الفلفل	×	×	×	٢٥	١٣	٨	٨	٩	×
الفجل	×	٢٩	١١	٦	٤	٤	٣	–	–
السانج	١٣	٢٣	١٢	٧	٦	٥	٦	×	×
الطماطم	×	×	٢٣	١٤	٨	٦	٦	٩	×
اللفت	×	×	٥	٣	٢	١	١	١	٢
القلقاس	–	×	–	–	١٢	٥	٤	٣	–

أ- الزراعة على عمق ٢,٥ سم .
ب- لم يحدث إنبات
جـ- لم تختبر

٧ - ٣ - ٣ : درجات الحرارة المناسبة لنمو نباتات الخضر :

سبقت دراسة درجات الحرارة المناسبة لنمو نباتات الخضر تحت موضوع التقسيم الحراري للخضر (الجزء ٤ - ٣) .

٧ - ٣ - ٤ : أهمية درجة الحرارة في تحديد الموعد المناسب للزراعة

لدرجة الحرارة السائدة أهمية بالغة في تحديد الموعد المناسب للزراعة ، لأن اختيار الموعد المناسب يتأثر بالعوامل التالية :

١ - طبيعة النبات نفسه ، ومدى تحمله للحرارة المنخفضة أو المرتفعة .

٢ - الظروف الجوية السائدة في المنطقة .

٣ - الفترة المطلوبة لظهور المحصول في الأسواق .

٤ - أهمية المحصول المبكر اقتصادياً .

ومن الضروري تحديد الموعد المناسب للزراعة بدقة في الحالات الآتية :

١ – عند الرغبة في معرفة أقرب موعد للزراعة للحصول على محصول مبكر .

٢ – عندما يكون موسم النمو قصيرًا ، ويلزم معرفة موعد الزراعة الذي يتلاءم مع المحصول المراد زراعته .

٣ – عندما يتأثر إزهار المحصول بدرجة الحرارة .

٧ – ٣ – ٥ : أضرار الحرارة المرتفعة

قسم ليفت Levitt النباتات الراقية حسب تحملها للحرارة المرتفعة إلى مجموعتين :

١ – مجموعة تسمى ميزوفيل mesophiles ، وفيها الحد الأعلى المحتمل لدرجة الحرارة من ٣٥ – ٤٥°م .

٢ – مجموعة وسطية التحمل للحرارة المرتفعة moderate thermophiles ، وفيها الحد الأعلى المحتمل لدرجة الحرارة من ٤٥ – ٦٠°م .

وبينما تموت معظم النباتات العشبية في درجة حرارة ٥٠°م أو أقل ، فإن بعض النباتات الخشبية تتحمل درجة حرارة تصل حتى ٦٠°م لفترات قصيرة ، لكن درجة الحرارة المميتة تتوقف على فترة التعرض لها لأن حساسية الأنسجة النباتية للحرارة المرتفعة تزداد زيادة كبيرة مع ارتفاع درجة الحرارة .

كما تختلف الأوراق عن الثمار والأنسجة اللحمية في مدى تحملها للحرارة المرتفعة ، لأن الأوراق قد تكون حرارتها أقل من درجة حرارة الجو المحيط بها بسبب عملية النتح ، بينما لا يحدث ذلك في الأنسجة اللحمية ذات النشاط الحيوي العالي ، والتي لا تنتقل منها الحرارة الناتجة من التنفس بسرعة كافية إلى الجو المحيط ، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها عن درجة حرارة الهواء المحيط بها . كما ترتفع درجة حرارة الأنسجة النباتية المعرضة لأشعة الشمس المباشرة ، بما في ذلك الأوراق .

وقد بيّن Levitt أن الأضرار التي تحدث من جراء التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة تكون بصورة تدريجية كالتالي :

في المرحلة الأولى يحدث مايلي :

١ – يفقد الماء من الأنسجة بسبب زيادة النتح ، وهو ما يعرف باسم الجفاف drought .

٢ – يحدث نقص في المواد الغذائية بالنبات نتيجة لاستهلاكها في التنفس ، حيث يكون معدل التنفس أعلى من معدل البناء الضوئي في درجات الحرارة المرتفعة . وتعرف هذه الحالة باسم starvation .

٣ – تراكم مركبات سامة في النبات كما يحدث نقص في مركبات أخرى نتيجة حساسية خطوات معينة في عمليات التمثيل لدرجات الحرارة المرتفعة ، أي يحدث اضطراب في عملية التمثيل metabolic disturbances ينتجها ظهور تبقعات بيوكيميائية biochemical lesions وهي البقع غير المتحللة التي تظهر بالأنسجة النباتية لأسباب فسيولوجية تؤثر على عمليات التمثيل .

٤ – يحدث نقص في البروتينات والإنزيمات نتيجة لزيادة معدل الهدم عن معدل البناء . ومع استمرار ارتفاع درجة الحرارة تحدث الأضرار المباشرة التالية :

١ – حدوث تغير في تركيب البروتين Protein denaturation .

٢ – ذوبان الدهون lipid liquification .

٣ – فقد الأحماض النووية loss of nucleic acids .

وباستمرار ارتفاع درجة الحرارة تحدث أضرار بكل الأنسجة النباتية ، حتى بالبلاستيدات الخافة نتيجة للتفاعلات الكيميائية (عن Stevens ١٩٨١) .

وللتعمق في دراسة تأثير درجة الحرارة المرتفعة على النباتات يرجع إلى Levitt (١٩٨٠) و Turner & Kramer (١٩٨٠) Manassah & Briskey (١٩٨١) .

٧ – ٣ – ٦ : أضرار الحرارة المنخفضة الأقل من درجة التجمد
فسيولوجيا الضرر ، وكيفية حدوثه

يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى أقل من الصفر المئوي إلى تكوين بلورات ثلجية في المسافات الموجودة بين الخلايا (المسافات البينية) ، وكذلك داخل الخلايا نفسها . فالماء يوجد في المسافات البينية على شكل غشاء مائي رقيق يغطي الأسطح الخارجية لجدر الخلايا ، وكذلك في صورة بخار ماء . وهذا الماء يكون نقيًا بدرجة عالية وذات درجة تجمد قريبة من الصفر المئوي . كذلك يوجد الماء في الفجوات العصارية داخل الخلايا في صورة محلول مذاب فيه العديد من المركبات والأملاح ، وهذا الماء يكون ذا درجة تجمد أقل من الصفر المئوي بدرجات قليلة .

وفي حالة انخفاض درجة الحرارة إلى أقل من الصفر المئوي بقليل تبدأ البلورات الثلجية في التكون في المسافات البينية ، ويؤدي ذلك إلى نقص ضغط بخار الماء في المسافات البينية عنه داخل الخلايا ، فينتشر الماء نبعًا لذلك من داخل الخلية إلى المسافات البينية ؛ وتزيد بذلك الكتلة البلورية في الحجم . ويؤدي استمرار هذه العملية إلى انكماش الخلايا في الحجم ، وزيادة تركيز عصيرها الخلوي ؛ فتزيد نقطة تجمد محتوياتها .

ومع ارتفاع درجة الحرارة إلى أعلى من الصفر المئوي تذوب بلورات الثلج المتكونة في المسافات البينية تدريجيًا ، ويعود الماء إلى داخل الخلية بصورة تدريجية ، دون أن تحدث أضرارًا بالخلية .

لكن الأضرار قد تحدث عند تجمد الماء بين الخلايا فى الحالات التالية :

١ – عند زيادة فقد البروتوبلازم للماء الذى ينتشر فى المسافات البينية .

٢ – عند حدوث تجمع لبعض مكونات الخلية بدرجة لا يعود معها البروتوبلازم إلى حالته الطبيعية .

٣ – فى حالة الارتفاع الفجائى لدرجة الحرارة ، حيث يذوب الثلج وينتشر الماء داخل الخلايا بسرعة ، مما قد يؤدى إلى تمزق الغشاء البلازمى .

٤ – فى حالة النباتات الرهيفة tender ، والتى يكون غشاؤها الخلوى أقل نفاذية للماء ، الأمر الذى يؤدى إلى تجمع الماء فى المسافات البينية عند ذوبان البلورات الثلجية .

هذا .. ولا تتكون البلورات الثلجية داخل الخلايا إلا إذا انخفضت درجة الحرارة إلى القدر الذى يسمح بتجميد العصير الخلوى ، ويحدث ذلك فى الحالات الآتية :

١ – عندما يكون معدل الانخفاض فى درجة الحرارة أكبر من معدل الانخفاض فى نقطة تجمد العصير الخلوى (وهو الأمر الذى يحدث عند انتشار الماء من الخلايا إلى المسافات البينية) ويحدث ذلك فى الحالات التالية :

(أ) عندما يكون الانخفاض فى درجة الحرارة سريعًا وكبيرًا .

(ب) فى حالة النباتات الرهيفة ، وهى التى تكون أغشيتها الخلوية أقل نفاذية للماء ، الأمر الذى لا يسمح بسرعة انتشار الماء إلى المسافات البينية .

٢ – عندما لا تكون النباتات مؤقلمة جيدًا ، حيث تكون نقطة تجمد العصير الخلوى مرتفعة نسبيًا ، لأن النباتات المؤقلمة جيدًا يزيد بها تركيز المواد الذائبة بالعصير الخلوى ، كما يزيد محتواها من المركبات المحبة للرطوبة hydrophyllic compounds ، وهى مركبات تقوم بادمصاص الماء حولها ، وترتبط به بشدة ، الأمر الذى يؤدى إلى خفض نقطة تجمده ، وتزيد هذه المركبات فى الظروف التى لا تسمح بالنمو الخضرى السريع ، وكذلك فى النباتات الأكبر سنًا .

ويؤدى تجمد الماء داخل الخلايا إلى الأضرار التالية :

١ – فقد الخلية للماء الحر .

٢ – تمزق الغشاء البلازمى .

٣ – حدوث أضرار ميكانيكية تؤثر على تركيب الكلوروبلاستيدات والتركيب الغروى للسيتوبلازم (Walker ١٩٦٩ ، Devlin ١٩٧٥) .

ولتعمق فى دراسة موضوع فسيولوجيا التعرض للصقيع فى النباتات بوجه عام يراجع كل من Li & Saki (١٩٧٨) و Christiansen (١٩٧٩) و Lyons وآخرين (١٩٧٩) و Levitt

(١٩٨٠) . وإضافة إلى ذلك .. فإن Cooper (١٩٧٣) يتناول بالتفصيل موضوع تأثير درجة حرارة الجذور على نمو وتطور النباتات بشكل عام .

دور البكتريا فى تكوين نويات البلورات الثلجية

اكتشف Lindow وآخرون (١٩٧٨) وجود عدة سلالات من نوعين من البكتريا التى تعيش على الأسطح النباتية epiphytic bacteria وبين خلايا النبات ، هما : Pseudomonas syringae و Erwinia herbicola وقد كانت بعض سلالات هذين النوعين على درجة عالية من الكفاءة فى تكوين نويات البلورات الثلجية ice nuclei فى درجات حرارة تراوحت بين ٢-°م تحت الصفر و ٥-°م تحت الصفر . وقد وجدت هذه الأنواع البكتيرية بأعداد كبيرة بأوراق معظم النباتات التى جمعت من مناطق جغرافية مختلفة وفى مواسم مختلفة .

وقد وجدوا أن أضرار الصقيع فى الذرة على درجة حرارة - ٥°م تناسبت طرديًا مع لوغاريتم أعداد هذه البكتريا ، لكن البكتريا لم تكن نشطة فى تكوين نويات البلورات الثلجية فى درجة حرارة أقل من - ١٠°م .

استنتج الباحثون أن هذه البكتريا هى المسئولة عن أضرار الصقيع فى النباتات الرهيفة ، مثل : الذرة ، والموالح ، والأفوكادو ، والكمثرى ، والطماطم ، والفرع العسلى ، والفاصوليا ، وفول الصويا ، وغيرها ، وقد أضيف هذه البكتريا أيضًا النوع P. fluorescens (عن Ashworth & Davis ١٩٨٤) .

ودلت الدراسات أن هذه البكتريا توجد بأعداد ضخمة على أسطح الأوراق النباتية ، بما فى ذلك النباتات الخالية تمامًا من أى أعراض مرضية . وبعض هذه الأنواع تعيش معيشة رمية ، وتتفاعل مع البكتريا المرضية ، وتقلل من حدة الأمراض التى تحدثها . فمثلا :

١ - تعمل E. herbicola على تثبيط الإصابة بـ Xanthomonas oryzae فى الأرز .

٢ - وتعمل بعض أنواع البكتريا على تقليل شدة الإصابة بـ E. amylovora فى الكمثرى .

٣ - وتفيد العديد من البكتريا التابعة للجنس Pseudomonas فى تقليل شدة الإصابة بـ P. syringae pv. morsprunorum فى الكرز (Lindow وآخرون ، ١٩٧٨ ؛ Kelman ، ١٩٧٩) ..

وقد وجد ٢٠ نوعًا على الأقل من هذه البكتريا ذات القدرة على تكوين نويات البلورات الثلجية التى تعيش على أسطح الأوراق النباتية .

وقد وجد Anderson وآخرون (١٩٨٢) أن هذه البكتريا زادت من حساسية الطماطم وفول الصويا للصقيع عند رشها على النباتات قبل تعريضها لدرجة الحرارة المنخفضة ، حيث تجمدت نباتات الطماطم فى درجة حرارة - ٤°م وفول الصويا فى درجة حرارة - ٥°م فى الوقت الذى ظلت فيه النباتات غير المعاملة بالبكتريا دون أن تتجمد حتى حرارة - ٨°م . وقد كان من الضرورى أن يصل تركيز البكتريا إلى ٤ × ١٠^٨ مل لكى تكون فعالة فى إحداث التجمد . كما أدى

تعريض البكتريا لدرجة حرارة ٢٥م قبل معاملة النباتات بها إلى زيادة فاعليتها فى تكوين نويات البلورات الثلجية .

وقد توصل Yelenosky (١٩٨٣) إلى نتائج مماثلة فى البرتقال ، حيث وجد أن رش أشجار البرتقال الصغيرة بمعلق مائى من أى من نوعى البكتريا أدى إلى تجمدها فى درجة حرارة أعلى مما فى الأشجار غير المعاملة . كذلك حصل على نفس النتائج عند رش النباتات بمعلق مائى من أنواع بكتيرية أخرى أو بمعلقات بعض المركبات الكيميائية ، مثل : يوديد الفضة ، والفينازين phenazine ، والفلوروفلوجويت fluorophlogopite .. فجميعها عملت كنويات للبلورات الثلجية .

وقد اكتشفت سلالة من بكتريا P. herbicola كانت غير نشطة فى تكوين نويات البلورات الثلجية ، وأدت إلى تقليل كفاءة السلالات النشطة من كل من P. herbicola و P. syringae عندما من تكوين نويات البلورات الثلجية تحت ظروف غرف النمو .

وفى محاولة لإجراء مكافحة بيولوجية لأضرار الصقيع ، قام Lindow وآخرون (١٩٨٣) بدراسة تأثير هذه السلالة (واسمها M 232 A) وسلالة أخرى مشتقة منها ومقاومة أيضًا للأ ستربتومايسين (واسمها M 232 A nk 11) تحت ظروف الحقل ؛ ووجدوا أن المعاملة بأى من السلالتين أدت إلى إحداث خفض جوهرى فى أعداد البكتريا النشطة كنويات للبلورات الثلجية خلال موسم النمو وإلى تقليل أضرار الصقيع فى الذرة تحت ظروف الحقل .

٧ – ٤ : تأثير الضوء والفترة الضوئية على نباتات الخضر

لا يمكن للنباتات أن تنمو فى غياب الضوء ، فهو العامل الأساسى فى عملية البناء الضوئى التى تعتمد عليها النباتات كلية فى تحضير السكريات الأولية . وتتأثر النباتات بكل من شدة الإضاءة ونوعية الإضاءة وطول الفترة الضوئية .

٧ – ٤ – ١ : تأثير شدة الإضاءة

تؤثر شدة الإضاءة Light Intensity تأثيرًا كبيرًا على معدل عملية البناء الضوئى ؛ فيزداد البناء الضوئى مع زيادة شدة الإضاءة فى حدود معينة . ونظرًا لأن النباتات تعتمد فى نموها على عملية البناء الضوئى ، نجد أن المحصول يزداد مع ازدياد شدة الإضاءة .

هذا .. وتختلف شدة الإضاءة من منطقة لأخرى ، ومن ساعة لأخرى فى نفس المنطقة ، فتزداد شدة الإضاءة :

١ – قرب خط الاستواء ، عنه قرب القطبين .

٢ – فى الأجواء الجافة الصحوة ، عنه فى الأجواء الملبدة بالغيوم .

٣ – فى الأماكن المرتفعة ، عنه بالقرب من سطح البحر .

٤ – صيفًا عنه شتاءً .

٥ – وقت الظهيرة ، عنه في الصباح أو المساء .

وفي المتوسط نجد أن الإضاءة القوية تبلغ نحو ٥٠٠٠ شمعة/ قدم ، وأقل إضاءة لازمة للنمو النباتي هي ٨٠٠ – ١٠٠٠ شمعة/ قدم .

وتقسم النباتات حسب شدة الإضاءة المناسبة إلى مجموعتين :

١ – نباتات الضوء Heliophytes : وهي التي تنمو أحسن ما يمكن في ضوء الشمس الكامل ، وتشتمل على معظم نباتات الخضر .

٢ – نباتات الظل Sciophytes : وهي التي تنمو أحسن ما يمكن في شدة إضاءة تبلغ حوالي ١٠٪ من ضوء الشمس ، وتشتمل على عيش الغراب ، وعدد كبير من نباتات الزينة .

ويمكن إجمال تأثير شدة الإضاءة فيما يلي :

١ – التأثير على معدل البناء الضوئي والمحصول .. فلا يكون البناء الضوئي محسوسًا في إضاءة ٥٠٠ شمعة/ قدم ، ويتساوى البناء مع الفاقد في التنفس (Compensation point) في إضاءة ١٠٠ – ٣٠٠ شمعة/ قدم .

٢ – تؤثر على معدل النتح ؛ فيزيد النتح مع زيادة شدة الإضاءة ، لذلك يفضل إجراء عملية الشتل في الجو المليد بالغيوم ، أو في المساء ، لأن النباتات المشتولة حديثًا لا يمكنها امتصاص كمية كبيرة من الماء من التربة ، لأنها تفقد جزءًا من مجموعها الجذري عند تقليعها من المشتل .

٣ – تؤثر شدة الإضاءة على التركيب التشريحي للأوراق . ففي الإضاءة الساطعة تحتوي الأوراق على ٢ – ٣ طبقات من الخلايا الغنية على البلاستيدات الخضراء ، وتكون الخلايا مندمجة ومكتنزة بالغذاء المجهز ، أما تحت ظروف الإضاءة الضعيفة ، فإن المسافات البينية بين خلايا البيروفيل تكون واسعة ، وتكون الأوراق عصيرية . وتلك هي الصفات المفضلة في نباتات السلاطة ، مثل : الخس ، والجرجير .

٤ – تؤدي زيادة شدة الإضاءة أكثر من اللازم إلى الإصابة بلفحة الشمس Sunburn ، ويحدث ذلك في النموات الخضرية والثمرية على حد سواء .

ويحدث الضرر بالنموات الخضرية ، خاصة عندما تكون رهيفة وعصيرية وتتعرض لأشعة شمس قوية بعد فترة من الجو المليد بالغيوم . فتحت هذه الظروف تتلون الأنسجة المعرضة لأشعة الشمس باللون الأخضر المصفر في مساحات غير منتظمة الشكل ، وسريعًا تصبح الأنسجة المصابة طرية ، ثم تجف ، تاركة بقعًا هشة بنية اللون .

كذلك تتعرض أبصال البصل ودرنات البطاطس لأضرار مماثلة عند إجراء الحصاد في جو حار صحو .

وأيضًا تصاب ثمار الخضر المختلفة بلفحة الشمس ، فتصاب ثمار الطماطم والبطيخ والشمام والفلفل والباذنجان وغيرها عند التعرض لأشعة الشمس القوية في الجو الحار . وتظهر الأعراض على ثمار الطماطم ، سواء أكانت خضراء ، أم قاربت على النضج ، حيث يبدو النسيج المصاب لامعًا في البداية ، ثم يصبح مشبعًا بالماء ، ثم يجف بسرعة ، وينخفض سطح النسيج المصاب عن مستوى سطح باقي الثمرة ، ويتحول لونه إلى اللون الأبيض أو الرمادي في الثمار الخضراء ، وإلى اللون الأصفر في الثمار الحمراء . وعادة تزداد شدة الضرر في الأصناف ذات النمو الخضري الضعيف .

وفي الفاصولياء تظهر أعراض لفحة الشمس على الثمار في صورة بقع صغيرة مشبعة بالماء سريعًا ما تتلون باللون الأحمر أو البني . وتزداد حدة هذه الأعراض في الجو الحار .

وقد توصل Rabinowitch وآخرون (١٩٨٣) من دراساتهم على لفحة الشمس في ثمار الفلفل والخيار إلى الاعتقاد بأن الكلوروفيل ضروري لكي تظهر أعراض الإصابة بلفحة الشمس . فقد عرّضوا ثمار فلفل وخيار مقطوفة ، وأخرى على النبات وهي في مراحل مختلفة من نضجها لأشعة الشمس ؛ ووجدوا أن ظهور حالة لفحة الشمس يتأثر بلون الثمرة ، وما إذا كانت مقطوفة ، أو ما زالت بالنبات . فالثمار المقطوفة ارتفعت حرارتها بدرجة أكبر عن تلك التي ظلت على النبات ، وكانت أكثر حساسية للفحة الشمس . كما ارتفعت درجة حرارة ثمار الفلفل الناضجة ذات اللون الأخضر الفاتح بدرجة أقل ، وظهرت بها نسبة أقل من إصابات لفحة الشمس عن مثيلاتها من الثمار الناضجة ذات اللون الأخضر الداكن . أما ثمار الفلفل الحمراء الناضجة ، وثمار الخيار الصفراء الناضجة ، فقد كانتا مقاومتين للإصابة بلفحة الشمس . وبالعكس .. كانت ثمار الفلفل في طور النضج الأخضر ، أو بداية التلوين ، وثمار الخيار الخضراء الناضجة والخضراء المصفرة أكثر الثمار عرضة للإصابة بلفحة الشمس .

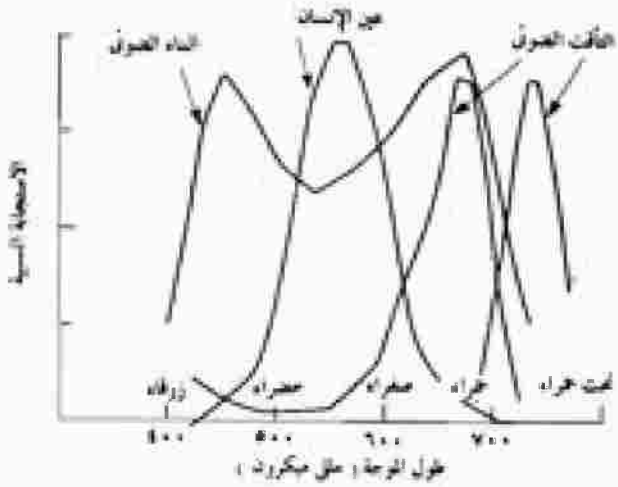
٧ – ٤ – ٢ : تأثير طول الموجة الضوئية

من أهم العمليات الحيوية التي تتأثر بطول الموجة الضوئية Wave length ما يلي :

١ – عملية البناء الضوئي .

٢ – الاستجابة للفترة الضوئية photoperiodic response (وسيأتي شرحها في الفصل السادس والعشرين) .

فكل عملية منهما يبلغ معدلها أعلى ما يمكن عندما يكون الضوء من طول موجة معين ، أي من لون معين (شكل ٧ – ٢) . ونظرًا لأن الضوء الأبيض العادي يحتوي على جميع ألوان الطيف ، فإن أهمية هذا الموضوع تظهر في الدراسات البحتة التي يدرس فيها الباحث تأثير ألوان الطيف المختلفة على العمليات الحيوية في النبات .



شكل ٧ - ٢ : تأثير طول الموجة الضوئية (ألوان الطيف) على معدل عمليتي البناء الضوئي والتأقت الضوئي (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

٧ - ٤ - ٣ : تأثير الفترة الضوئية

تؤثر الفترة الضوئية photoperiod على النباتات عن طريقين :

١ - من خلال تأثيرها على كمية الضوء الكلية التي تتعرض لها النباتات ، وبالتالي تؤثر على كمية الغذاء المجهز ، والنمو ، والمحصول . وهذا يلاحظ أن المحصول يكون أكبر عادة صيفا في الدول الشمالية ، حيث تزيد الفترة الضوئية إلى نحو ١٧ ساعة يوميًا .

٢ - تؤثر الفترة الضوئية تأثيرًا مباشرًا على نمو وتطور النباتات . ويعرف هذا النوع من الاستجابة للفترة الضوئية باسم التأقت الضوئي photoperiodism . وقد يكون تأثير الفترة الضوئية متمثلاً في دفع النباتات نحو الإزهار ، أو إلى تكوين درنات أو أبصال أو مدادات ... إلخ من عمليات النمو والتطور التي تتأثر بالفترة الضوئية .

وعادة يعنى بتأثير الفترة الضوئية تأثيرها على الإزهار ، ما لم يذكر غير ذلك .

وتقسم النباتات حسب استجابتها للفترة الضوئية إلى ٣ مجموعات .

١ - نباتات النهار القصير Short-day plants : وهذه لا تزهر إلا إذا زاد طول الليل عن حد معين . فيجب أن تتعرض هذه النباتات لفترة ظلام لا تقل عن حد معين حتى تزهر . ومن أمثلتها : الذرة الحلوة ، والفول الرومي ، وفول الصويا ، والكانيون ، والروزيل .

٢ - نباتات النهار الطويل Long-day plants : وهذه لا تزهر إلا إذا قصر طول الليل عن حد معين . فيجب أن تتعرض هذه النباتات لفترة ظلام لا تزيد عن حد معين حتى تزهر . ومن أمثلتها : السبانخ ، والفجل ، والشت .

٣ – نباتات محايدة Day-neutral plant : وهذه لا تتأثر في إزهارها بالفترة الضوئية ، ومن أمثلتها : الطماطم ، والبامية .

وكما سبق الذكر .. فإن تأثير الفترة الضوئية لا يقتصر على الإزهار ، بل يمكن أن يكون على :

١ – تكوين الأبصال : فيعتبر البصل والثوم من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين الأبصال .

٢ – تهيئة النبات لتكوين الدرنات : فتعتبر البطاطس والطرطوفة واليام من نباتات النهار القصير بالنسبة لتهيئة النبات لتكوين الدرنات ، كما تعتبر البطاطا والكاسافا من نباتات النهار القصير بالنسبة لزيادة الجذور في الحجم (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٣ – تكوين المدادات : فيعتبر الشليك من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين المدادات .

٤ – نمو السلاميات في الفاصوليا .

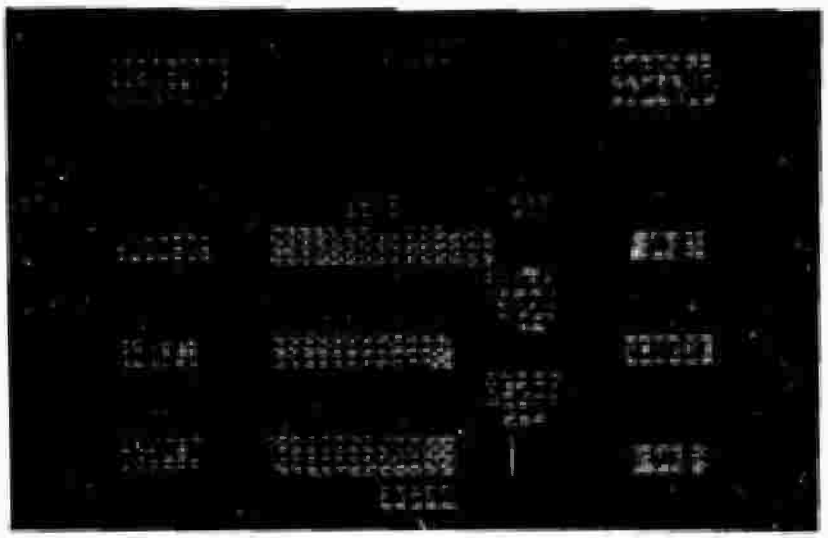
٥ – تمثيل صبغة الأنثوسيانين في الكرنب الأحمر (Piringer ١٩٦٢) .

ومما تجدر ملاحظته أن الاستجابة للفترة الضوئية لا تستلزم أبدًا أن يكون النهار قصيرًا في نباتات النهار القصير ، وأن يكون النهار طويلًا في نباتات النهار الطويل ، بل إن العكس قد يحدث أحيانًا . فالذرة الحلوة تزهر في المناطق الشمالية صيفًا ، حيث يصل طول النهار إلى ١٧ ساعة ، رغم أنها من نباتات النهار القصير ، في حين أن بعض أصناف السباغ قد تزهر في فترة إضاءة أقل من ١٢ ساعة ، رغم أنها من نباتات النهار الطويل . كذلك قد تكون بعض أصناف البصل أبصالًا في نهار طول ١١ ساعة ، بينما لا يمكن لبعض الأصناف الأخرى أن تكون أبصالًا في فترة إضاءة تقل عن ١٦ ساعة ، رغم أن جميع أصناف البصل تعد من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين الأبصال ، فالعبرة بطول فترة الظلام ، وما إذا كانت الاستجابة لا تحدث إلا عند زيادتها عند حد معين (نباتات النهار القصير) ، أو إلا عند قصرها عند حد معين (نباتات النهار الطويل) . ويوضح شكل (٧ – ٣) هذه العلاقة بين السباغ – وهي من نباتات النهار الطويل ، وتلزمها فترة ظلام لا تزيد عن ١١ ساعة حتى تزهر – والقرنفل – وهو من نباتات النهار القصير ، وتلزمه فترة ظلام لا تقل عن ١٠ ساعات حتى يزهر .

ويمكن عمليًا زيادة طول النهار في المواسم قصيرة النهار بعمل وميض من الضوء لمدة ٤ ثوان كل دقيقة ليلًا ، أو بالإضاءة لمدة ٣ ساعات بعد نهاية النهار . ويستفاد من ذلك في عدم زيادة طول فترة الظلام عن حد معين ، وبالتالي دفع نباتات النهار الطويل للإزهار . وتختلف الاستجابة هذه المعاملة بين نباتات النهار الطويل ونباتات النهار القصير (شكل ٧ – ٤) .

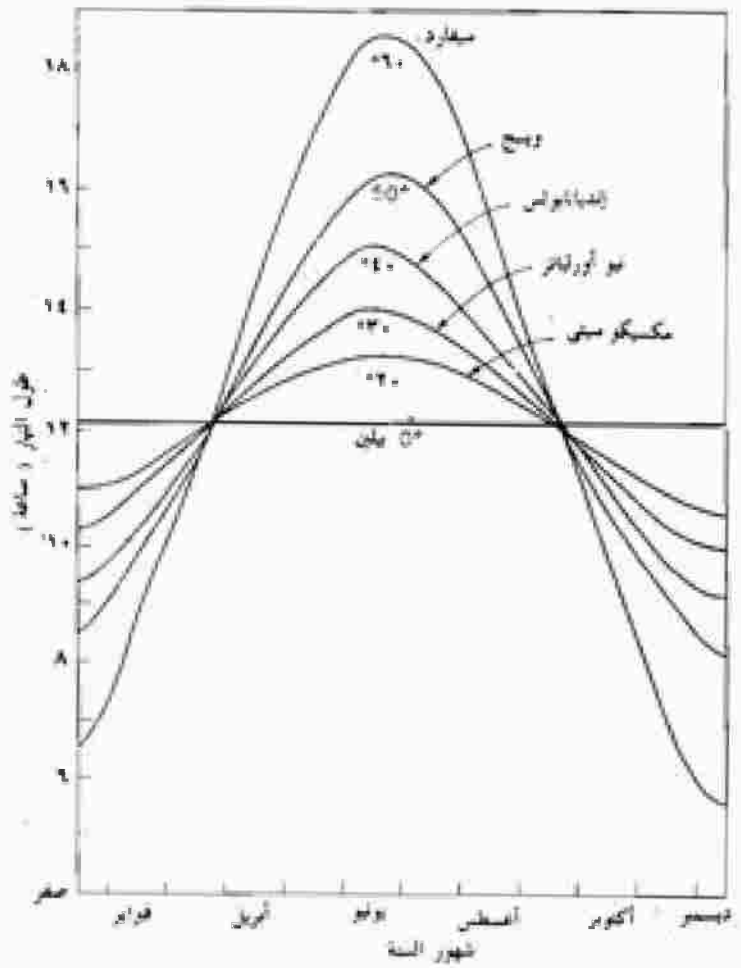
كما يمكن إطالة فترة الظلام بتغطية النباتات بقماش أسود لعدة ساعات يوميًا أثناء النهار ، وبذلك يمكن دفع نباتات النهار القصير نحو الإزهار في غير موسمها ، كما في الأرولا .

شكل ٧ - ٣ : تأثير الفترة الضوئية على أزهار السباغ والقرنفل . لاحظ أن الفترة الضوئية الحرجة هي ١٣ ساعة للسباغ و ١٤ ساعة للقرنفل (عن Steward ١٩٦٦) .



شكل ٧ - ٤ : تأثير كسر فترة الظلام بومض من الضوء على إزهار النباتات القصيرة النهار والنباتات الطويلة النهار (عن Galston ١٩٦٤) .

هذا .. ويختلف طول الفترة الضوئية باختلاف خط العرض واليوم من السنة كالتالى (شكل ٧ - ٥ وجدول ٧ - ٤) :



شكل ٧ - ٥ : التغيرات السنوية فى طول الفترة الضوئية فى المناطق المختلفة من العالم . يلاحظ ازدياد الفارق بين طول النهار صيفًا عند شمالا كلما اتجهنا شمالاً (عن Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) .

١ - فى كل من ٢١ مارس ، ٢١ سبتمبر تكون الشمس متعامدة تمامًا على خط الاستواء ، ويكون الشروق من الشرق تمامًا ، والغروب من الغرب تمامًا ، ويتساوى طول الليل مع طول النهار فى كافة أرجاء الكرة الأرضية .

٢ - فى ٢١ ديسمبر تكون الشمس أبعد ما تكون جنوبًا عن خط الاستواء ، ويصاحب ذلك أقصر نهار فى نصف الكرة الشمالى ، وأطول نهار فى نصف الكرة الجنوبى .

٣ – يحدث العكس فى ٢١ يونية ، حيث تكون الشمس أبعد ما تكون شمالاً عن خط الاستواء ، ويصاحب ذلك أطول نهار فى نصف الكرة الشمالى ، وأقصر نهار فى نصف الكرة الجنوبى .

٤ – يتساوى طول النهار مع طول الليل عند خط الاستواء فى جميع أيام السنة .

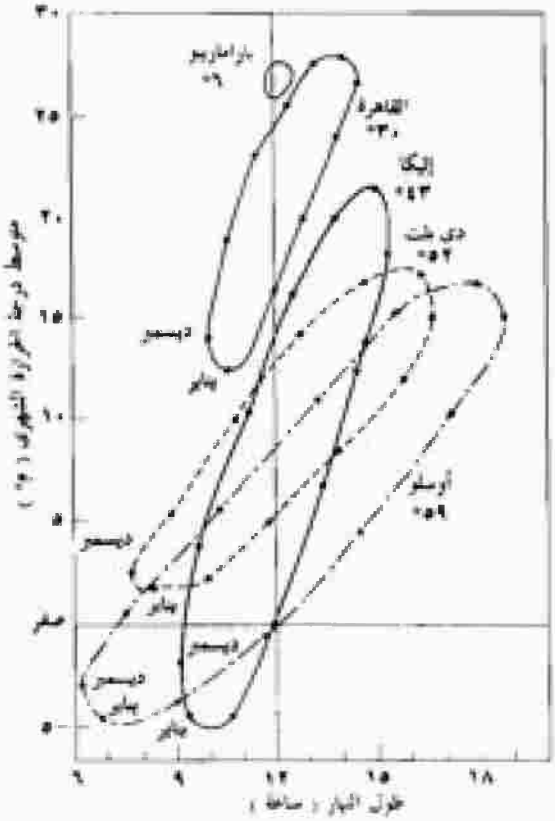
٥ – فى نصف الكرة الشمالى يكون طول النهار فى الفترة من ٢١ مارس إلى ٢١ سبتمبر أطول فى المناطق الشمالية ، عنه فى المناطق الأقرب إلى خط الاستواء . ويكون الفارق أكبر ما يمكن فى ٢١ يونية ، ويحدث العكس تمامًا فى نصف الكرة الجنوبى .

٦ – يحدث كذلك فى نصف الكرة الشمالى أن طول النهار فى الفترة من ٢١ سبتمبر إلى ٢١ مارس يكون أقصر فى المناطق الشمالية ، عنه فى المناطق الأقرب إلى خط الاستواء . ويكون الفارق أكبر ما يمكن فى ٢١ ديسمبر ، ويحدث العكس تمامًا فى نصف الكرة الجنوبى (عن Edmond وآخرين ١٩٧٥) .

جدول (٧ ـ ٤) : التغيرات فى فترق الضوء والظلام مع تغير الفصول عند خطوط العرض المختلفة بنصف الكرة الشمالى .

خط العرض	مثال للمدن التى يمر بها	فترق الضوء والظلام بالساعة فى		
		٢١/٣ ، ٢١/٩	٢١ / ١٢	٢١ / ٦
°١٠	أديس أبابا	الضوء ١٢	١١,٧	١٢,٧
		الظلام ١٢	١٢,٣	١١,٣
°٢٠	بومباى	الضوء ١٢	١١,٠	١٣,٣
		الظلام ١٢	١٣,٠	١٠,٧
°٣٠	الاسكندرية	الضوء ١٢	١٠,٢	١٤,١
		الظلام ١٢	١٣,٨	٩,٩
°٤٠	روما	الضوء ١٢	٩,٣	١٥,٠
		الظلام ١٢	١٤,٧	٩,٠
°٥٠	ستالينجراد	الضوء ١٢	٨,١	١٦,٤
		الظلام ١٢	١٥,٩	٧,٦
القطب		الضوء ١٢	صفر	٢٤,٠
		الظلام ١٢	٢٤,٠	صفر

وجميع هذه الاختلافات فى الفترة الضوئية تكون مصاحبة بتغيرات أخرى فى درجة الحرارة ، كما يتضح من شكل (٧ – ٦) .



شكل ٧ - ٦ : التغيرات السنوية فى كل من الفترة الضوئية ودرجة الحرارة فى المناطق المختلفة من العالم . يلاحظ أنه كلما ابتعدنا عن خط الاستواء ، ازداد التفاوت بين الصيف والشتاء فى كل من درجة الحرارة والفترة الضوئية (عن Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) .

وعمليًا .. يستفاد من دراسة الفترة الضوئية وتأثيرها على النباتات فى اختيار الصنف والموعد المناسبين للزراعة فى منطقة الإنتاج ، بحيث ينمو المحصول بالطريقة التى تؤدى إلى إنتاج المحصول الاقتصادى الذى زرع من أجله . فمثلًا :

١ - عند زراعة محصول مثل السبانخ يراعى اختيار موعد الزراعة ، بحيث يتم إنتاج المحصول الاقتصادى - وهو الأوراق - قبل زيادة الفترة الضوئية إلى الحد الذى يدفع النباتات نحو الإزهار ، فتفقد بذلك قيمتها الاقتصادية .

٢ - كذلك توجد اختلافات كبيرة بين أصناف السبانخ فى سرعة اتجاهها نحو الإزهار بزيادة الفترة الضوئية ، فيجب اختيار الأصناف الأقل ميلًا للإزهار فى الزراعات التى يصاحبها نهار طويل نسبيًا .

٣ – عند زراعة البصل يجب اختيار الأصناف التى يمكنها تكوين الأبصال فى الفترة الضوئية السائدة فى منطقة الإنتاج . فتزرع الأصناف التى يمكنها تكوين الأبصال فى فترة ضوئية قصيرة نسبيا فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية . أما الأصناف التى تلزمها فترة ضوئية طويلة ، فلا يمكنها تكوين أبصال جيدة فى مثل هذه المناطق .

٤ – توقيت موعد الزراعة ، بحيث تتجه النباتات نحو الإزهار فى الوقت المناسب عند الرغبة فى إنتاج البذور .

٥ – توفير الفترة الضوئية المناسبة لإزهار النباتات فى برامج التربية .

٧ – ٤ – ٤ : تأثير الأشعة غير المرئية

تختلف الأشعة غير المرئية عن الضوء العادى الأبيض . وأهم ما يصل منها للنباتات بجرعات محسوسة : الأشعة تحت الحمراء ، والأشعة فوق البنفسجية ، وكلتاهما غير لازمتين للنمو النباتى ، وأكبر دليل على ذلك أن النباتات التى تنمو فى البيوت (الصوب) الزجاجية تعطى محصولاً عاليًا ، برغم أن الزجاج يمتص معظم هذه الأشعة .

لكن وجد أن الأشعة فوق البنفسجية تلعب دورًا فى تلوين الأوراق فى فصل الخريف ، وفى زيادة تركيز الفود فى بعض الثمار . ويؤدى التعرض لجرعات عالية من الأشعة فوق البنفسجية – كما فى المناطق المرتفعة – إلى إحداث تأثيرات سلبية على النباتات .

٧ – ٥ : تأثير العوامل الجوية الأخرى

٧ – ٥ – ١ : الريـــاح

تؤدى زيادة سرعة الرياح إلى :

١ – اقتلاع النباتات ، وكسر فروع الأشجار ، وإقلاع النباتات الطويلة المروية حديثًا .

٢ – تغطية النباتات بالكثبان الرملية .

٣ – إثارة حبيبات الرمل التى تضرب فى النباتات ، محدثة بها أضرارًا كثيرة .

٤ – اختلال التوازن المائى داخل النباتات وذبولها عندما تكون الرياح ساخنة جافة ، نظرًا لتسببها فى زيادة سرعة النتح بدرجة أكبر من مقدرة الجذور على امتصاص الماء .

٥ – خلق التغور جزئيًا عند زيادة سرعة الرياح عن ١٠ كم/ساعة ، ويؤدى ذلك إلى نقص تبادل الغازات ، وبطء عملية البناء الضوئى .

ولأجل هذا يلزم الاهتمام بإقامة مصدات الرياح حول مزارع الخضر ، كما تجب دراسة لحركات الهواء البارد من أعالى الجبال نحو الوديان ، لما لذلك من تأثيرات قد تكون ضارة أو مفيدة – حسب المحصول والظروف الجوية السائدة – قبل الشروع فى زراعة محاصيل الخضر فى مثل هذه الأماكن .

وفى دراسة عن تأثير الرياح على نباتات الخضر قام Bubenzer & Wein (١٩٧٤) بتعريض نباتات الفاصوليا والبسلة لرياح سرعتها ٢٤,٨ كيلو متر فى الثانية لمدة ٢٠ دقيقة ، ووجدا أن هذه المعاملة قد أدت إلى نقص المحصول :

١ – فى الفاصوليا بمقدار ٨٪ عندما أجريت المعاملة فى مرحلة نمو البادرات ، وبمقدار ١٤٪ عندما أجريت فى مرحلة الإزهار .

٢ – فى البسلة بمقدار ١٦٪ ، سواء أجريت المعاملة فى مرحلة نمو البادرات أو فى مرحلة الإزهار .

كما وجد Mitchell وآخرون (١٩٧٥) أن هز نباتات الطماطم برفق مرة أو مرتين يوميًا أدى إلى نقص عدد العقد على الساق وعدد الأوراق ، مع قصر السلاميات ، وتقزم النبات ، وحدوث انتفاخ عند العقد ، وتدلى نصل الورق لأسفل epinasty ، مع تلون الأوراق الحديثة بلون أخضر داكن ، وزيادة التفرع الجانبى للنبات . وقد اقترح الباحثون الاصطلاح سيسمومورفوجينيس Seismomorphogenis لوصف التأثير الذى تحدثه الرياح على النباتات .

هذا .. وتهب على مصر رياح مختلفة على مدار العام ، هى كالتالى :

١ – الرياح التجارية : وتهب على مصر معظم العام من الشمال أو الشمال الشرقى عادة ، وسرعتها متوسطة ، وتفيد فى تلقيح النباتات هوائية التلقيح .

٢ – الخسوم أو برد العجوز : وهى رياح شديدة البرودة ، وتهب فى أوائل مارس ، وتستمر لمدة ثمانية أيام . وهذه الرياح تأثيرات ضارة ، إذ أنها :

(أ) قد تؤدى إلى موت بعض النباتات .

(ب) تؤخر إنبات البذور .

(جـ) تؤدى إلى سقوط أزهار النباتات .

٣ – الخماسين : وهى رياح حارة جافة تهب من الجنوب عادة ، وتكون محملة بالأتربة والغبار ، وقد ترتفع درجة الحرارة أثناء هبوبها إلى ٤٥°م . تهب رياح الخماسين عادة أثناء شهور مارس وأبريل ومايو ، وفى المتوسط .. فإن عدد أيام رياح الخماسين يكون :

٦ أيام فى فبراير ، ٧ أيام فى مارس ، ٧ أيام فى أبريل ، ٥ أيام فى مايو ، يومين فى يونيو .

وهذه الرياح تأثيرات ضارة ، إذ أنها تؤدى إلى :

(أ) سقوط الأزهار والثمار .

(ب) تمزق الأوراق .

(جـ) زيادة سرعة النضج .

(د) ضمور حبوب اللقاح .
(هـ) زيادة الإصابة بالعفن الأحمر (عن مرسى وآخرين ١٩٥٩)

٧ - ٥ - ٢ : الأمطـــار

لا تخفى أهمية الأمطار فى حالة الاعتماد على ماء المطر بدلًا من الرى . وتجب فى هذه الحالة دراسة توزيع الأمطار . والكمية الكلية لماء المطر على مدار العام قبل التخطيط لزراعة محاصيل الخضر .

ويفضل دائمًا إنتاج البذور فى المناطق غير الممطرة ، نظرًا لأن الأمطار تساعد على :

١ - انتشار بعض الأمراض الفطرية والبكتيرية التى تنتقل عن طريق البذور ، كما فى العديد من أمراض البسلة والفاصوليا .

٢ - انتشار البذور من الثمار الجافة قبل حصادها ، كما فى الحس .

هذا ويقسم العالم إلى ثلاث مناطق حسب معدل تساقط الأمطار السنوى فيها كالتالى :

١ - المناطق الجافة Arid : ويقل معدل تساقط الأمطار فيها عن ٢٥ سم سنويًا .

٢ - المناطق شبه الجافة Semi arid : ويتراوح المعدل السنوى لتساقط الأمطار فيها من ٢٥ - ٥٠ سم .

٣ - المناطق تحت الرطبة Subhumid : ويتراوح المعدل السنوى لتساقط الأمطار فيها من ٥٠ - ١٠٠ سم .

٤ - المناطق الرطبة Humid : ويتراوح المعدل السنوى لتساقط الأمطار فيها من ١٠٠ - ١٥٠ سم .

٥ - المناطق المبتلة Wet : ويزيد معدل تساقط الأمطار فيها عن ١٥٠ سم سنويًا (Yamaguchi ١٩٨٣) .

هذا .. وتعتبر مصر من المناطق الجافة التى يقل معدل تساقط الأمطار السنوى فيها كثيرًا . حيث يبلغ المعدل ١٣,٣ سم فى المناطق الساحلية ، وينخفض المعدل إلى النصف فى الدلتا ، وإلى الربع فى مصر الوسطى ، وينعدم المطر تقريبًا فى مصر العليا . كما تتساقط معظم الأمطار خلال الفترة من نوفمبر حتى مارس ، وتنعدم خلال شهور الصيف (جدول ٧ - ٥) .

جدول (٧ - ٥) : معدل تساقط الأمطار الشهرى فى مصر (بالملليمتر) .

الشهر	المنطقة			
	الساحلية	الدلتا	مصر الوسطى	مصر العليا
يناير	٢٨	١٦	٩	—
فبراير	٢٢	١٢	٥	—
مارس	١٤	٩	٥	—
أبريل	٤	٢	١	—
مايو	٢	٢	١	—
يونيه	—	—	—	—
يولية	—	—	—	—
أغسطس	—	—	—	—
سبتمبر	—	١	—	—
أكتوبر	٧	٥	٢	—
نوفمبر	٢١	٧	٢	—
ديسمبر	٣٥	١١	٦	—
المجموع	١٣٣	٦٥	٣٠	—

٧ - ٥ - ٣ : الرطوبة النسبية :

للرطوبة النسبية مزاياها ومضارها كالتالى :

١ - بعض المحاصيل تجود فى ظروف الرطوبة النسبية المرتفعة ، مثل : القنبيط ، والخس ، والسباغ ، والخضر الورقية عمومًا ، بينما تجود محاصيل أخرى فى الجو الجاف ، مثل : البطيخ ، والشمام .

٢ - تساعد الرطوبة النسبية المرتفعة على انتشار الأمراض .

٣ - تخفف الرطوبة النسبية المرتفعة من الأثر الضار لكل من الحرارة المنخفضة والحرارة المرتفعة على بعض محاصيل الخضر ، مثل : الطماطم ، والفاصوليا ، ولهذا السبب تنجح العروة الصيفية المتأخرة من الطماطم فى المنطقة الساحلية وشمال الدلتا .

وفى دراسة تأثير الرطوبة النسبية على نباتات الفاصوليا وجد O' Leary & Knecht (١٩٧١) أن الرطوبة النسبية المرتفعة جدًا (من ٩٥ - ١٠٠٪) لم يكن لها أى تأثير على الوزن الجاف أو الطازج للنباتات ، أو على محصول بذور الفاصوليا ، بالمقارنة بالرطوبة النسبية المنخفضة (٣٥ - ٤٠٪) أو المتوسطة (٧٠ - ٧٥٪) . وانحصر تأثير الرطوبة العالية فى نقص الماء المفقود بالنتح مع زيادة فى المادة الجافة بالنبات لكل وحدة من الماء المستهلك فى النمو ، بالمقارنة بالمستويات الأخرى من الرطوبة النسبية .

هذا .. ويتراوح المتوسط العام للرطوبة النسبية في مصر من ٤٤٪ في شهر مايو إلى ٦١٪ في شهر ديسمبر ، لكن المعدل العام يزداد كلما اتجهنا شمالاً ، ويقل كلما اتجهنا جنوبًا ، فمثلاً تكون الرطوبة النسبية كالتالي في كل من الإسكندرية وأسوان :

الشهر	في أسوان	في الإسكندرية
مارس	٣٦٪	٦٧٪
ديسمبر	٥٣٪	٧٤٪

(عن الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة المصرية ١٩٧٣)

٧ – ٥ – ٤ : البرق

عندما يلامس البرق سطح الأرض تنتشر طاقة كهربائية كبيرة في اتجاه شبه دائري تقريبًا ، ويتوقف المدى الذي يصل إليه انتشار هذه الطاقة الكهربائية على نسبة الرطوبة الأرضية في الطبقة السطحية من التربة . فكلما ازدادت الرطوبة الأرضية ، كلما ازداد اتساع دائرة الضرر .

وعادة لا يلاحظ ضرر البرق إلا بعد مضي عدة أسابيع من وقت حدوثه . ويظهر الضرر في صورة مساحة شبه دائرية قاحلة ماتت فيها كل أو معظم النباتات . وعلى حواف هذه الدائرة تكون النباتات متوقفة جزئيًا عن النمو ، ومعرضة بدرجة كبيرة للإصابات المرضية ، لكن تختلف درجة الإصابة باختلاف النباتات .

ففي الكرنب قد لا تكون الشحنة الكهربائية كافية لموت النباتات ، وحينئذ فإنها تخترق الساق في مستوى سطح التربة ، محدثة ضررًا بسيطًا في نسيج البشرة والحزم الوعائية ، ثم تتخلل النخاع العصبي ، حيث تموت الخلايا النخاعية التي توجد أعلى وأسفل مكان اختراق الشحنة الكهربائية ، تاركًا فراغًا محاطًا بلون بني داكن من أنسجة الخلايا الجافة التي تحللت . وقد يتبع ذلك ظهور جذور عرضية جديدة كثيرة من الهيبوكوتيل الداخلي للحلقة الوعائية .

أما في الطماطم ، فإن الفرصة تكون أكبر لإنتشار الشحنة الكهربائية خلال نخاع الساق ، وتظهر أول الأعراض بعد ساعات قليلة من وقت تفريغ الشحنة في صورة ذبول للأوراق الطرفية ، يتبع ذلك ذبول باقي الأوراق والفروع ، وانهيار السيقان المصابة . وقد يمتد الضرر خلال أعناق الثمار إلى داخلها ، حيث يحدث بها تحللاً جزئيًا . وقد يمتد الضرر إلى سطح الثمار ، محدثًا بثورا تتحول في النهاية إلى اللون البني .

ويماثل الضرر في البطاطس مع الضرر في الطماطم . وقد تحدث أحيانًا أضرار للدرنات ، فتظهر بها مساحات منخفضة داكنة غير منتظمة في الشكل أو في المساحة (Walker ١٩٦٩) .

٧ - ٦ : المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٧٣) . من الزراع التدريبية - الجزء التاسع : حاصلات الخضر والنباتات الطبية والعطرية - ٣٣٦ صفحة .

الضبدى ، محمد جمال الدين (١٩٦٢) . الطبيعة الجوية . المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والنشر ، القاهرة - ٣٥٥ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، أحمد إبراهيم المربع ، وعاصم بسيونى جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر - الجزء الأول : أساسيات إنتاج الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة - ٥٠٠ صفحة .

Anderson, J.A., D.W. Buchanan, R.E. Stall and C.B. Hall. 1982. Frost injury of tender plants increased by **Pseudomonas syringae** van Hall. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 123-125.

Ashworth E.N. and G.A. Davis. 1984. Ice nucleation within peach trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 198-201.

Bubenzer, G.D. and G.G Weis. 1974. Effect of wind erosion on production of snap beans and peas. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 527-529

Christiansen, M.N. 1979. physiological basis for resistance to chilling. HortScience 14: 583-586.

Cooper, A.J. 1973 Root temperature and plant growth. Commonwealth Agr. Bureau, East Malling; Research Rev, No. 4. 73p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975 (4 th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560 p.

Galston, A.W. 1964. The life of the green plant. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 118p.

Hanan, J.J. W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530 p.

Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1975. (3 rd ed.) Plant propagation: principles and practices. Prentice-Hall of India Priv. Limited, New Delhi. 662p.

Kelman, A. 1979. How bacteria induce disease. In J.G. Horsfall and E.B. Cowling (Eds) 'Plant Disease: an Advanced Treatise' Vol IV, pp. 181-202. Academic Pr., N.Y.

Leopold, A.C. and P.E. Kriedmann. 1975. (2nd ed.). Plant growth and development. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 545p.

Levitt, J.1980 (2nd ed.). Responses of plants to environmental stresses. Vol.1. Chilling, freezing, and high temperature stresses. Acadmic Pr., N.Y 497p.

Li, P.H. and A. Sakai (Eds.). 1978. Plant cold hardiness and freezing stress: mechanisms and crop implications. Academic press., N.Y. 416p.

Lindow, S.E., D.C. Arny and D.C. Upper. 1983. Biological control of frost injury: establishment and effects of an isolate of **Erwinia herbicola** antagonistic to ice nucleation active bacteria on corn in the field. Phytopathology 73: 1102-1106.

Lindow, S.E., D.C. Arny, C.D. Upper and W.R. Barchet. 1978. The role of bacterial ice nuclei in frost injury to sensitive plants. In P.H. Li and A. Saki (Eds)'Plant cold Hardiness and Freezing Stress: Mechanisms and Crop Implications'; pp. 249-263. Academic Pr., N.Y.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2 nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390 p.

Lyons, J.M, D. Grakam and J.K. Raison (Eds.). 1979 Low temperature stress in crop plants: the role of the membrane. Academic Pr., N.Y. 565p.

Manassah, J.T. and E.J. Briskey (Eds). 1981. Advances in food-producing systems for arid and semiarid lands. Academic Pr., N.Y. Parts A and B; 1274p.

Mitchell, C.A., C. Severson, J.A. Wott and P.A. Hammer. 1975 Seismomorphogenic regulation of plant growth. J. Amer Soc. Hort. Sci, 100: 161-165

O'Leary, J.W. and G.N. Knecht. 1971. The effect of relative humidity on growth, yield and water consumption of bean plants. J.Amer. Soc. Hort. Sci, 96: 263-265.

Piringer, A.A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants. In Campbell Soup Company Proceedings of plant Science Symposium; pp. 173-185. Camden, N.J

Rabinowith, H.D., M. Friedmann and B. Ben-David. 1983. Sunscald damage in attached and detached pepper and cucumber fruits at various stages of maturity. Scientia Horticulturae 19: 9-18.

Stevens, M.A. 1981. Resistance to heat stress in crop plants. In J.T. Manassah and E.J. Briskey (Eds) 'Advances in Food-Producing Systems for Arid and Semiarid Lands'; pp. 457-487. Academic Pr., N.Y.

Steward, F.C. 1966. About plants: topics in plant biology, Addison-Wesley, Reading, Mass. 174 p.

Turner, N.C. and , ... Kramer (Eds). 1980. Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley & Sons, N.Y. 482 p.

Walker, J.C. 1969. Plant pathology. McGraw, N.Y. 819 p.

Yelenosky, G. 1983. Ice nucleation active (INA) agents in freezing of young citrus trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 1030-1034.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

الفصل الثامن

العوامل الأرضية ، وتأثيرها على نباتات الخضر

نتناول فى هذا الفصل دراسة تأثير بعض العوامل الأرضية على نباتات الخضر . أما دراسة هذه العوامل ذاتها ، فإنها تدخل فى نطاق علم الأراضى . وبرغم أن العناصر الغذائية تعد من العوامل الأرضية ، إلا أنه قد خصص لها الفصل التاسع بأكمله ، لما لها من أهمية فى إنتاج الخضر .

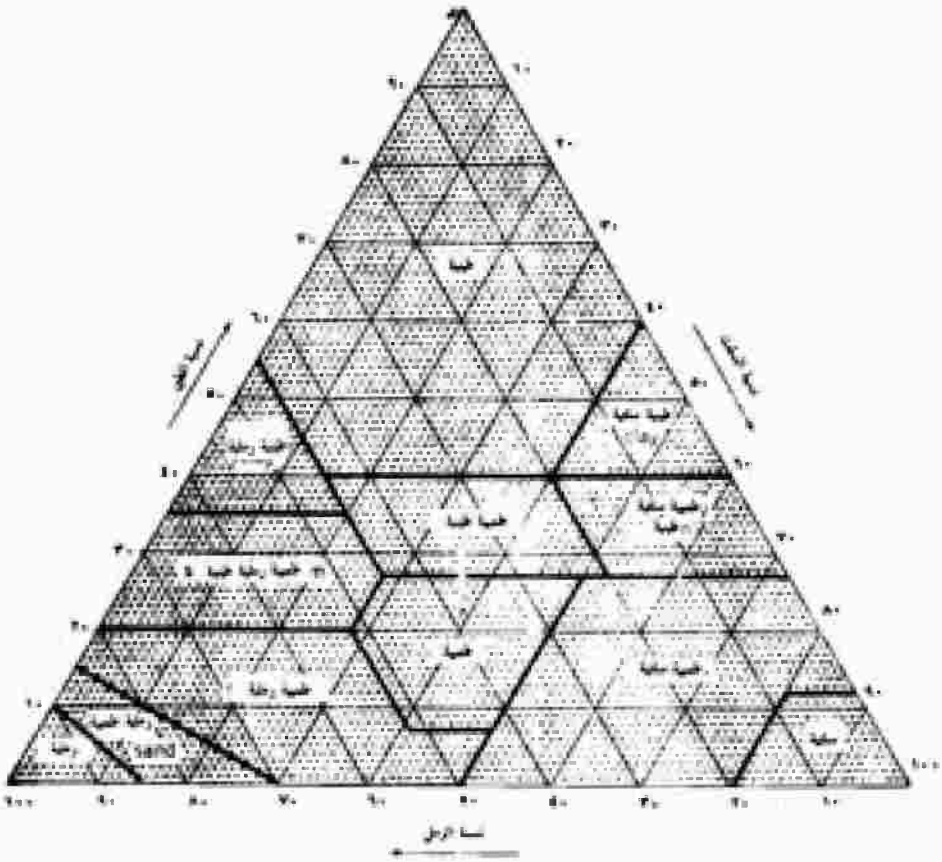
٨ - ١ : أنواع الأراضى وقوامها

الأراضى إما أن تكون معدنية أو عضوية . والأراضى المعدنية هى التى يقل محتواها من المادة العضوية عن ٢٠٪ ، وتقسم حسب نسبة الرمل (الحبيبات التى يزيد قطرها عن ٠,٠٢ مم) ، والغرين أو السلت (الحبيبات التى يتراوح قطرها من ٠,٠٠٢ إلى ٠,٠٢ مم) ، والطين (الحبيبات التى يقل قطرها عن ٠,٠٠٢ مم) إلى ٣ أقسام رئيسية هى الأراضى الرملية Sandy ، والصفراء أو الطمية Loamy ، والطينية Clayey . ويشتمل كل منها على عدة أقسام أخرى كالتالى :

١ - الأراضى الرملية : هى كل الأراضى التى تكون فيها نسبة الرمل بالوزن ٧٠٪ أو أكثر ، وتوجد منها الأراضى الرملية Sandy Soil ، والرملية الطمية Sandy loam وغيرهما .

٢ - الأراضى الطينية : هى تلك التى تحتوى على ٣٥٪ على الأقل - وفى معظم التقسيمات ٤٠٪ على الأقل من الطين ، ومنها الأراضى الرملية الطينية Sandy clay ، والغرينية الطينية silty clay ، وغيرهما . وتجدر الإشارة إلى أن الأراضى الطينية الرملية تحتوى على رمل أكثر من الطين ، وكذلك الحال بالنسبة للأراضى الغرينية التى تحتوى على سلت أكثر من الطين .

٣ - الأراضى الصفراء أو الطمية loams : هى أراضى تحتوى على الرمل ، والسلت ، والطين بنسب تجعلها وسطًا فى صفاتها ، وتدخل تحتها أجود الأراضى الزراعية ، ومنها الأراضى الغرينية الطمية silt loams ، والطمية الطينية الغرينية silty clay loams ، والطينية الطمية clay loams وغيرهم (Buckman & Brady ١٩٦٠) . ويوضح شكل (٨ - ١) نسبة كل من : الرمل ، والسلت ، والطين فى الأنواع المختلفة من الأراضى .



شكل ٨ - ١ : نسبة الطين (أقل من ٠,٠٠٢ م) ، والسلت (٠,٠٠٢ - ٠,٠٥ م) ، والرمل (٠,٠٥ - ٢,٠ م) في التقسيمات الرئيسية لأنواع الأراضي .

أما الحصى (الحبيبات التي يزيد قطرها عن ٢,٠ م) ، فيستبعد من التحليل الميكانيكي للتربة . وتعرف التربة التي تحتوي على ٢٠ - ٥٠٪ من وزنها حصى بأنها حصوية gravely ، وتلك التي تزيد فيها نسبة الحصى حتى ٩٠٪ بأنها حصوية جدًا . وتضاف تلك الصفة إلى الاسم الأصلي للتربة حسب قوامها (Miller وآخرون ١٩٦٥) .

أما الأراضي العضوية ، فهي تلك التي تحتوي على ٢٠٪ على الأقل مادة عضوية . ويشترط أن يكون سمك طبقة التربة المحتوية على هذه النسبة من المادة العضوية ٣٠ سم على الأقل . هذا .. وتتكون الأراضي العضوية من بقايا نباتية في درجات مختلفة من التحلل (Davis & Lucas ١٩٥٩) .

ويطلق على الأراضي التي تحتوي على نسبة مرتفعة جدًا من المادة العضوية اسم ملك Muck ، أو بيت Peat ، ومن الأخيرة يستخرج البيت موس المستخدم في الأغراض الزراعية ، وهو عبارة عن بقايا نباتية لم يكتمل تحللها . ويمكن ملاحظة معالم المادة العضوية المتحللة فيها . أما الملك ، فيكون التحلل قد تقدم فيها إلى درجة يصعب معها تحديد معالم المادة العضوية المتحللة .

٨ - ١ - ١ : تأثير نوع وقوام التربة على محاصيل الخضر

يتأثر إنتاج الخضر بنوع وقوام التربة على النحو التالى :

١ - تعتبر الأراضى الرملية أنسب الأراضى لإنتاج محصول مبكر لكن الغصول يكون عادة منخفضًا فيها لعدم مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة .

٢ - تعتبر الأراضى الطمية الرملية أنسب أنواع الأراضى لزراعة محاصيل الخضر ، لأن مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة وخصوبتها تكونان أعلى مما هو فى الأراضى الرملية ، ولأن قوامها يكون أخف مما هو فى الأراضى السلتية والطينية ، ويمكن خدمتها بسهولة ، كما أن محصولها يكون أكبر مما هو فى حالة الزراعة فى الأراضى الأثقل .

٣ - تعتبر الأراضى الطمية السلتية أنسب انواع الأراضى لزراعة محاصيل الخضر عندما يكون الهدف هو إنتاج محصول غزير ، ولا يهم التبكير فى النضج .

٤ - من أبرز عيوب الأراضى السلتية تكوين طبقة سطحية تسمى بالقشرة Crust . هذه الطبقة تتصلب عند جفاف التربة ولا تتفتت ، وتعوق إنبات بذور الخضر ، حيث تعيق من وصول الأكسجين للبذور من جهة ، وتشكل حاجزًا أمام بزوغ البادرات على سطح الأرض من جهة أخرى . وبذلك تقل نسبة الإنبات ، كما أنه لا يكون منتظمًا . ويمكن تجنب هذه المشكلة ، إما بجعل سطح التربة رطبًا بصفة دائمة برذاذ خفيف من الماء ، أو برش سطح التربة على خطوط الزراعة بمحلول ٦٪ من زلنات السيليلوز Cellulose Xanthate . تعطى هذه المعاملة نتائج جيدة ، دون أن تضر بالبادرات ، نظرًا لسرعة ادمصاص المركب على سطح حبيبات التربة .

٥ - أما الأراضى الطينية ، فإنها لا تصلح لزراعة محاصيل الخضر بصفة عامة ، والجذرية منها بصفة خاصة .

٦ - تعتبر الأراضى العضوية أصلح الأراضى لزراعة الكرفس ، والخس ، والبصل ، وتناسب زراعة بعض الخضروات الأخرى ، مثل الجزر ، والبنجر ، والكرنب ، والطماطم .

٨ - ١ - ٢ : تأثير قوام التربة على عمليات الخدمة الزراعية

تتأثر عمليات الخدمة الزراعية باختلاف قوام التربة كالتالى :

فى الأراضى الثقيلة :

١ - لا تحرث التربة إلا عندما تصبح مستحرثة ، أى عندما تصل نسبة الرطوبة بها إلى ٥٠٪ من السعة الحقلية .

٢ - يكون الحرث عميقًا لتحسين التهوية .

٣ - يكون الرى بطيئًا ، لأن الأراضى الثقيلة تحتفظ بكميات كبيرة من الماء .

٤ - تطول المدة بين الريات

٥ - تلزم العناية بالصرف .

٦ – يلزم الرى الخفيف قبل الإنبات إذا تشققت التربة حتى لا تقطع الجذور .

ف الأراضى الخفيفة :

١ – يكون الخرث سطحيًا ، لأن التربة مفككة بطبيعتها ، مع ترحيف الأرض جيدًا لزيادة انضغاط التربة .

٢ – لا تزرع إلا بطريقة العفير ، أى زراعة البذور الجافة فى أرض جافة ، ثم الرى .

٣ – يكون الرى سريعًا .

٤ – تقصر المدة بين الريات (مرسى وآخرون ١٩٥٩) .

ف الأراضى العضوية :

١ – يجب ضغط التربة قبل الزراعة لتشجيع حركة الماء بها بالخاصية الشعرية .

٢ – يجب جعل مستوى الماء الأرضى على بعد ٦٠ – ١٢٠ سم من سطح التربة لمد النباتات بحاجتها من الماء ، ولتقليل التعرية قدر الإمكان .

٣ – تلزم زيادة التسميد البوتاسى بها .

٤ – تلزم حمايتها من التعرية بالرياح .

٨ – ٢ : مسامية التربة

يعنى بدرجة المسامية Porosity نسبة الفراغات التى توجد بين حبيبات التربة . وللدرجة المسامية أهمية كبيرة فى تحديد إنتاجية التربة لتأثيرها على مقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة ، وعلى تحرك الهواء بها ، وسهولة نمو الجذور . وعندما تقل نسبة الفراغات بين حبيبات التربة عن ١٠٪ يقل بشدة تحرك الماء والهواء ، ونمو الجذور خلال التربة .

وتتأثر درجة مسامية التربة بالعوامل التالية :

١ – قوام التربة : تزيد المسامية فى الأراضى الخشنة القوام ، مثل الرملية ، عنه فى الأراضى الطينية ، والصفراء الطينية .

٢ – تجمعات التربة Soil aggregates : تزيد المسامية مع زيادة هذه التجمعات .

٣ – كثرة عمليات العزيق والخرث ومرور الآلات الزراعية تؤدى إلى تفتيت تجمعات التربة ، وإجراؤها عندما تكون الأرض شديدة الجفاف أو زائدة الرطوبة يؤدى إلى نفس النتيجة . كما أن كثرة مرور الآلات الزراعية يعمل على انضغاط التربة ونقص مساميتها (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

٨ – ٣ : درجة النفاذية

تعرف درجة نفاذية التربة infiltration rate بأنها سرعة نفاذيتها للماء خلال فترة زمنية معينة . فلو فرض وأضيف ٥ سم من الماء إلى سطح التربة ، وبعد ساعة كان المبقى ٢ سم ، تكون درجة النفاذية ٣ سم/ساعة ، مع فرض تجاهل الماء المفقود بالتبخر .

وتتأثر درجة نفاذية التربة بالعوامل التالية :

١ – قوام التربة : تزداد درجة النفاذية في الأراضي الرملية ، عنها في الأراضي الثقيلة .

٢ – تجمعات حبيبات التربة .. إذ إن المسافة بين هذه التجمعات هي التي يمر خلالها الماء بالجاذبية الأرضية .

٣ – درجة انضغاط التربة .

٤ – العترة بين الريات : فتزداد النفاذية بزيادة الفترة بين الريات .

وتقسم الأراضي حسب درجة نفاذيتها إلى أربعة أقسام كالتالي :

١ – أراض ذات نفاذية عالية جدًا (أكثر من ١٠٠ ملليمتر/ ساعة) ، وتشمل : الأراضي الرملية الخشنة ، والطمية الخشنة ، والطمية الرملية .

٢ – أراض ذات نفاذية عالية (من ٢٠ – ١٠٠ ملليمتر/ ساعة) ، وتشمل : الأراضي الرملية الطمية ، والرملية الناعمة الطمية ، والطمية الرملية الناعمة .

٣ – أراض ذات نفاذية متوسطة (من ٥ – ٢٠ ملليمتر/ ساعة) ، وتشمل : الأراضي الطمية ، والسلتية الطمية ، والطينية الطمية .

٤ – أراض ذات نفاذية منخفضة (أقل من ٥ ملليمتر/ ساعة) ، وتشمل : الأراضي الطينية والسلتية الطينية ، والرملية الطينية (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

٨ – ٣ – ١ : استغلال الأراضي الرملية في إنتاج الخضر

تعتبر النفاذية العالية من أهم عيوب الأراضي الرملية الخشنة القوام ، فهي لا تحتفظ بالرطوبة عقب الري ، بل يرشح منها ماء الري بسرعة كبيرة إلى باطن الأرض ، وفي ذلك إهدار كبير لمياه الري ، وزيادة في تكلفة الإنتاج ، نظرًا للحاجة إلى تكرار عملية الري على فترات زمنية أقصر مما في حالة الزراعة في الأراضي المتوسطة والثقيلة القوام .

وتتطلب الزراعة في مثل هذه الأراضي استعدادات خاصة منها :

١ – هذه الأراضي لا تصلح معها طريقة الري السطحي المعروفة ، لكن إذا اتبعت معها هذه الطريقة ، فيجب على الأقل تبطين قنوات الري بالأسمنت أو البلاستيك الأسود لمنع تسرب الماء منها .

٢ – يجب أن تتبع فيها طرق الري التي توفر كثيرًا من كمية المياه المستخدمة ، مثل : الري بالرش ، أو بالتنقيط ، وغيرهما من الطرق غير التقليدية التي يضاف فيها الماء بكميات صغيرة إلى جانب النباتات ، وعلى امتداد خط الزراعة ، والتي سيأتي شرحها في الفصل السابع عشر .

٣ - خلط الطبقة السطحية من التربة بمركبات محبة للماء ، وذات مقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة .

٤ - قد تتبع تكنولوجيا خاصة يتم بواسطتها وضع حاجز أسفلتي تحت سطح التربة يمنع تسرب ماء الري إلى المياه الجوفية ويحجزه لاستخدام النبات بالقرب من منطقة نمو الجذور .

إضافة المواد المحبة للماء إلى الأراضي الرملية

تقوم الشركات بتصنيع بعض المركبات المحبة للماء ، والتي تؤدي عند إضافتها للتربة إلى زيادة مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة . ومن أمثلتها مادة هيدروسورب Hamosorb ، وهو مركب مبرغل granular ذو قدرة على امتصاص وخزن الماء بمقدار ٦٥٠ ضعف وزنه وعند الابتلال تصبح الحبيبات جيلاتينية ، وتعمل كمخازن للرطوبة .

ويضاف الهيدروسورب للحقول والصوب بمعدل ١٥ - ٢٠ جم/كل متر مربع من مساحة الأرض ، كما يضاف للسائلات الدامية في الأصص بمعدل ١ - ٢جم/ لتر من التربة . وعند إضافته يجب خلطه جيدًا بالطبقة السطحية من التربة إلى العمق الذي تمتد إليه الجذور . ويزيد المركب من مقدرة محاليط التربة على الاحتفاظ بالرطوبة ، ويقلل من الحاجة لتكرار عملية الري ، إلا أن أسعاره مرتفعة بدرجة كبيرة (كتالوج شركة Fravimpex بفرنسا) .

استخدام الحواجز الأسفلتية للرطوبة في الأراضي الرملية

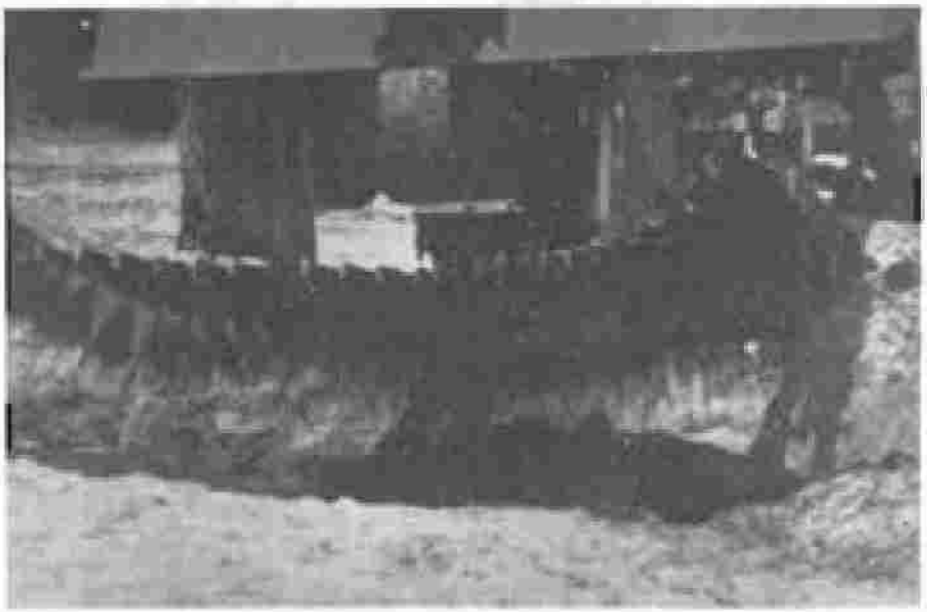
تستخدم الحواجز الأسفلتية للرطوبة Asphalt Moisture Barrier في الأراضي الرملية التي لا تقل فيها نسبة الرمل عن ٨٥٪ ، بينما تزيد نسبة الطين عن ١٠٪ ، حيث يفقد فيها معظم ماء الري بالرشح . ويؤدي وضع الحاجز الأسفلتي إلى الاحتفاظ بالرطوبة وزيادة المحصول . كما يجدي استخدامها في الأراضي الطمية الرملية ، بشرط عدم زيادة نسبة الطين بها عن ١٠٪ ، وألا تقل نسبة الرمل عن ٧٠٪ .

يوضع الحاجز الأسفلتي تحت سطح التربة بنحو ٦٠ - ٩٠ سم بواسطة آلة خاصة يسحبها جرار قوته ٢٣٠ حصان . والآلة مزودة بخزان للأسفلت السائل يسع ٤٨٠٠ لتر ، وبوسائل التسخين لجعل الأسفلت في حالة سائلة ، ومضخة لدفع الأسفلت السائل (شكل ٨ - ٢) . تقوم الآلة برفع التربة لمسافة حوالي ١٠ - ١٥ سم ، ثم تقوم المضخة بدفع الأسفلت السائل ورشه (شكل ٨ - ٣) ، حيث يتصلب بمجرد ملامسته للتربة ، وتتكون طبقة مستمرة بسمك نحو ٣ مم ، ومع مرور الآلة تعود التربة لمكانها ثانية . يكون شريط الأسفلت بعرض ٢٢٥ سم ، ويمكن جعل الشرائط موصولة ببعضها البعض بتغطية حافة الشريط السابق عند عمل الشريط المجاور له .

تقوم الآلة بتثبيت الحواجز الأسفلتية بمعدل فدان في الساعة ، ويلزم نحو ٤٠٠ لتر من الأسفلت السائل لكل فدان (Hansen & Erickson ، ١٩٦٩ Atlasco Moisture Barrier Company ، ١٩٧١) .

وقد أدى استعمال الحاجز الأسفلتي إلى زيادة محصول الخضر المختلفة بنسب متفاوتة (جدول ٨ - ١) ، علمًا بأن الحقول كانت تروى حسب الحاجة (عن Atlasco Moisture Barrier Company ، ١٩٧١) .

شكل ٨ – ٢ : آلة تعمل العوامل الأساسية المرغوبة في الأراضي الرملية التي لا تظل نسبة الرطوبة فيها عن ٢٨٪ ، ولا تزيد نسبة الطين عن ١٠٪



شكل ٨ - ٣ : رش الحاجز الأسفلتي بسمك ٣ ملليمتر .

جدول (٨ - ١) : تأثير استعمال الحاجز الأسفلتي على المحصول في بعض الخضر .

الخضر	النسبة المئوية للزيادة في المحصول ، بالمقارنة بالكنترول
الخيار	٢٧
الفاصوليا	٥١
البطاطا	٤٧
البطاطس	١٤
الفلفل	٤٠
الذرة السكرية	٣٠
الطماطم	١٧
الكرنب	١٩
البصل	٦٢
الكوسة	٤٢

٨ – ٤ : التحبب

يعنى بالتحبب Granulation تكتل حبيبات الطين معًا لتكون تجمعات أكبر حجمًا ، ولذلك أهمية كبيرة فى زيادة مسامية التربة ، وتحسين التهوية بها . ويزداد تحبب التربة granulation بفعل العوامل الآتية :

١ – بزيادة نسبة المادة العضوية فى التربة ، لأن حبيبات الطين تلتصق معًا بواسطة مادة الدبال humus الناتجة من تحلل المادة العضوية ، وبذلك تتكون تجمعات الطين .

٢ – بزيادة الكالسيوم فى التربة يعمل على تجميع حبيبات الطين فى صورة تجمعات هشة ، ويسمى ذلك flocculation ، وتصبح هذه التجمعات ثابتة عند التصاق حبيباتها الأولية بفعل المادة العضوية .

وعلى العكس من ذلك .. فإن للصوديوم تأثيرًا مخالفًا لتأثير الكالسيوم ، إذ يعمل على تلاصق حبيبات الطين مع بعضها البعض ببطء وبتناسق ، بحيث تكون الفراغات بينها قليلة جدًا ، (Buckman & Brady ١٩٦٠) .

٨ – ٥ : السعة التبادلية الكاتيونية للتربة

تحمل غرويات التربة ، سواء أكانت غرويات الطين ، أم الغرويات العضوية – شحنات سالبة بكثرة ، وتزداد أعداد الشحنات السالبة على الغرويات العضوية كلما ازدادت درجة تحللها . هذه الشحنات السالبة تجذب إليها الكاتيونات المختلفة ، مثل : الكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم ، والأيدروجين ، والصوديوم ، والأمونيا ، فتدمص على سطح غرويات التربة .

ويعبر عن عدد مواقع ادمصاص الكاتيونات لكل وحدة من وزن التربة بالسعة التبادلية الكاتيونية Soil Cation Exchange Capacity ، وتحسب بالملل مكافىء milliequivalents لكل ١٠٠ جرام من التربة المجففة وهى تساوى عدد ملليجرامات أيون الأيدروجين H^+ التى تتحد بمئة جرام من التربة الجافة .

هذا .. وتكون السعة التبادلية الكاتيونية قليلة جدًا ، ولا تذكر فى كل من السلت والرمل ، وتتراوح من ٨ إلى ١٠٠ فى الأنواع المختلفة من غرويات الطين ، وتصل إلى ٢٠٠ فى المادة العضوية . وعليه .. تبلغ قيمة السعة التبادلية الكاتيونية أقل من ٥ فى الأراضى التى تحتوى على نسبة قليلة جدًا من الطين ، وتصل إلى ٢٠٠ فى الأراضى العضوية . ويمكن تقديرها تقريبًا بالمعادلة الآتية :

السعة التبادلية الكاتيونية = (النسبة المئوية للمادة العضوية فى التربة × ٢) + (النسبة المئوية للطين فى التربة × $\frac{1}{4}$)

وكلما ازدادت نسبة كاتيونات العناصر الغذائية المدمصة ، بالمقارنة بنسبة الأيدروجين المدمص ، ازدادت درجة تيسر هذه الكاتيونات للنبات ، ويعرف ذلك بالنسبة المئوية للتشبع القاعدى base % saturation . وإلى جانب التبادل الكاتيونى ، فإنه يوجد بالتربة أيضًا تبادل أنيونى anion exchange ، حيث يمكن للأنيونات أن تحل محل مجموعات الأيدروكسيل على غرويات الطين (Millar وآخرون ١٩٦٥) .

٨ - ٦ : الرقم الأيدروجيني pH أو تفاعل التربة

يعبر عن درجة حموضة التربة بالرقم الأيدروجيني pH ، ويقع pH غالبية الأراضي ما بين ٥,٠ ، و٩,٠ ، وتقسم الأراضي حسب الرقم الأيدروجيني إلى الأقسام التالية :

	الرقم الأيدروجيني (pH)
شديدة الحموضة	٥,٥ - ٥,٠
معتدلة الحموضة	٦,٠ - ٥,٥
حامضية قليلاً	٧,٠ - ٦,٠
متعادلـــة	٧
قلوية قليلاً	٨,٠ - ٧,٠
معتدلة القلوية	٨,٥ - ٨,٠
شديدة القلوية	٩,٥ - ٨,٥

ويلاحظ أن كل تغير مقداره وحدة pH واحدة يقابله تغير نسبي مقداره عشرة أضعاف في حموضة أو قلوية التربة . فمثلاً تزداد حموضة التربة عشرة أضعاف عند تغير الـ pH من ٦ إلى ٥ .

ويمكن رفع الرقم الأيدروجيني (pH) في الأراضي الحامضية بإضافة الحجر الجيري limestone (كربونات الكالسيوم) ، أو الحجر الجيري الدولوميتي dolomitic lime (كربونات الكالسيوم والمغنسيوم) ، أو أكسيد الجير (أكسيد الكالسيوم) . كما يمكن خفض الرقم الأيدروجيني في الأراضي القلوية بإضافة الكبريت أو الجبس الزراعي (كبريتات الكالسيوم) . وفي أي من الحالتين ، فإن المواد المستعملة تجب إضافتها قبل الزراعة بوقت كاف ، مع خلطها جيدًا بالعشرة سنتيمترات العلوية من التربة . وتفضل إضافة كميات معتدلة سنويًا عن إضافة كميات كبيرة كل عدة سنوات (Loomis & Maynard ١٩٨٠) .

٨ - ٦ - ١ : تأثير pH التربة على محاصيل الخضر

ترجع أهمية pH التربة إلى العوامل الآتية :

١ - يؤثر pH التربة على مدى تيسر العناصر الغذائية بها . فمعظم العناصر تثبت في الأراضي الشديدة الحموضة ، وكذلك في الأراضي الشديدة القلوية ، كما أن بعض العناصر - كالحديد والألومنيوم - يزداد ذوبانها وتركيزها إلى درجة السمية للنباتات في الأراضي الحامضية .

٢ - يؤثر pH التربة على نشاط الكائنات الحية الدقيقة النافعة ، كبكتريا تثبيت آزوت الهواء الجوي ، والبكتريا التي تقوم بتحليل المادة العضوية . وأنسب pH لنشاط هذه الكائنات هو من ٦ - ٧ .

٣ - يؤثر pH التربة على انتشار بعض الأمراض . مثل مرض تدرن جذور الصليبيات الذي ينشط في الأراضي الحامضية ، ولا يظهر في pH ٧,٢ - ٧,٠ ، ومرض جرب الطماطم الذي يكون أكثر

انتشارًا فى pH من ٥,٥ إلى ٧ . ولا ينصح بزراعة البطاطس فى هذه الدرجة من الحموضة ، برغم أنها مناسبة نموها فى حالة غياب المرض .

هذا .. وأنسب pH لزراعة معظم محاصيل الخضر يتراوح من ٦ إلى ٦,٨ ، حيث يتوفر فى هذا المدى معظم العناصر الغذائية الضرورية للنبات ، لكن يمكن زراعة الخضروات بنجاح أيضًا فى رقم أيدروجينى يتراوح من ٥ إلى ٨ ، بشرط علاج النقص الذى يمكن أن يحدث فى بعض العناصر الغذائية ، مع منع تراكم المواد السامة بالتربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

وتجدر الإشارة إلى أن pH التربة يتوقف على تركيز الأملاح فى المحلول الأرضى ، وعلى تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون بهواء التربة ، وكلاهما يتغير باستمرار . كذلك يختلف pH التربة كثيرًا من مكان لآخر بالحقل . ويعنى كل ذلك صعوبة تقدير pH التربة بدقة (Russell ١٩٧٣) .

تأثير pH التربة على تيسر العناصر الغذائية

يتوقف مدى تيسر العناصر الغذائية بالتربة على رقمها الأيدروجينى (pH) . ففى الأراضى الشديدة الحموضة (pH حوالى ٤) يقل الكالسيوم والمغنسيوم المدمص على سطح حبيبات التربة ، ويزداد ذوبان الألومنيوم ، والحديد والمنجنيز ، والبورون ، ويقل ذوبان الموليبدنم ، كما تزداد فرصة وجود المواد العضوية السامة غير المتحللة ، وبالتأكيد يقل تيسر النيتروجين والفوسفور . وفى الأراضى القلوية (pH حوالى ٧,٥) يتوفر الكالسيوم النشط بكثرة ، وكذلك المغنسيوم والموليبدنم ، ولا يوجد أى ألومنيوم بتركيزات سامة ، كما يتوفر النيتروجين . ولو كان الـ pH عاليًا بدرجة كبيرة ، فإنه يقل تيسر الحديد والمنجنيز ، والنحاس ،والزنك ، والفوسفور ، والبورون . أما الأراضى المعتدلة الحموضة ، فإن كل العناصر تكون ميسرة فيها بصورة جيدة ، ويبدو أنها أصلح الأراضى لنمو النباتات (Buckman & Brady ١٩٦٠) .

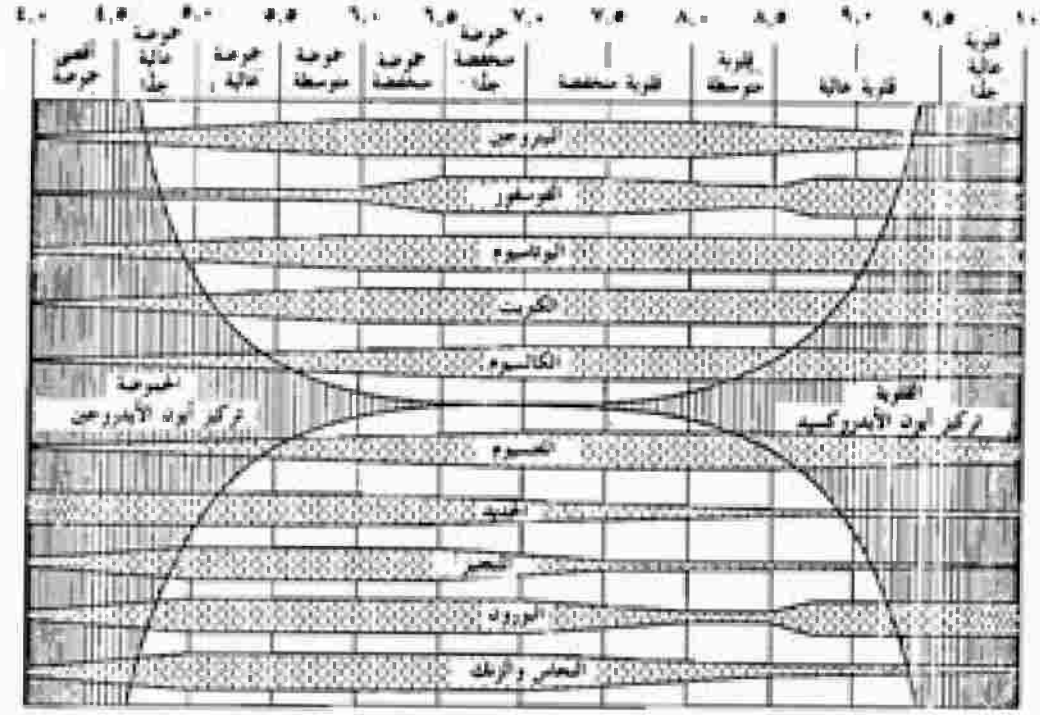
ويتحدد مدى تيسر العناصر الغذائية مع التغير فى pH التربة المعدنية كالتالى (شكل ٨ – ٤) :

١ – يتوفر النيتروجين بكثرة فى مدى pH ٦ – ٨ ، ويقل بزيادة حموضة أو قلوية التربة عن ذلك بصورة تدريجية ، وتصبح كمية النيتروجين الميسرة ضئيلة جدًا فى pH أقل من ٥,٥ ، أو أعلى من ٨,٥ .

٢ – يتوفر البوتاسيوم والكبريت فى صورة صالحة للامتصاص فى الأراضى القلوية ، وكذلك فى الأراضى الحامضية حتى pH ٦ ، حيث يقل مستواهما تدريجيًا ، وتصبح الكميات الصالحة لامتصاص النبات منهما ضئيلة جدًا ، مع انخفاض رقم الـ pH عن ٥,٥ .

٣ – يتيسر الكالسيوم بوفرة فى مدى pH ٧ – ٨,٥ ، ويقل تيسره تدريجيًا مع زيادة الحموضة أو القلوية عن تلك الحدود ، لكن لا ينخفض مستواه بشكل واضح إلا عند نقص الـ pH عن ٦ أو زيادته عن ١٠ . والأراضى الأخيرة نادرًا ما تستخدم فى الزراعة .

٤ – يتوفر الفوسفور بكثرة فى مجال pH ضيق من ٦,٥ – ٧,٥ ، وينخفض مستواه بشدة مع انخفاض الـ pH عن ٦,٥ إلى أن يصل إلى مستوى حرج فى pH ٦ ، كما ينخفض بقوة مع ازدياد الـ pH عن ٧,٥ إلى أن يصل لمستوى حرج فى pH ٨,٥ . ومع ارتفاع الـ pH عن ذلك يتيسر الفوسفور مرة أخرى .



شكل ٨ – ٤ : تأثير الرقم الأيدروجيني للتربة pH على تيسر العناصر بها (عن Knott ١٩٥٧) .

٥ – يتيسر المغنسيوم بوفرة في الأراضي القلوية ، ويقل مستواه مع انخفاض رقم الـ pH عن ٧ ، لكن لا ينخفض مستواه بشكل ملحوظ إلا بعد وصول الـ pH إلى ٥,٥ .

٦ – يوجد الحديد ، والمنجنيز ، والبورون ، والنحاس ، والزنك بوفرة في الأراضي الحامضية وفي الأراضي الشديدة الحموضة يزداد تركيز الحديد ، والمنجنيز ، والألومنيوم إلى الدرجة السامة للنبات .

٧ – يزداد توفر الحديد إلى درجة السمية مع انخفاض الـ pH ، إلا أن مستواه يقل تدريجيًا مع ارتفاع الـ pH عن ٦ ، ويصبح النقص ملحوظًا مع ارتفاع الـ pH حتى ٧ ، وحرجًا بعد ٧,٥ .

٨ – يقل تيسر المنجنيز مع ارتفاع الـ pH عن ٦,٥ ، ويصبح مستواه حرجًا بعد ٧,٥ pH ، حيث يقل تيسره بشدة بعد ذلك .

٩ – يبدأ تيسر البورون في النقصان بصورة تدريجية مع زيادة الـ pH عن ٧ ، ويصبح مستواه حرجًا بعد ٧,٥ pH ، وينقص بشدة في ٨ pH ، لكن تيسر البورون يبدأ في الزيادة مرة أخرى مع ارتفاع الـ pH عن ٨,٥ .

١٠ – يقل تيسر النحاس والزنك تدريجيًا ويبطء مع ارتفاع الـ pH عن ٧ ، ويكون النقص واضحًا عند ٨ pH وحرجًا بعد ٨,٥ pH .

١١ - يسلك الموليبدنم نفس سلوك المغنسيوم تقريبًا ، أى يقل مستواه مع انخفاض الـ pH عن ٦,٥ ، ويكون النقص ملحوظًا مع وصول الـ pH إلى ٥,٥ .

ويمكن القول أن pH التربة لا يؤثر بصورة مباشرة على النمو النباتى ، وإنما بصورة غير مباشرة من خلال تأثيره على تيسر العناصر . وأفضل pH هو الذى يميل قليلاً نحو الحموضة ، ويتراوح من ٦ إلى ٦,٨ .

تقسيم الخضروات حسب تحملها حموضة التربة

برغم أنه يمكن زراعة معظم الخضروات بنجاح فى pH يتراوح من ٥ - ٨ متى أمكن التغلب على النقص فى العناصر الغذائية الذى يحدث فى الأراضى الحامضية والقلوية ، إلا أن لكل محصول مدى pH معينًا يناسب نموه . وتقسم محاصيل الخضر إلى ثلاث مجموعات حسب مقدرتها على تحمل حموضة التربة ، كما فى جدول (٨ - ٢) .

جدول (٨ - ٢) : تقسيم الخضروات حسب تحملها حموضة التربة .

المقدرة على تحمل حموضة التربة (والـ pH المناسب)	محاصيل الخضر
قليلة التحمل للحموضة (pH ٦ - ٧,٦)	الفلفلون - البنجر - البروكولى - الكرنب - القنبيط - الكرفس - السلق السويسرى - حب الرشاد - الكرسون الأرضى - الكرنب الصينى - الكرات أبو شوشة - الخس - القاوون - السبانخ النيوزيلاندى - الياميه - البصل - الجزر الأبيض - السلسفيل - فول الصويا - السبانخ - الكرسون المائى .
متوسط التحمل للحموضة (pH ٥,٥ - ٦,٨)	الفاصوليا - فاصوليا الليما - كرنب بروكسل - الجزر - الكولارد - الذرة السكرية - الخيار - الباذنجان - الثوم - الجيركن - فجل الحصان - الكيل - كرنب أبو ركبة - المسترد - البقدونس - البسلة - الفلفل - القرع العسلى - الفجل - الروتاباجا - الكوسة - الطماطم - اللفت .
تتحمل الحموضة بدرجة جيدة (pH ٥ - ٦,٨)	الشيكوريا - الدانديلون - الهندباء - الفينوكيا - البطاطس - الروبارب - الشالوت - الخميض - البطاطا - البطيخ .

تنمو نباتات المجموعة الأولى فى جدول (٨ - ٢) بصورة جيدة فى الأراضى القلوية التى يصل الـ pH فيها حتى ٧,٦ ، طالما أنه لا يوجد نقص فى العناصر الضرورية . وتنمو خضر المجموعة الثالثة فى الأراضى الحامضية التى ينخفض فيها الـ pH حتى ٥ ، لكن جميع الخضروات يمكنها النمو فى pH من ٥ - ٨ ، ويكون أفضل نمو لها فى pH من ٦ - ٦,٨ .

٨ - ٧ : ملوحة التربة

تتراكم الأملاح بصورة طبيعية فى الأراضى التى تتكون من تفتت صخور معدنية تحتوى على أملاح بكميات زائدة ، إلا أن الأملاح تزداد أيضًا فى التربة بفعل العوامل الآتية :

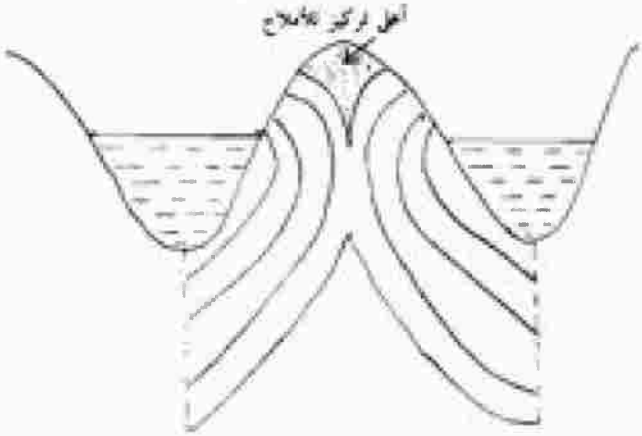
١ - مع ماء الرى . فمهما كانت عذوبة الماء المستخدم فى الرى ، فإنه يحتوى على أملاح تتراوح كميتها عادة من ٠,١ - ٠,٥ أطنان لكل ٣٠ سم - فدان من ماء الرى . ويمكن لهذه الأملاح أن تتراكم فى التربة إن لم يتوفر لها نظام صرف جيد . وتتأثر سرعة تراكم الأملاح التى تصل للتربة بهذه الطريقة بالعوامل الآتية :

(أ) درجة ملوحة الماء المستخدم فى الرى .

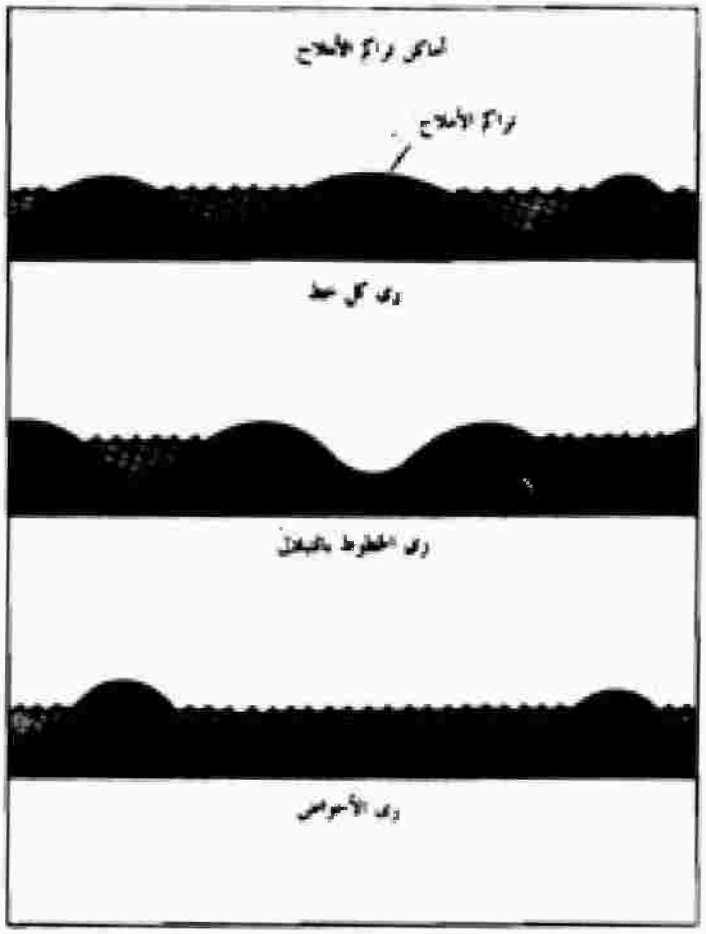
(ب) كمية الماء المستخدم فى الرى . ففى حالة نقص المياه لا يكون الرى بالدرجة التى تكفى لبل التربة لعمق كبير ، ومن ثم لا تغسل الأملاح ، وتتراكم سنويًا . ففى المناطق الحارة قد تصل كمية ماء الرى فى موسم النمو الواحد إلى ١٨٠ سم - فدان ، أى أن كمية الأملاح المضافة مع ماء الرى فى الموسم الواحد تتراوح من ٠,٥ - ١٠ أطنان . هذه الأملاح تتراكم فى التربة إن لم يتوفر بها نظام جيد للصرف .

٢ - عند ارتفاع منسوب الماء الأرضى ، فمن جهة يكون الصرف رديئًا ، ومن جهة أخرى .. يؤدى منسوب الماء الأرضى المرتفع إلى ارتفاع الماء إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية وتبخره ، تاركًا الأملاح على سطح التربة (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

وعند الزراعة على خطوط أو مصاطب تنتقل الأملاح الموجودة فى التربة مع الواجهة المبللة wetting front ، وتتراكم فى طبقات رقيقة على طول سطح التربة ، وتحت وسط سطح المصطبة أو الخط حتى تتقابل الواجهات المبللة المتقابلة ، شكل (٨ - ٥) ، ويكون تركيز الملوحة فى هذه الأماكن ٥ - ١٠ أضعاف تركيزها فى التربة بوجه عام (Allison ١٩٦٤) ، إلا أن طريقة تراكم الأملاح تتأثر أيضًا بنظام الرى السطحى . ويوضح شكل (٨ - ٦) الطرق المتبعة عادة فى الرى السطحى ونظام تراكم الأملاح فى كل حالة (Oster وآخرون ١٩٨٤) .



شكل ٨ - ٥ : نظام تراكم الأملاح فى حالة الزراعة على خطوط (جنوب) مع اتباع طريقة الرى السطحى.



شكل ٨ - ٦ : أماكن تراكم الأملاح فى حالات الطرق المختلفة للرى السطحى .

هذا .. ونجد فى الأراضى العادية أن الكالسيوم والمغنسيوم يكونان أكثر الكاتيونات تواجدًا ، أما عند زيادة تركيز الأملاح ، فإن كبريتات وكربونات الكالسيوم ، وكبريتات المغنسيوم تترسب ، لأن مقدرتهم على الذوبان محدودة ، ويؤدى ذلك بالتالى إلى زيادة نسبة أيونات الصوديوم فى المحلول الأرضى . ونظرًا لوجود توازن ديناميكى بين الأيونات الذائبة فى المحلول الأرضى والأيونات المدمصة على سطح حبيبات التربة ، فإن أيونات الصوديوم تحل محل بعض أيونات الكالسيوم والمغنسيوم على سطح حبيبات التربة . وفى بعض الأراضى الملحية التى تزيد فيها نسبة تركيز أيون الصوديوم عن نصف الكاتيونات الذائبة الكلية يكون أيون الصوديوم هو الكاتيون الوحيد تقريبًا فى المحلول الأرضى ، ومن ثم يكون هو الكاتيون الأساسى المدمص على غرويات التربة (Allison ١٩٦٤) .

والوسيلة الوحيدة الفعالة لإصلاح الأراضى الملحية هى خفض مستوى الماء الأرضى ، وتوفر صرف جيد ، وتحسين نفاذية التربة بإضافة الجبس الزراعى لكى يحل الكالسيوم محل الصوديوم ، مع ... الأملاح الزائدة بالرى الغزير .

٨ - ٧ - ١ : تقسيم محاصيل الخضر حسب تحملها لملوحة التربة

تقدر ملوحة التربة بقياس درجة التوصيل الكهربائي لمستخلص التربة عل درجة حرارة ٢٥°م ، ويعبر عنها بالملي موز millimhos لكل سم ، ويرمز لوحدة القياس هذه بالرمز 10^{-3} × ECe .

وتقسم الخضروات حسب تحملها لملوحة التربة إلى ثلاثة أقسام حسبما هو مبين في جدول (٨ - ٣) . ويعطى الجدول درجات التوصيل الكهربائي (ECe) التي تسمح بالنمو من ٨٥٪ - ٩٠٪ من النمو والمحصول تحت الظروف الطبيعية (Allmon ١٩٦٤) ، وتلك التي تسمح بالنمو وإعطاء محصول في حدود ٥٠٪ مما تنتجه تحت الظروف الطبيعية بالنسبة لخضروات كل مجموعة .

جدول (٨ - ٣) : تقسيم الخضروات حسب تحملها لملوحة التربة .

المحصول[أ]	درجة التوصيل الكهربائي (ECe) التي تسمح بإعطاء (٪) من النمو الطبيعي[ب]	
	٨٥ - ٩٠٪	٥٠٪
خضروات ذات مقاومة جيدة للملوحة :	٨ - ٥	١٢ - ١٠
البنجر - الكيل - الهليون - السبانخ		
خضروات متوسطة المقاومة للملوحة :	٥ - ٣	١٠ - ٤
الطماطم - البروكولي - الكرنب - القنبيط - الخس - الذرة السكرية - الباذنجان - البطاطا - الباميا - الفلفل - الجزر - البصل - البسلة - القاوون - الكوسة - الخيار		
خضروات حساسة للملوحة :	٣ - ٢	٤ - ٣
الفجل - الكرفس - الفاصوليا		

أ تترتب الخضروات في كل مجموعة ترتيبا تنازليا حسب تحملها للملوحة .
ب 1 mmho/cm = 1 EC × 10^{-3} = 640 ppm

ويعطى جدول (٨ - ٤) بيانات عن الحد الأقصى للملوحة الذي يمكن أن تتحمله محاصيل الخضر المختلفة ، دون أن تتأثر إنتاجيتها ، وتأثير زيادة الملوحة عن ذلك على نموها (عن Maas ١٩٨٤) .

ويعطى جدول (٨ - ٥) بيانات أكثر تفصيلاً عن درجات التوصيل الكهربائي (ECe في درجة حرارة ٢٥° م) التي يحدث عندها نقص في النمو أو المحصول مقداره ١٠ ، ٢٥ ، ٥٠٪ ، بالمقارنة بالنمو أو المحصول تحت الظروف العادية . وقد رتبت الخضروات في الجدول تنازليًا حسب درجة تحملها للملوحة (Poth ، ١٩٧٨ Lorenz & Maynard، ١٩٨٠) .

جدول (٨ ـ ٤) : الحد الأقصى للملوحة الذى يمكن أن تتحمله محاصيل الخضر المختلفة ، دون أن تتأثر إنتاجيتها ، وتأثير زيادة الملوحة عن ذلك على نموها .

الخضر	الحد الأقصى للملوحة الذى يمكن أن يتحمله المحصول ، دون أن يتأثر نموه (ds / m)	٪ للنقص فى النمو مع زيادة الملوحة عن الحد الأقصى للنمو الطبيعى (% per ds / m)
خضروات حساسة للملوحة :		
الفاصوليا	١,٠	١٩
الجزر	١,٠	١٤
الكرنب	١,٠	٣٣
البصل	١,٢	١٦
خضروات متوسطة الحساسية :		
اللفت	٠,٩	٩
الفجل	١,٢	١٣
الخس	١,٣	١٣
الفلفل	١,٥	١٤
البطاطا	١,٥	١١
الفول الرومى	١,٦	٩,٦
الذرة السكرية	١,٧	١٢
البطاطس	١,٧	١٢
الكرنب	١,٨	٩,٧
الكرفس	١,٨	٦,٢
السبانخ	٢,٠	٧,٦
خضروات متوسطة الحساسية :		
الخيار	٢,٥	١٣
الطماطم	٢,٥	٩,٩
البروكولى	٢,٨	٩,٢
الكوسة (سكالوب)	٣,٢	١٦
خضراوات متوسطة القدرة على التحمل :		
البنجر	٤,٠	٩
الكوسة (زوكينى)	٤,٧	٩,٤
الذرة	٤,٩	١٢
فول الصويا	٥,٠	٢٠

(أ) يعبر عن ملوحة التربة بالمقدرة على التوصيل الكهربائى فى مستخلص التربة كالتالى :

ds / m = 1 decisimens per meter

= 1 mmho / cm

mmho / Cm = 1 millimho per centimeter

= 640 mg/l or 640ppm

جدول (٨ ـ ٥) : الترتيب النسبي لمحاصيل الخضر حسب مقدرتها على تحمل الملوحة ومستويات الملوحة التي يحدث عندها نقص في المحصول بنسبة ١٠ ، ١٥ ، ٢٥ ٪

الخضر مرتبة تنازليا حسب مقدرتها على تحمل الملوحة	ECe (mmho/cm at 25°c) التي ينخفض عندها المحصول بمقدار		
	٪١٠	٪٢٥	٪٥٠
البنجر	٨	١٠	١٢
السبانخ	٥,٥	٧	٩
الطماطم	٤	٦	٨
البروكولي	٤	٦	٨
الكرنب	٣	٤	٧
الخيار	٣	٤	٦
القاوون	٣	٤	٦
البطاطس	٣	٤	٦
الذرة السكرية	٢,٥	٤	٦
البطاطا	٢,٥	٤	٦
الحس	٢	٣	٥
الفلفل	٢	٣	٥
الفجل	٢	٣	٥
البصل	٢	٣	٤
الجزر	٢	٣	٤
الفاصوليا	١,٥	٢	٤

هذا .. وتعطي لجنة تحسين التربة بجمعية كاليفورنيا للأسمدة (Soil Improvement Commitee, California Fertilizer Association ١٩٨٠) المزيد من التفاصيل عن تأثير ملوحة ماء الري وملوحة التربة على النمو والمحصول في العديد من الخضروات ، مع بيان نسبة ماء الري التي يلزم نشرها أو رشحها خلال طبقة التربة التي تشغلها الجذور للتحكم في الملوحة عند مستوى معين ، كما يعطي Staples & Tovenaren (١٩٨٤) شرحًا تفصيليًا منقدمًا عن فسيولوجيا المقدرة على تحمل الملوحة في النباتات .

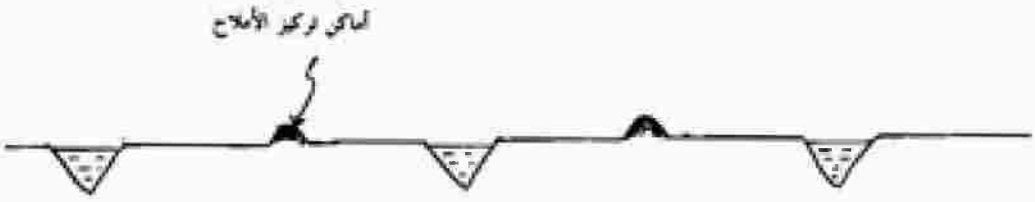
٨ ـ ٧ ـ ٢ : الطرق الزراعية الممكنة لتجنب وتقليل أضرار الملوحة

يمكن الاستفادة من الأراضي الملحية غير المستصلحة في الزراعة بزراعة ما يلي :

١ ـ أن تكون الزراعة على خطوط عالية ، مع الزراعة في النصف السفلي من ميل الخطوط ، لأن الأملاح تتزهر في قممها .

٢ ـ تتبع نفس الطريقة عند الزراعة على مصاطب . ويحسن عمل ارتفاع هرمي صغير في وسط المصطبة لكي تتزهر فيه الأملاح (شكل ٨ ـ ٧) .

٣ ـ تفضل الزراعات الشتوية ، حيث يكون ضرر الأملاح عليها أقل مما هو في الزراعات الصيفية .



شكل ٨ – ٢ : تزهر الأملاح في ارتفاعات هرمية صغيرة وسط المصاطب .

٤ – تفضل الزراعة بالشتل عن الزراعة بالبذرة ، لأن الشتلات أكثر تحملًا للملوحة من البذور .

٥ – تفضل زراعة المحاصيل الأكثر تحملًا للملوحة .

٦ – يحسن اتباع طريقة الري بالتنقيط ، لأنها تعمل على تجميع الأملاح بعيدًا عن النباتات ، على أن تغسل التربة من الأملاح المتراكمة قبل زراعة المحصول التالي (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة ١٩٨٣) .

٨ – ٨ : مياه الري ونوعيتها

مصادر مياه الري كثيرة ومتنوعة ، وتختلف كثيرًا في نوعيتها . ومن الأهمية بمكان الإلمام بخصائص المياه المستعملة في الري ، لما لذلك من علاقة أكيدة بالمحصول المتوقع ، ومن تأثير على بناء التربة .

٨ – ٨ – ١ : التقسيم العام لمياه الري

تقسم مياه الري عمومًا إلى ٣ أقسام (جدول ٨ – ٦) . وتعتبر مياه القسم الأول جيدة وتصلح لري معظم محاصيل الخضر تحت أغلب الظروف . وتعتبر مياه القسم الثاني متوسطة الجودة ، ولا تصلح لري محاصيل الخضر الحساسة للملوحة ، مثل الفاصوليا . أما مياه القسم الثالث ، فتعتبر غير صالحة للري إلا مع النباتات ذات المقدرة العالية على تحمل الملوحة ، مثل البنجر .

جدول (٨ – ٦) : التقسيم العام لمياة الري وخصائص كل قسم .

القسم	درجة التوصيل الكهربائي (ECe)	محتوى الأملاح الكلي (جزء في المليون)	أيكر – قدم (طن)	النسبة المئوية للصوديوم التبادل *	البورون (بالجزء في المليون)
١	صفر – ١	صفر – ٧٠٠	١	٦٠	صفر – ٠,٥
٢	١ – ٣	٧٠٠ – ٢٠٠٠	١ – ٣	٦٠ – ٧٥	٠,٥ – ٢,٠
٣	> ٣	> ٢٠٠٠	> ٣	> ٧٥	> ٢,٠

* النسبة المئوية للصوديوم التبادل من مجموع الكاتيونات المدمصة ، وهي : الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والبوتاسيوم .

ويلاحظ أن بعض النباتات ، كالفاصوليا ، تعتبر شديدة الحساسية لزيادة البورون ، بينما البعض الآخر كالنجيل يعتبر شديد التحمل . ومع مرور الوقت تسبب المياه المحتوية على أكثر من جزئين فى المليون من البورون مشاكل مع معظم المحاصيل الزراعية . هذا .. ويمكن خلط المياه الرديئة النوعية بأخرى جيدة النوعية حتى تصبح فى الحدود المسموح بها .

تقسيم مياه الرى حسب درجة التوصيل الكهربائى

تتناسب درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى تناسبًا طرديًا مع درجة ملوحته . وتقسم مياه الرى حسب درجة توصيلها الكهربائى إلى ٦ درجات :

١ - **الدرجة الأولى** : درجة التوصيل الكهربائى بها من صفر - ٢٥٠ ميكروموز ، وملوحتها منخفضة ، ويمكن استعمال هذه المياه فى رى معظم المحاصيل فى معظم الأراضى ، دون أى احتمال لحدوث مشاكل ملوحة . ويلزم توفير صرف مناسب للماء الزائد ، وهذا يحدث طبيعيًا فى معظم الأراضى الزراعية ، باستثناء الأراضى الضعيفة النفاذية .

٢ - **الدرجة الثانية** : درجة التوصيل الكهربائى بها تتراوح من ٢٥٠ إلى ٧٥٠ ميكروموز ، وملوحتها معتدلة . ويمكن استعمال هذه المياه فى رى معظم المحاصيل ما عدا الشديدة الحساسية للملوحة ، وفى معظم الأراضى ، ما عدا القليلة النفاذية ، حيث يجب توفير صرف جيد للسماح بغسل الأملاح . وعادة تكفى طريقة الرى العادية فى توفير غسيل مناسب للأملاح .

٣ - **الدرجة الثالثة** : درجة التوصيل الكهربائى بها من ٧٥٠ - ٢٢٥٠ ميكروموز ، وملوحتها معتدلة إلى عالية ، ويجب قصر استعمال هذه المياه على الأراضى المتوسطة إلى العالية النفاذية ، كما يحسن غسل الأملاح بصفة دورية ، تجنبًا لمشاكل الملوحة . كذلك يجب أن يقتصر استعمال هذه المياه على المحاصيل المتوسطة إلى العالية فى مقدرتها على تحمل الملوحة .

٤ - **الدرجة الرابعة** : درجة التوصيل الكهربائى بها من ٢٢٥٠ - ٤٠٠٠ ميكروموز ، وملوحتها عالية . ويمكن استعمالها فى رى المحاصيل ذات المقدرة العالية على تحمل الملوحة عند زراعتها فى الأراضى العالية النفاذية ، وبشرط توفير صرف جيد .

٥ - **الدرجة الخامسة** : درجة التوصيل الكهربائى بها من ٤٠٠٠ - ٦٠٠٠ ميكروموز ، وملوحتها عالية جدًا ، وتستعمل تحت الظروف التى تستخدم فيها مياه الدرجة الرابعة ، بشرط توفير غسيل دائم ، وإن كان لا ينصح باستعمال هذه المياه فى الرى .

٦ - **الدرجة السادسة** : درجة التوصيل الكهربائى أعلى من ٦٠٠٠ ميكروموز ، وملوحتها عالية جدًا بدرجة لا ينصح معها استعمال هذه المياه فى الرى (Thorne & Peterson ١٩٥٤) .

وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الأملاح بالماء الأرضى يبلغ ٢ - ١٠٠ ضعف تركيزه فى ماء الرى حسب الحالة . ففى الأراضى الرملية التى تروى بغزارة قد يقترب تركيز الأملاح فى الماء الأرضى من تركيزه فى ماء الرى . أما فى الأراضى الثقيلة ، فقد يصل تركيز الأملاح بالماء الأرضى إلى ١٠٠ ضعف تركيزه فى ماء الرى (Israelsen ١٩٥٠) .

وبصفة عامة .. فإن الأراضي الرملية لا تُضار من استعمال المياه المرتفعة الملوحة في الري كما تضار الأراضي الثقيلة ، كما أن توفر الجبس في التربة يقلل من أضرار زيادة الأملاح في ماء الري . وعند استعمال هذه المياه يجب أن تغسل التربة بصفة دورية ، لأن ذلك يساعد على التخلص من الأملاح المتراكمة ، وقد يقلل من الصوديوم المتبادل .

تقسيم مياه الري حسب محتواها من الصوديوم

عندما تزيد نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم والمغنسيوم ($\frac{ص}{ك+مغ}$ ، معبرًا عن التركيزات بالوزن المكافيء/ مليون) عن الواحد الصحيح ، فإن الصوديوم يتراكم في التربة ، ويصبح الأرض قلوية . ويفضل التعبير عن محتوى التربة من الصوديوم كنسبة مئوية من الكاتيونات المتبادلة كلها ($\frac{ص \times ١٠٠}{ك + مغ + ص + بو}$ مع التعبير عن كل التركيزات بالملل مكافيء/ لتر) ومع زيادة الصوديوم في ماء الري يزداد الصوديوم المتبادل في التربة ، وتزداد مشاكل القلوية .

وتقسم مياه الري حسب محتواها من الصوديوم إلى أربعة أقسام :

١ – مياه منخفضة في محتواها من الصوديوم : ويمكن استخدامها تقريبًا في كل أنواع الأراضي ، دون خوف من تراكم كميات ضارة من الصوديوم المتبادل .

٢ – مياه متوسطة في محتواها من الصوديوم : ويمكن استخدامها دون مشاكل في الأراضي الخشنة القوام ذات النفاذية العالية ، ولكن استعمالها في الأراضي التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الطين ، والمنخفضة في محتواها من المادة العضوية يؤدي إلى تراكم الصوديوم ، لأن نفاذيتها تكون منخفضة ، إلا إذا توفر الجبس في التربة .

٣ – مياه مرتفعة في محتواها من الصوديوم : يؤدي استعمالها في الري إلى تراكم الصوديوم بشدة في معظم الأراضي التي لا تحتوي على الجبس . ويتطلب استعمالها عناية خاصة ، إذ يلزم توفر صرف جيد وغسيل جيد مع إضافة المادة العضوية لتحسين صفات التربة الطبيعية ، ويلزم أحيانًا إضافة الجبس الزراعي لإحلال الكالسيوم محل الصوديوم على حبيبات الطين .

٤ – مياه مرتفعة جدًا في محتواها من الصوديوم : وهذه لا يمكن استعمالها في الري إلا إذا كانت منخفضة في محتواها من الأملاح الكلية ، حيث يمكن تلافي أضرار الصوديوم باستخدام الجبس الزراعي والغسيل الجيد ، كما يمكن إضافة الجبس الزراعي إلى ماء الري نفسه بطريقة آلية .

تقسيم مياه الري حسب محتواها من البورون

نظرًا لتفاوت الحاصيل المختلفة في تحملها للبورون ، فإن مياه الري تقسم من حيث نوعيتها تقسيمًا يدخل في اعتباره درجة حساسية المحاصيل للبورون (جدول ٨ – ٧) .

جدول (٨ ـ ٧) تقسيم مياه الرى حسب محتواها من البورون ومدى صلاحيتها لرى المحاصيل المختلفة

نوعية المياه ومدى صلاحيتها للرى	الحد الأقصى لمحتوى المياه من البورون (بالجزء فى المليون) بالنسبة للمحاصيل		
	الحساسة للبورون	المتوسطة التحمل للبورون	العالية التحمل للبورون
ممتازة	< ٠,٣٣	< ٠,٦٧	< ١,٠٠
جيدة	٠,٣٣ ـ ٠,٦٧	٠,٦٧ ـ ١,٣٣	١,٠٠ ـ ٢,٠٠
مقبولة	٠,٦٧ ـ ١,٠٠	١,٣٣ ـ ٢,٠٠	٢,٠٠ ـ ٣,٠٠
مشكوك فى صلاحيتها	١,٠٠ ـ ١,٢٥	٢,٠٠ ـ ٢,٥٠	٣,٠٠ ـ ٣,٧٥
غير صالحة	> ١,٢٥	> ٢,٥٠	> ٣,٧٥

هذا .. وتقسم الخضروات حسب تحملها للبورون فى ماء الرى إلى الأقسام التالية :

١ - خضروات حساسة للتركيزات المنخفضة التى تصل إلى ٠,٥ - ١,٠ جزء فى المليون من البورون ، وتشمل : الفاصوليا - الطرطوفة .

٢ - خضروات متوسطة التحمل ، ويمكنها النمو فى تركيزات تصل إلى ١ - ٢ جزء فى المليون من البورون ، وتشمل : فاصوليا الليما - البطاطا - الفلفل - الطماطم - الفرع العسلى - الذرة السكرية - البسلة - الفجل - البطاطس - الكرفس .

٣ - خضروات قادرة على تحمل تركيزات مرتفعة من البورون تصل إلى ٢ - ١٠ أجزاء فى المليون ، وتشمل : الخرز - الخس - الكرنب - اللفت - البصل - الفول الرومى - القاوون - البنجر - اقطيون .

ومن المحاصيل الأخرى الشديدة التحمل للبورون فى مياه الرى : النخيل ، وبنجر السكر ، والترسيم الحجازى .

وقد رتبت خضروات كل مجموعة تصاعديًا حسب مقدرتها على تحمل البورون (Thorne & Peterson ١٩٥٤ ، Allison ١٩٦٤) .

أضرار زيادة الكربونات والبيكربونات فى مياه الرى

تؤدى زيادة محتوى المياه من الكربونات والبيكربونات إلى زيادة قلوية التربة ، حيث إنهما قد ترسبان الكالسيوم والمغنسيوم ، ومن ثم تؤديان إلى زيادة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل كالتالى :

$$Ca^{++} + 2HCO_3^- \longrightarrow CaCO_3 \downarrow (\text{ترسب}) + H_2O + CO_2$$

$$Ca^{++} + Mg^{++} + 3Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + MgCO_3 \downarrow + 6Na^+$$

٨ - ٨ - ٢ : الحد الأقصى المأمون للعناصر الدقيقة (الصغرى) فى ماء الرى

تتحدد نوعية مياه الرى بمقدار ما تحتويه من العناصر الدقيقة ، لأن وجود هذه العناصر بتركيزات منخفضة قد يكون سامًا للنباتات . ويوضح جدول (٨ - ٨) الحد الأقصى المأمون للعناصر الدقيقة فى ماء الرى .

جدول (٨ ـ ٨) : الحد الأقصى المسموح به للعناصر الدقيقة فى مياه الرى .

العنصر	للاستعمال باستمرار فى جميع أنواع الأراضى (بالجزء بالمليون)	للاستعمال لمدة ٢٠ عاما فى الأراضى الخفيفة ذات pH من ٦ ـ ٨,٥ (بالجزء بالمليون)
الألومنيوم	٥,٠	٢٠,٠
الزرنيخ	٠,١٠	٢,٠
البريليم	٠,١٠	٠,٥
البورون	٠,٧٥	١٠,٠ ـ ٢,٠
الكادميم	٠,٠١	٠,٠٥
الكروم	٠,١٠	١,٠
الكوبالت	٠,٠٥	٥,٠
النحاس	٠,٢	٥,٠
الفلور	١,٠	١٥,٠
الحديد	٥,٠	٢٠,٠
الرصاص	٥,٠	١٠,٠
الليثيم	٢,٥	٢,٥
المنجنيز	٠,٢	١٠,٠
الموليبدنم	٠,٠١	٠,٠٥
النيكل	٠,٢	٢,٠
السيلينيم	٠,٠٢	٠,٠٢
الفاناديم	٠,١	١,٠
الزنك	٢,٠	١٠,٠

٨ ـ ٨ ـ ٣ : تأثير ملوحة التربة وماء الرى على محاصيل الخضر

تؤدى الملوحة الزائدة فى التربة أو فى ماء الرى إلى ضعف إنبات البذور بدرجة كبيرة ، وتهلك بعض أنسجة الجذور ، وموت معظم النباتات . ويرجع ذلك للأسباب التالية :

١ ـ زيادة الضغط الإسموزى للمحلول الأرضى ، وبالتالى فشل البذور والنباتات فى الحصول على كل احتياجاتها من الماء .

٢ ـ الضرر المباشر الذى تحدثه التركيزات المرتفعة من أيونى الصوديوم والكلور .

٣ ـ عدم اتزان العناصر الغذائية فى المحلول الأرضى ، وظهور أعراض نقص بعض العناصر .

٤ ـ ما تحدثه هذه الأملاح من تغيرات فى الخواص الطبيعية والكيميائية للأراضى .

ويمكن إجمال تأثير المستويات المختلفة من ملوحة التربة على نباتات الخضر ، كما فى جدول (٨ ـ ٩) .

وللتعرف على الجوانب الفسيولوجية المتعلقة بملوحة التربة ، وعلاقة ذلك بالنباتات ، فإنه يمكن الرجوع إلى Hollander وآخرين (١٩٧٩) ، وهو مرجع يتضمن العديد من المقالات التى تعالج موضوع الملوحة من كافة جوانبه ، نخص منها بالذكر مقالة Rains (١٩٧٩) التى تتناول موضوع المقاومة للملوحة فى النباتات من الوجهتين الوراثية والفسيولوجية .

جدول (٨ ـ ٩) : التأثير العام للمستويات المختلفة من الملوحة على نباتات الخضر .

درجة التوصيل الكهربائى (EC)	التأثير
صفر ـ ٢	ليس للملوحة أى تأثير يذكر
٢ ـ ٤	قد يتأثر محصول النباتات الحساسة للملوحة
٤ ـ ٨	يقل محصول الكثير من أنواع الخضر
٨ ـ ١٦	لاتغل محصولا مقبولا سوى الخضروات القادرة للملوحة
> ١٦	لاتغل محصولا مقبولا سوى أشد النباتات تحملا للملوحة

٨ ـ ٨ ـ ٤ : توفير المياه الجوفية لاستخدام النبات بالطريقة الكهربائية

استحدثت إحدى الشركات التجارية بالمسا (Chemsers) أسلوبًا جديدًا لإحضار الماء للنباتات من الأعماق ، وأطلقت عليه الاسم التجارى أجرونت agronet . ويتكون النظام من شبكة موصلة للتيار الكهربائى يوضع فيها القطب السالب (الكاثود) فى مجال نمو الجذور ، بينما يوضع القطب الموجب (الأنود) فى طبقات التربة العلوية على الماء . ويوصل الجهاز بدائرة كهربائية ، كما يمكن تشغيله بالطاقة الضوئية ، حيث يعمل بفرق الجهد الذاتى أثناء النهار . ويتراوح الجهد الكهربائى اللازم للتشغيل من ٢ ـ ٨ فولت ، وهو غير خطر ، فيمكن للإنسان ملامسة القطب السالب دون خطر ولا يستهلك الجهاز سوى ٠,٠٥ كيلووات من الكهرباء لكل ١٠٠٠ متر مربع من الأرض .

ويحقق هذا الجهاز الوظائف والفوائد التالية :

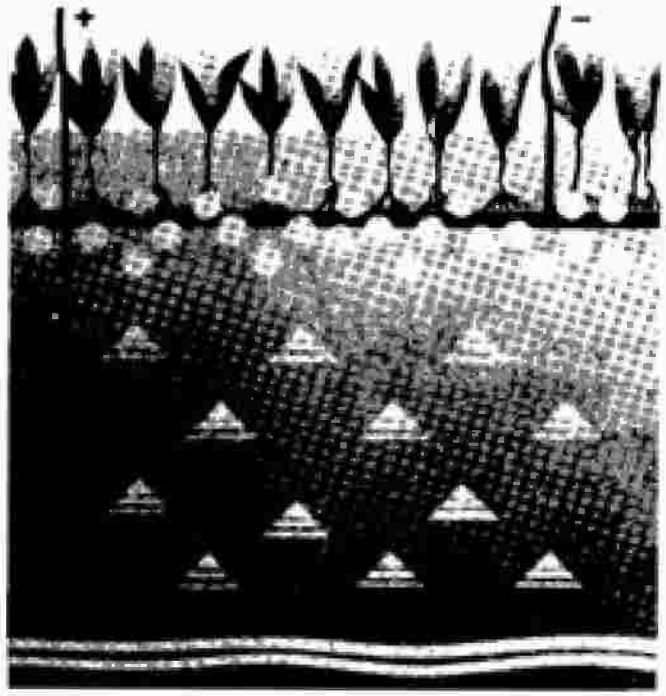
١ ـ يعمل على نقل الماء من طبقات الأعماق إلى شبكة أجرونت فى منطقة إنبات البذور من خلال التوليد الكهربائى بواسطة التأثير الكهرإسموزى . وأثناء انتقال الماء ، فإنه يفقد ملوحته بترسبها فى المسام الأرضية قبل وصولها إلى الكاثود السالب . ومع ذلك .. فلا تنتقل من أعماق التربة إلا كمية الماء التى تحتاجها الجذور .

٢ ـ يعمل الجهاز كذلك على تجميع ماء الرى المضاف ـ فى الأراضى الكثيرة المسام ـ فى شبكة أجرونت لامتصاص الجذور .

٣ ـ من مزايا هذا النظام أن سطح التربة يظل جافًا ، الأمر الذى يزيد معه من تهوية التربة ، ولا تنمو عليها الفطحالب ، وتقل الحشائش .

٤ ـ كما لا تجرف أو تغسل العناصر السمادية بالماء ، نظرًا لبقائها فى شبكة أجرونت .

ويفيد هذا النظام فى المناطق التى تتوفر فيها مياه جوفية كافية . ولا يتطلب تشغيل الجهاز أكثر من تثبيت القطب الموجب فى مستوى الماء الجوفى ، والقطب السالب فى الشبكة التى تكون بعرض نصف متر ، وتوضع بعمق الجذور تحت سطح التربة (حوالى ٣٠ سم) (شكل ٨ ـ ٨) هذا .. ويصنع النسيج الأساسى لشبكة أجرونت من البلاستيك .



شكل ٨ – ٨ : نقل الرطوبة الأرضية من مستوى الماء الأرضي إلى منطقة نمو الجذور بالطريقة الكهربائية .

٨ – ٩ : علاقة التربة والماء بالنبات

٨ – ٩ – ١ : الرطوبة الأرضية ، ومدى تيسرها للنبات

عند إضافة الماء إلى التربة ، فإنه يبللها إلى أعماق تتوقف على كمية الماء المضافة ، لأن تجمعات التربة soil aggregates تشد إليها الماء في طبقات متتالية ، ويقل شدها تدريجيًا كلما بعد الماء عن سطح جوامد الأرض ، حتى يصل مقدار شد التربة للماء إلى $\frac{1}{3}$ ضغط جوى ، حينئذ لا يمكن لجوامد التربة شد الماء إليها ، فيتحرك إلى أسفل بفعل الجاذبية الأرضية . وتعرف كمية الماء التي تحتفظ بها التربة ضد الجاذبية الأرضية بالسعة الحقلية Field Capacity ، ويعبر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف للتربة .

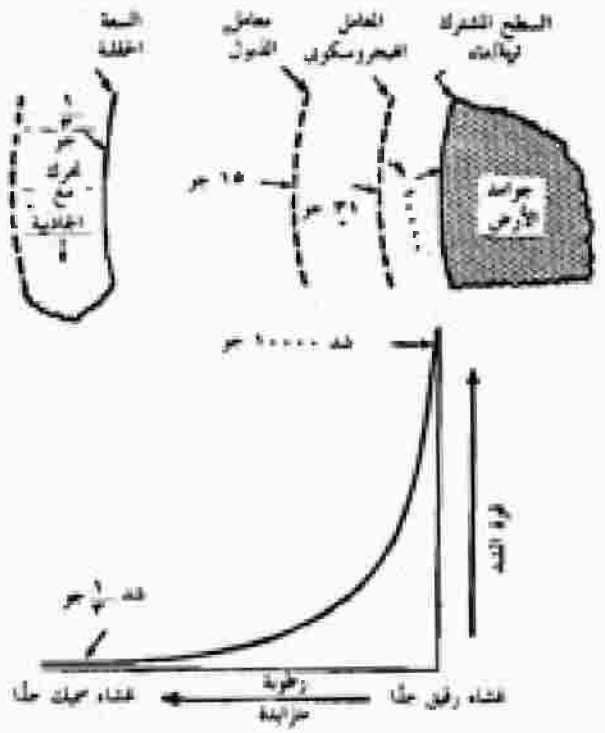
وفي البداية تكون كل مسام التربة مملوءة بالماء ، ومع تحرك الماء لأسفل في الفراغات الكبيرة بين تجمعات التربة تصبح هذه المسام مملوءة بالهواء ، بينما يبقى نصف المسام – وهي الموجودة داخل تجمعات التربة – مملوءًا بالماء الذي تحتفظ به التربة ضد الجاذبية الأرضية . فالتربة عند السعة الحقلية بها نصف المسام مملوءًا بالماء ، والنصف الآخر مملوء بالهواء .

ومع امتصاص النباتات للماء يقل سمك غشاء الماء المحيط بحوامد التربة تدريجيًا ، وتزيد قوة احتفاظ التربة بهذا الماء ، فتقل بالتالى مقدرة النبات على امتصاصه ، حتى تصل قوة احتفاظ التربة بالماء إلى ١٥ ضغط جوى ، حيث يستحيل على معظم النباتات امتصاص الماء عند هذه النقطة ، وهى التى تعرف بمعامل الذبول Wilting Coefficient .

ويعرف الماء الميسر لامتصاص النبات بأنه ذلك الجزء الذى تحتفظ به حوامد التربة بقوة شد تتراوح من $\frac{1}{3}$ إلى ١٥ ضغط جوى ، أى هو المحتوى المائى للتربة ما بين السعة الحقلية ومعامل الذبول .

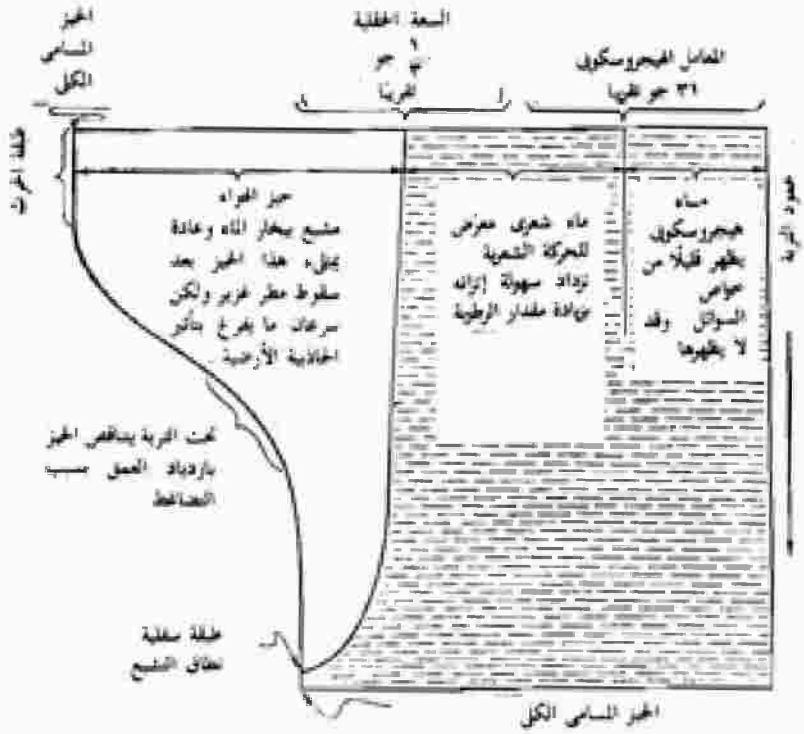
ومع استمرار جفاف التربة بعد ذلك بفعل التبخر يقل سمك الغشاء المائى الذى تحتفظ به التربة ، وتزداد قوة احتفاظها به ، حتى يصل مقدار شد التربة للغشاء المائى إلى ٣١ ضغط جوى ، حيث يصعب فقد الماء من التربة بالتبخر بعد ذلك تحت الظروف العادية . ويعرف هذا الحد بالمعامل الهيجروسكوبى ، كما يعرف الماء الذى تحتفظ به التربة حينئذ بالماء الهيجروسكوبى Hygroscopic Water . وهذا الماء لا يفقد إلا بالتسخين فى الأفران على درجة حرارة مرتفعة ، لأن التربة تحتفظ به بقوة كبيرة تصل عند السطح المشترك بين التربة والماء إلى نحو ١٠٠٠٠٠ ضغط جوى .

هذا .. وتظهر العلاقات المائية التى سبق شرحها فى شكل (٨ - ٩) .



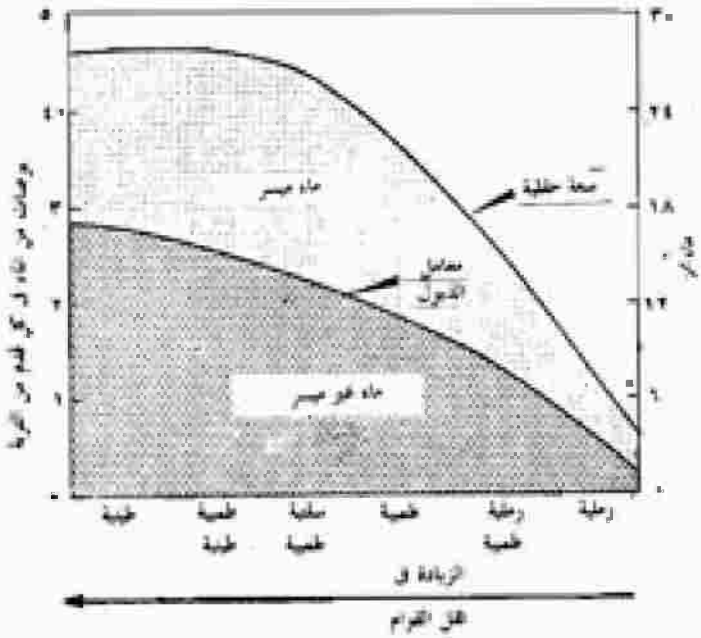
شكل ٨ - ٩ : التغير فى قوة الشد الرطوى مع التغير فى سمك الغلاف المائى المحيط بحبيبات التربة (بكمان وبرادى ١٩٦٠) .

كما يبين شكل (٨ – ١٠) كيف أن الماء المحصور ما بين قوتى شد ٣١ ضغط جوى و ـ ١ ضغط جوى – أى ما بين المعامل الهيجروسكوبى والسعة الحقلية – يمكن أن يتحرك بالخاصية الشعرية فى المسام الدقيقة للتربة من المناطق الأكثر رطوبة إلى المناطق الأقل رطوبة ، حتى تصل التربة إلى حالة اتزان رطوبى ، وتزداد سرعة حركة هذا الماء بزيادة مقدار الرطوبة . يعرف هذا الماء بالماء الشعرى Capillary Water .



شكل ٨ – ١٠ : المستويات المختلفة من الرطوبة الأرضية وتحرك الماء فى التربة (بكمان وبرادى ١٩٦٠) .

هذا .. وتختلف الأراضى فى نسبة الرطوبة التى تحتفظ بها ضد الجاذبية الأرضية (السعة الحقلية) وفى نسبة الرطوبة غير الميسرة لامتصاص النبات (بداية من معامل الذبول) وبالتالى فإنها تختلف فى كمية الماء التى تكون ميسرة لامتصاص النبات . فمع الزيادة فى ثقل قوام التربة تزداد كل من الرطوبة عند السعة الحقلية ، والرطوبة عند معامل الذبول ، لكن الزيادة فى السعة الحقلية تكون أكبر من الزيادة فى معامل الذبول ، وتكون النتيجة زيادة كمية الماء الميسر لامتصاص النبات مع الزيادة فى ثقل قوام التربة ، كما هو مبين فى شكل (٨ – ١١) .



شكل ٨ – ١١ : كمية الماء الأرضي الميسرة لامتصاص النبات (وهي المحصورة بين نسبتي الرطوبة عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول الدائم) في الأنواع المختلفة من الأراضي .

ويمكن القول إجمالاً أن نسبة الماء الميسر لامتصاص النبات (٪ من حجم التربة) تبلغ :

١ – أقل من ١٢,٥٪ في الأراضي الرملية الخشنة Coarse Sand ، والرملية الخشنة الطمية Loamy Coarse Sand ، والطمية الرملية الخشنة Coarse Sandy loam .

٢ – من ١٢,٥ – ٢٠٪ في الأراضي : الرملية الطمية Loamy Sand الطينية Clay الطينية الرملية Sandy Clay الطينية السلتية Silty Clay الطمية الطينية Clay loam الطمية السلتية الطينية Silty Clay loam الطمية Loam .

٣ – أكثر من ٢٠٪ في الأراضي : الطمية الرملية الناعمة جداً very fine sandy loam ، والطمية السلتية Silty loam ، والبيت Peaty Soil (Fordham & Biggs) ١٩٨٥ .

٨ – ٩ – ٢ : تقسيم نباتات الخضر حسب حاجتها للرطوبة

تقسم النباتات حسب حاجتها للماء إلى ثلاثة أقسام :

١ – **نباتات محبة للرطوبة** Hydrophytes : وهي التي تعيش في الماء أو تحتاج لتوفر الرطوبة الأرضية دائماً بكميات كبيرة ، ومن أمثلتها في محاصيل الخضر : القلقاس ، والكرسون المائي .

٢ – **نباتات متوسطة في احتياجاتها للماء** Mesophytes : وهي التي تتعرض للذبول إذا فقدت نحو ٢٥٪ من محتواها الرطوبي ، وتشمل معظم النباتات المزروعة مثل : الطماطم ، والفلفل وغيرهما.

٣ - نباتات تتحمل ظروف الجفاف Xerophytes : وهى التى لا تتعرض للذبول إلا بعد أن تفقد من ٥٠ - ٧٥٪ من رطوبتها ، كما أن تركيبها يسمح لها بمقاومة ظروف الجفاف . ومن أمثلتها من محاصيل الخضر : السباغ البيوزيلاندى (Meyer وآخرون ١٩٦٠ ، Yamaguchi ١٩٨٣) .

٨ - ٩ - ٣ : التغيرات الفسيولوجية المصاحبة للتغيرات فى الرطوبة الأرضية

نوجز فيما يلى الحالة الفسيولوجية التى تكون عليها النباتات فى المستويات المختلفة من الرطوبة الأرضية :

أولاً : عندما تكون الرطوبة الأرضية مناسبة :

عندما تكون الرطوبة الأرضية فى المجال المناسب يتساوى معدل النتح مع معدل امتصاص الماء من التربة (فى الواقع أن معدل النتح يكون أعلى قليلاً من معدل امتصاص الماء ، ابتداء من الثامنة صباحاً ، حتى الخامسة بعد الظهر ، وأقل قليلاً من معدل امتصاص الماء من الخامسة بعد الظهر حتى الثامنة صباحاً) ، ويتبع ذلك ما يلى :

١ - تكون الخلايا الحارسة منتفخة turgid .

٢ - تكون الثغور مفتوحة .

٣ - ينفذ ثانى أكسيد الكربون بسرعة إلى الأوراق .

٤ - يكون معدل التمثيل الضوئى عاليًا .

٥ - يكون معدل التنفس عاديًا .

٦ - يتوفر الكثير من المواد الكربوهيدراتية للنمو .

ثانياً : عندما تكون الرطوبة الأرضية أقل من اللازم يقل امتصاص الماء ، ويتبع ذلك ما يلى :

١ - يقل انتفاخ الخلايا الحارسة .

٢ - تقل مساحة الثغور .

٣ - يقل معدل تمثيل الغذاء ، وإن كان ذلك أمرًا مشكوكًا فيه .

٤ - يقل النمو والمحصول ، وتعيش النباتات على الغذاء المخزن .

٥ - تقل المقاومة لأضرار البرودة فى حالة النباتات التى تبقى خلال فصل الشتاء .

ثالثًا : عندما توجد زيادة فى الرطوبة الأرضية

عندما تزيد الرطوبة الأرضية عن اللازم يكون معدل امتصاص الماء أكثر من معدل النتح ، ويتبع ذلك :

١ - زيادة فى حجم الخلايا ، وزيادة طول النبات ، وتكون السلاميات طويلة ورهيفة leggy .

٢ – ظهور تشققات النمو growth cracks ، كما فى الطماطم والبطاطا .

٨ – ٩ – ٤ : حالات الذبول الفسيولوجى

قد يكون الذبول لأسباب مرضية ، أو لأسباب فسيولوجية ، فالذبول المرضى يحدث نتيجة لإصابة جذور النباتات أو حزمها الوعائية بالمسببات المرضية التى تعوق عملية امتصاص الجذور للماء ، أو انتقاله فى أوعية الخشب إلى باقى أجزاء النبات ، أما الذبول الفسيولوجى ، فإنه يحدث فى الحالات الآتية :

١ – الذبول المؤقت فى درجات الحرارة المرتفعة

يحدث وقت الظهيرة ، وينشأ عن زيادة النتح عن معدل امتصاص الماء من التربة ، بالرغم من توفر الماء بالتربة ، لكن يزداد ظهوره مع زيادة نقص الرطوبة الأرضية . وتعود النباتات لحالتها الطبيعية قرب المساء .

٢ – الذبول الناشىء عن زيادة ملوحة التربة

يحدث نتيجة لزيادة الضغط الإسموزى للمحلول الأرضى ، كما يظهر أحيانًا عند زيادة التسميد بالقرب من النباتات ، حيث يتحرك الماء فى الاتجاه العكسى ، أى من الجذور إلى المحلول الأرضى . ويحدث هذا النوع من الذبول ، بالرغم من توفر الرطوبة فى التربة .

٣ – الذبول الناشىء عن سوء التهوية ورداءة الصرف

يحدث فى الأراضى الرديئة الصرف ، وعند زيادة الرطوبة الأرضية ، حيث تختنق الجذور ، ولا يمكنها امتصاص الماء اللازم للنبات .

٤ – الذبول الناشىء عن نقص الرطوبة الأرضية

يحدث عند وصول الرطوبة الأرضية إلى نقطة الذبول الدائم ، ويعقبه موت النباتات ، نتيجة جفاف بروتوبلازم الخلايا .

٥ – الذبول الناشىء عن انخفاض درجة حرارة التربة

يحدث ذلك عند انخفاض درجة حرارة التربة – وبالرغم من توفر الرطوبة بها – خاصة وسط النهار عندما تكون الشمس ساطعة ، حيث يزداد النتح عن مقدرة النبات على امتصاص الرطوبة ، نظرًا لأن الحرارة المنخفضة تؤدى إلى ما يلى :

(أ) نقص الطاقة الحركية Kinetic energy للماء الأرضى .

(ب) زيادة لزوجة الماء الأرضى .

(جـ) زيادة درجة التوتر السطحى للماء الأرضى .

وجميعها عوامل تقلل من حركة الماء فى التربة .

(د) نقص نفاذية خلايا النبات للماء .

(هـ) زيادة لزوجة بروتوبلازم الخلايا .

(و) نقص استطالة الجذور .

(ز) نقص النشاط الحيوى لأنسجة الجذر .

وجميعها عوامل تقلل من امتصاص الجذور للماء .

وأكثر الخضر تأثرًا بهذا النوع من الذبول هى الخضر الصيفية (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

تأثير ذبول الأوراق على عملية البناء الضوئى

تعتبر كمية الماء التى يحتاجها النبات فى عملية البناء الضوئى قليلة جدًا إذا ما قورنت بما يحتاجه النبات لاستمرار نموه ونشاطه البيولوجى . وعلى ذلك .. فإن عملية البناء الضوئى لا تتوقف عند نقص الرطوبة الأرضية بسبب التأثير المباشر لنقص الرطوبة وإنما إلى تأثيرات غير مباشرة ، منها حالة الجفاف hydration التى تحدث للبروتوبلازم وغلق الثغور ، فيؤدى جفاف البروتوبلازم إلى التأثير على تركيبه الغروى ، ومن ثم تتأثر كل العمليات الحيوية التى تجرى فيه ، وخاصة النشاط الإنزيمى .

أما بالنسبة لغلق الثغور عند ذبول الأوراق وتأثير ذلك على معدل التمثيل الضوئى ، فإن هذه النظرية قد واجهتها تحديات كثيرة ، حيث وجد أن معدل التمثيل الضوئى يقل مرتفعًا ، وبمعدله الطبيعى ، حتى تبدأ الأوراق فى الذبول ، كما لم يتأثر معدل نفاذية غاز ثانى أكسيد الكربون خلال الثغور فى أوراق الذرة الذابلة بدرجة ملحوظة . وواقع الأمر أن الثغور التى تبدو مغلقة بالفحص الميكروسكوبى تعتبر مفتوحة بالقدر الكافى لنفاذ غاز ثانى أكسيد الكربون بصورة طبيعية (Devlin ١٩٧٥) .

هذا .. وللتعمق فى موضوع فسيولوجيا النباتات المعرضة لظروف الجفاف يراجع Turner & Kramer (١٩٨٠) ، ومقالات مجموعة العمل الخاصة التى تنظمها الجمعية الأمريكية لعلوم البساتين عن فسيولوجيا النباتات البستانية المعرضة لظروف الجفاف أو الغرق (American Society for Horticultural Science ١٩٨١) .

٨ - ٩ - ٥ : فسيولوجيا النباتات المعرضة لظروف ارتفاع منسوب الماء الأرضى والغرق

يؤدى ارتفاع منسوب الماء الأرضى water logging والغرق flooding إلى نقص الأكسجين بالنبات ، ويكون ذلك مقرونًا بالأعراض التالية :

١ - نقص نمو الساق .

٢ - اصفرار الأوراق السفلى للنبات .

٣ - ظهور انحناء لأسفل epinasty واضح بأنصال الأوراق .

٤ - تكون جذور عرضية فى بعض النباتات ، كما فى الطماطم .

٥ - ذبول الأوراق .

وترجع معظم هذه التأثيرات إلى أن ظروف الغرق تمنع التنفس الهوائى فى الجذور ، ويتبع ذلك نقص فى إنتاج الطاقة من الغذاء ، يعقبه حدوث تغيرات فى الميتابولزم ، كما يزيد إنتاج الإيثيلين فى سيقان وأوراق الطماطم المعرضة لظروف الغرق .

وربما يرجع التضخم الذى يلاحظ أحيانًا بقواعد السيقان ، وتكون الجذور العرضية إلى الإيثيلين . كما لوحظ أن البرولين proline الحر (غير البروتينى) يزداد تركيزه فى النباتات المعرضة لظروف الغرق (Kuo & chen ١٩٨٠) .

وأهم ما يميز النباتات التى تعانى من ارتفاع منسوب الماء الأرضى هو اتجاه نمو أعناق الأوراق لأسفل ، وهى الحالة المعروفة باسم epinasty . وترجع هذه الظاهرة إلى زيادة نمو الخلايا على السطح العلوى لأعناق الأوراق ، عنه على السطح السفلى . وهذه الظاهرة لا تكون مصاحبة بذبول النباتات ، لأنها أساسًا ظاهرة نمو يلزم معها أن تكون الخلايا منتفخة turgid وطبيعية .

ومن المعروف أن تعرض النباتات للإيثيلين يحدث أعراض الـ epinasty ، حتى ولو كان التعرض لتركيزات منخفضة جدًا . وقد أوضحت الدراسات أن مستوى الإيثيلين فى النباتات التى تعانى من ارتفاع منسوب الماء الأرضى يزيد عما هو فى النباتات التى تنمو فى ظروف طبيعية . وإضافة إلى ذلك فقد وجد أن مثبطات فعل الإيثيلين ، مثل أيونات الفضة ومشتقات البنزوثيادايازول benzothiadizol ، تمنع حدوث الـ epinasty عند التعرض للغرق . وقد لوحظ أن معاملة نباتات الطماطم بالـ ethephon مع ماء الرى قد أحدثت تأثيرًا مماثلاً لتأثير الغرق (Bradford & Yang ١٩٨١) .

هذا .. ويعطى Levitt (١٩٨٠) التفاصيل الخاصة باستجابة النباتات لكل الظروف البيئية القاسية ، سواء ما كان منها متعلقًا بالرطوبة الأرضية ، أم الملوحة ، أم درجات الحرارة .

٨ - ١٠: المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة - ٤٢٢ صفحة .

بكمان ، هارى ، ونيل برادى (١٩٦٠) . طبيعة الأرض وخواصها. ترجمة أمين عبد البر ، وأحمد جمال عبد السميع ، وعبد الحليم الدماطى . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧٠١ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم الربيع ، وعاصم بسيونى جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر . الجزء الأول : أساسيات إنتاج نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٥٠٠ صفحة .

Allison, L.E. 1964. Salinity in relation to irrigation. Adv. Agr. 16: 139-180.

American Society for Horticultural Science. 1981. Adaptation to water stress in plants. HortScience 16: 23-38.

Amoco Moisture Barrier Company. 1971. Productive soil from sand. Chicago, Illinois.

Bradford, K.J. and S.F. Yang. 1981. Physiological responses of plants to waterlogging. HortScience 16: 25-30.

Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1960. The nature and properties of soils. McMillan, N.Y. 567p.

Davis, J.F. and R.E. Lucas. 1959. Organic soils, their formation, distributionm, utilization and management. Mich. State Univ., Agr. Exp. Sta., Spec. Bul. 425. 156p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560 p.

Fordham, R. and A.G. Biggs. 1985. Principles of vegetable crop production. Collins professional and Technical Books, London. 215p.

Foth, H.D. 1978. Fundamental of soil science. Wiley, N.Y. 436 p.

Hansen, C.M. and A.E. Erickson. 1969. Use of asphalt to increase water-holding capacity of droughty sand soils. I & EC Product Res. & Dev. 8: 256-259.

Hollander, A., J.C. Aller, E. Epstein, A. San Pietro and O.R. Zaborsky (Eds). 1979. The biosaline concept: an approach to the utilization of underexploited resources. Plenum Pr., N.Y. 391 p.

Israelsen, O.W. 1950. Irrigation principles and practices. Wiley, N.Y. 405p.

Israelsen, O.W. and V.E. Hansen. 1962. Irrigation principles and practices. Wiley, N.Y. 447p.

Knott, J.E. 1957. Handbook for vegetable growers. Wiley, N.Y. 245p.

Kuo, C.G. and B.W. Chen. 1980. Physiological responses of tomato cultivars to flooding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 751-755.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. vol. II. Water, radiation, salt, and other stresses. Academic Pr., N.Y. 606p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Maas, E.V. 1984. Crop tolerance. California Agr. 38 (10): 20-22.

Meyer, B.S., D.B. Anderson and R.H. Böhning. 1960. Introduction to plant physiology. D. Van Nostrand, N.Y. 541p.

Millar, C.E., L.M. Turk and H.D. Foth. 1965 (4th ed.). Fuudamentals of soil science. Wiley, N.Y. 491p.

Oster, J.D., G.J. Hoffman and F.E. Robinson. 1984. Management alternatives: crop, water and soil. Calif, Agr. 38 (10): 29-32.

Rains, D.W. 1979. Salt tolerance in plants: strategies of biological systems. In A. Hollander, J.C. Aller, E. Epstein, A. San Pietro and O.R. Zaborsky (Eds.) The Biosaline Concept: An Approach to the Utilization of underexposed Resources; pp. 47-69. Plenum Pr., N.Y.

Russell, E.W. 1973. (10th ed.). Soil conditions and plant growth. The English Language Book Society, London. 849p.

Saxena, G.K., L.C. Hammond and H.W. Lundy. 1971. Effect of an asphalt barrier on soil water and on yields and water use by tomato and cabbage. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 218-222.

Soil Improvement Committee, California Fertilizer Association. 1980. Western Fertilizer handbook. Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 269p.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

Thorne, D.W. and H.B. Peterson. 1954. (2nd ed.). Irrigated soils: their fertility and management. TATA McGraw Pub. Co., Ltd., Bombay. 392p.

Turner, N.C. and P.J. Kramer. (Eds). 1980. Adaptation of plants to water and high temperature stress. Wiley, N.Y. 482p.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. AVI Pub. Co., Inc., West port, Connecticut. 415 p.

الفصل التاسع

العناصر الغذائية ، وتأثيرها على نباتات الخضر

نتناول في هذا الفصل دراسة العناصر الغذائية ، مع الاهتمام بكيفية تأثير هذه العناصر على محاصيل الخضر ، وشرح موجز للعناصر ذاتها وتغيراتها في التربة . كما يتضمن موضوع تسميد الخضر (الفصل الثامن عشر) احتياجات الخضروات من هذه العناصر ، وكيفية تأمينها .

والعناصر الغذائية الضرورية هي : الكربون ، والأيدروجين ، والأكسجين ، والنيتروجين ، والفوسفور ، واليوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت ، والحديد ، والزنك ، والمنجنيز ، والنحاس ، والبورون ، والموليبدنم ، والكلور . ويحصل النبات على الكربون والأيدروجين والأكسجين من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون . وتشكل هذه العناصر الثلاثة مجتمعة أكثر من ٩٢٪ من البروتوبلازم الحي . ويُمتص النيتروجين أكثر من أي من العناصر الأخرى ، حيث يُشكل ١ - ٢٪ من البروتوبلازم الحي . أما الفوسفور واليوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والكبريت ، فتمتص بكميات أقل بكثير من النيتروجين ، ويمتص النبات باقي العناصر بكميات قليلة جدًا .

وبالإضافة إلى العناصر الضرورية ، فإن النبات يمتص أكثر من ٤٠ عنصرًا آخر يكون لها تأثير مفيد ، رغم أنها ليست من العناصر الضرورية . فمثلاً يؤدي امتصاص الكرفس للصوديوم إلى تحسن في الطعم . ويعتبر العنصر ضروريًا إذا توفرت فيه الشروط التالية :

١ - يؤدي غياب العنصر من بيئة نمو النبات إلى حدوث نمو غير طبيعي ، ويفشل النبات في إكمال دورة حياته ، وتموت مبكرًا .

٢ - يجب ألا يقوم عنصر آخر بعمله في غيابه .

٣ - يجب أن يحدث تأثيره بصورة مباشرة على نمو وميتابوليزم النبات ، وليس عن طريق تأثير غير مباشر كإحداث تأثير مضاد لعنصر آخر مثلاً (Jones ١٩٨٢) .

هذا .. ويمتص النبات العناصر المغذية على صورة أيونات . ويوضح جدول (٩ - ١) الصور التي تمتص عليها هذه العناصر (Fetter وآخرون ١٩٧٢) .

جدول (٩ - ١) : الصور التى تتخذ عليها العناصر المغذية من التربة

العنصر	الأيونات المتصة	
	كاتيونات	أنيونات
النيتروجين	ن يد٤+ NH_4^+	ن ا٣- NO_3^-
الفوسفور		يد بو ا٤-- HPO_4^{--}
		يد٢بو ا٤- $H_2PO_4^-$
البوتاسيوم	بو+ K^+	
الكالسيوم	ك++ Ca^{++}	
المغنسيوم	مغ++ Mg^{++}	
الكبريت		كب ا٤-- SO_4^{--}
الحديد	ح++ Fe^{++}	
	ح+++ Fe^{+++}	
المنجنيز	من++ Mn^{++}	
البورون		ب ا٣--- BO_3^{---}
		يد ب٤ ا٧- $HB_4O_7^-$
النحاس	نح++ Cu^{++}	
الزنك	ز++ Zn^{++}	
المولبيدنم		يد مو ا٤- $HMoO_4^-$
الكلور		كل- Cl^-

ويعد مرجع Wallace (١٩٦١) من أشمل المصادر فيما يتعلق بأعراض نقص العناصر الغذائية فى النباتات . ويضم المرجع أكثر من ٣٠٠ صورة ملونة لأعراض نقص العناصر فى مختلف النباتات ، كما أصدرت وزارة الزراعة البريطانية سلسلة من الكتب عن التعرف على أعراض نقص العناصر فى النباتات ، وتعتبر بديلة للمرجع السابق ، ويهم منتج الخضر منها المجلد الأول (Bould وآخرون ١٩٨٣) ، وهو عبارة عن الأساسيات . والمجلد الثانى (Scaife & Turner ١٩٨٣) ، وهو خاص بأعراض نقص العناصر فى محاصيل الخضر . كذلك يعتبر Van Eysinga وآخرون (١٩٨١) مرجعًا شاملاً بالصور الملونة لأعراض نقص وزيادة العناصر فى ثلاثة من أهم محاصيل الصوبات ، وهى : الطماطم ، والخيار ، والفلفل .

٩ - ١ : الكربون والأيدروجين والأكسجين

تتشكل عناصر الكربون والأيدروجين والأكسجين الهيكل الأساسى للمادة العضوية ، ويحصل عليها النبات من ماء الرى ، ومن غاز ثانى أكسيد الكربون من الجو .

٩ - ١ - ١ : الكربون

يعتبر ثانى أكسيد الكربون الجوى هو المصدر الوحيد لكل من الكربون والأكسجين للنباتات حسب معادلة البناء الضوئى المبسطة التالية التى يستخدم فيها نظير الأكسجين (O^{18}) فى غاز CO_2 ، بدلاً من الأكسجين العادى .

$$٢\ يد_٢ا + كا_٢ا^{١٨} \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}} ا_٢ + (كا\ يد_٢ا^{١٨})_٢ + يد_٢ا$$ (Devlin ١٩٧٥) .

تبلغ نسبة ك١م بالجو ٠,٠٣ - ٠,٠٤٪ . وبرغم هذه النسبة المنخفضة ، فإن كمية ك١م الموجودة بالغلاف الجوى تقدر بنحو ٦٠٠ بليون طن ، تستعمل منها النباتات نحو ٧٠ بليون طن سنويًا . وبرغم الكمية الكبيرة التى تستهلكها النباتات ، فإن نسبة ك١م الجوى تظل ثابتة لانطلاق الغاز بصورة دائمة ، نتيجة تنفس الكائنات الحية ، نباتية كانت أم حيوانية ، وكذلك نتيجة احتراق المواد العضوية . وتعتبر الكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة هى المنتج الأساسى لغاز ك١م

هذا .. وتستفيد النباتات من زيادة نسبة ك١م صناعيًا فى جو الصوبات (البيوت الزجاجية والبلاستيكية) إلى أن يصبح عاملًا آخر محددًا للنمو ، مثل شدة الإضاءة ، أو درجة الحرارة . وللتفاصيل الخاصة بهذا الموضوع يراجع الفصل الثالث والعشرون .

٩ - ١ - ٢ : الأيدروجين

يحصل النبات على حاجته من الأيدروجين من ماء الرى . أما الأكسجين الموجود فى الماء ، فإنه ينطلق إلى الجو أثناء عملية البناء الضوئى .

٩ - ١ - ٣ : الأكسجين

كما سبق الذكر .. فإن النبات يحصل على حاجته من الكربون والأكسجين من غاز ثانى أكسيد الكربون . وقد أوضحت الدراسات التى استخدم فيها الماء الجوى على النظير O^{18} - وهو ليس بنظير مشع - أن كل الأكسجين المنتج أثناء عملية البناء الضوئى يأتى من الماء ، وأن الأكسجين الذى يدخل فى بناء المواد العضوية يحصل عليه النبات من غاز ك١م الجوى .

هذا .. وتحصل الجذور على حاجتها من الأكسجين اللازم للتنفس عن طريق العديسات lenticels .

٩ - ٢ : النيتروجين

٩ - ٢ - ١ : أهمية النيتروجين للنبات

يدخل النيتروجين فى تركيب البروتين الذى يعتبر المركب الأساسى فى البروتوبلازم ، كما يدخل فى تركيب الإنزيمات ، والكلوروفيل ا ، ب ، وبعض الأحماض فى النواة ، وبعض الهرمونات . ومن أهم المركبات التى يدخل النيتروجين فى تركيبها : البيورين purines ، والبريميدين Pyrimidines ، وهما من المركبات الأساسية فى الأحماض النووية RNA و DNA كما يدخل فى تركيب البورفرين Porphyrin الذى يوجد فى الكلوروفيل ، وفى إنزيمات السيتوكروم ، وهما ضروريان للتمثيل الضوئى والتنفس على التوالى . كما يدخل النيتروجين أيضًا فى تركيب مرافقات الإنزيمات الضرورية للعديد من الإنزيمات.هذا .. ويعمل النيتروجين الوفير على تشجيع النمو النشط ، وهى صفة مرغوبة فى الخضر الورقية .

٩ - ٢ - ٢ : أعراض نقص النيتروجين

تختلف أعراض نقص النيتروجين فى نباتات الفلقة الواحدة ، عنه فى نباتات الفلقتين ، حيث يتميز نقص النيتروجين فى ذوات الفلقة الواحدة باصفرار وسط نصل الورقة ، مع بقاء الحواف خضراء ،

أما في النباتات ذات الفلقتين ، فإن الورقة تصبح متجانسة بلون أخضر مصفر ، وتظهر الأعراض في كثيرا على الأوراق السفلى أولاً ، فتصبح الأوراق خضراء باهتة ، ثم يتحول لونها إلى الأصفر ، ويكون نمو النبات بطيئاً ومتقزماً ، كما يكون حجم الأعضاء النباتية الأخرى أقل من الحجم الطبيعي ، ويصبح النبات متخشباً (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

ولا تظهر أعراض نقص النيتروجين على الأوراق الحديثة إلا بعد فترة من ظهور أعراض نقص العنصر على الأوراق المسنة ، لأن النيتروجين على درجة عالية من القدرة على الحركة بالنبات . فالأوراق الصغيرة تحتفظ بالنيتروجين الذي يصلها ، بالإضافة إلى أن جزءاً من النيتروجين ينتقل إليها من الأوراق المسنة . وفي حالات النقص الشديد تجف الأوراق السفلى وتسقط ، وتأخذ الأوراق العليا لوناً أصفر شاحباً .

وقد يصاحب نقص النيتروجين في بعض النباتات إنتاج النبات لصبغات أخرى غير الكلوروفيل ، ففي الطماطم مثلاً يصاحب نقص النيتروجين ظهور لون بنفسجي في أعناق الأوراق وبالعروق ، نتيجة تكون صبغة الأنثوسيانين . ويظهر هذا اللون أحياناً كذلك على سيقان بعض النباتات عند نقص النيتروجين (Devlin ١٩٧٥) .

٩ - ٢ - ٣ : أعراض زيادة النيتروجين

عند زيادة النيتروجين عن الحد المناسب ، يصبح لون الأوراق أخضر داكناً ، ويزداد محتواها من الكلوروفيل ، وتتبع ذلك زيادة في معدل النمو الخضري ، لكن نتيجة لتوفر الأزوت ، فإن الغذاء المجهز يستعمل في بناء أنسجة جديدة ، ومن ثم يكون النمو سريعاً في الجذور والسيقان والأوراق ، وبقل تخزين الغذاء وتكوين الأبصاف التي تدعم النبات . كذلك يقل الإزهار والإثمار . ومن ثم تكون السيقان رهيفة ، وجذورها رقيقة ، والفصول قليلاً ، سواء أكان ذلك محصول ثمار أم بذور أم في صورة أعضاء التخزين الخضرية . ويصاحب زيادة النيتروجين تأخر النضج ، نتيجة لتشجيعه للنمو الزائد ، ونقص صبغات الحوذة . كما قد تشجع زيادة النيتروجين عن الحد المناسب على زيادة الإصابة بالأمراض (Buchanan & Brady ١٩٦٠) .

وفي حالة زيادة الأسمدة النشادرية ، وهي الأسمدة التي يوجد فيها النيتروجين في صورة أمونيا (NH_4^+) فإنه قد تظهر أعراض التسمم الناتج بالأمونيا . وتختلف الأنواع النباتية في درجة تحملها لزيادة تركيز أيون الأمونيوم . وفي معظم النباتات يؤدي التعرض للتركيزات العالية من الأمونيوم إلى حدوث اصفرار بالأوراق ، وتوقف النمو ، وظهور بقع متحللة في الأوراق ، وفي بعض الأحيان تموت الأوراق والأنسجة المصابة . ففي الطماطم لوحظ ظهور بقع بالساق والأوراق ، كما لم تنبت بذور الخيار في التركيزات العالية من الأمونيوم . ومن النباتات الحساسة الأخرى : الفاصوليا ، والذرة السكرية ، والبسلة .

هذا .. وتوجد الأمونيا الحرة طبيعياً في الخلايا النباتية تحت الظروف العادية . ولكن مع زيادة كمية السماد الأمونيومي يتأثر متابوليزم النبات ، حيث يستنفذ النبات مخزون الجلوتامين الكربوهيدراتية ليتحول أيونات الأمونيا الحرة إلى صور غير سامة على حساب التحولات الحيوية الأخرى (Hall & Jones ١٩٧٩) .

هذا .. وتمتص النباتات النيتروجين فى صورتيه : النترانية والأمونيومية ، ولكن يحدث الامتصاص فى محاصيل الخضر غالبًا فى الصورة النترانية . فتحت الظروف المناسبة تحو الخضروات يكون التحول سريعًا من الصورة الأمونيومية إلى الصورة النترانية ، وبالتالى يحدث معظم الامتصاص على الصورة الأخيرة .

٩ - ٢ - ٤ : تيسر النيتروجين فى التربة

يكثر النيتروجين فى الطبقات العليا ، ويقل كلما تعمقنا فى التربة ، ذلك لأن المادة العضوية تكثر فى الطبقات العليا من التربة . ويتوفر النيتروجين بين pH ٦ - ٨ ، ويقل نسبيًا فى pH ٥ - ٦ ، ٨ - ٩ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥ ، أو أعلى من ٩ ، ويكثر ظهور أعراض نقص النيتروجين فى الأراضى الفقيرة فى المادة العضوية .

٩ - ٢ - ٥ : الفقد فى النيتروجين بالتربة

يعتبر النيتروجين من أكثر العناصر الغذائية عرضة للفقد بالرشح من التربة ، خاصة فى المناطق التى تكثر فيها الأمطار . ويفقد النيتروجين فى صورة نترات بسرعة كبيرة لذوبانها فى الماء وفقدها فى ماء الصرف . أما النيتروجين الأمونيومى ، فيدمص على سطح حبيبات الطين ، ويقاوم الفقد بالرشح ، ولكن مع مرور الوقت يتحول النيتروجين فى التربة من الصورة الأمونيومية إلى الصورة النترانية بفعل الكائنات الحية الدقيقة ، وبالتالى يتعرض للفقد بالرشح ، وتزداد سرعة هذا التحول مع ارتفاع درجة الحرارة ، وتوفر الرطوبة الأرضية ، والتهوية المناسبة .

ومن المعتقد أن النباتات تستفيد من نحو ٥٠٪ من السماد الأزوتى المضاف تحت معظم الظروف ، وأن معظم الفقد يحدث بعد تحول الأزوت فى التربة من الصورة الأمونيومية إلى الصورة النترانية .

٩ - ٢ - ٦ : تثبيت أزوت الهواء الجوى بواسطة بكتريا العقد الجذرية

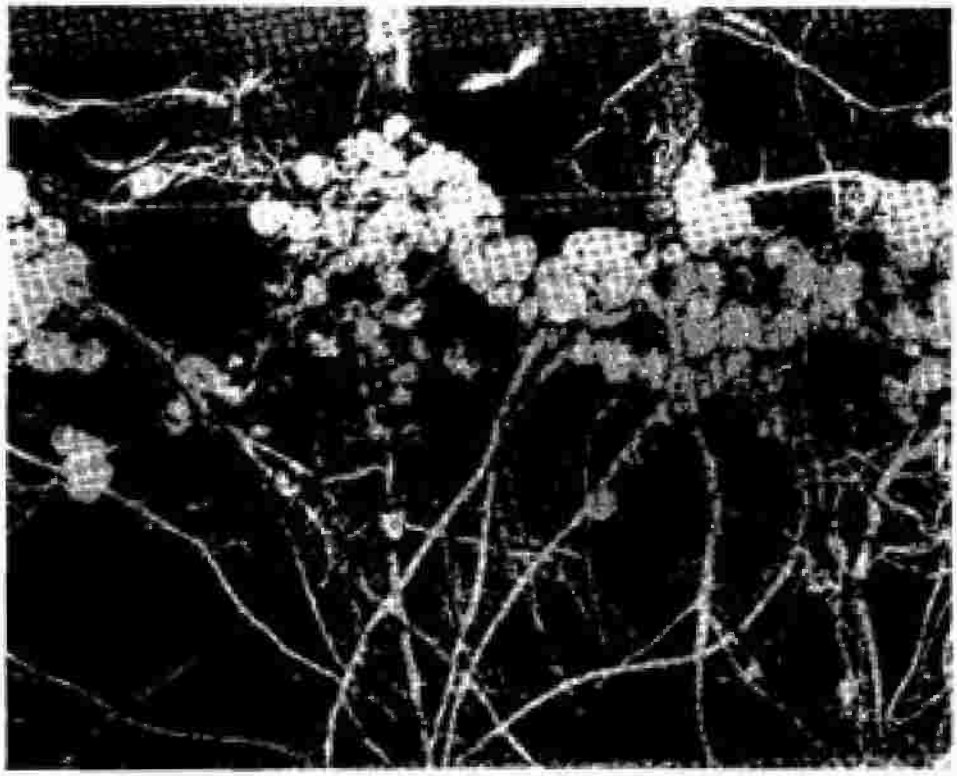
تعيش بكتريا تثبيت أزوت الهواء الجوى فى العقد الجذرية للبقوليات ، وهى تتبع الجنس ريزوبيم Rhizobium الذى يوجد منه نحو ١٨ نوعًا تتخصص على البقوليات المختلفة ، وقد يتعايش أكثر من نوع من هذه البكتريا مع محصول بقولى واحد . وفى هذه الحالة نجد اختلافًا فيما بينهم فى درجة كفاءة تثبيت أزوت الهواء الجوى .

وفيما يلى أنواع البكتريا المتخصصة على محاصيل الخضر البقولية :

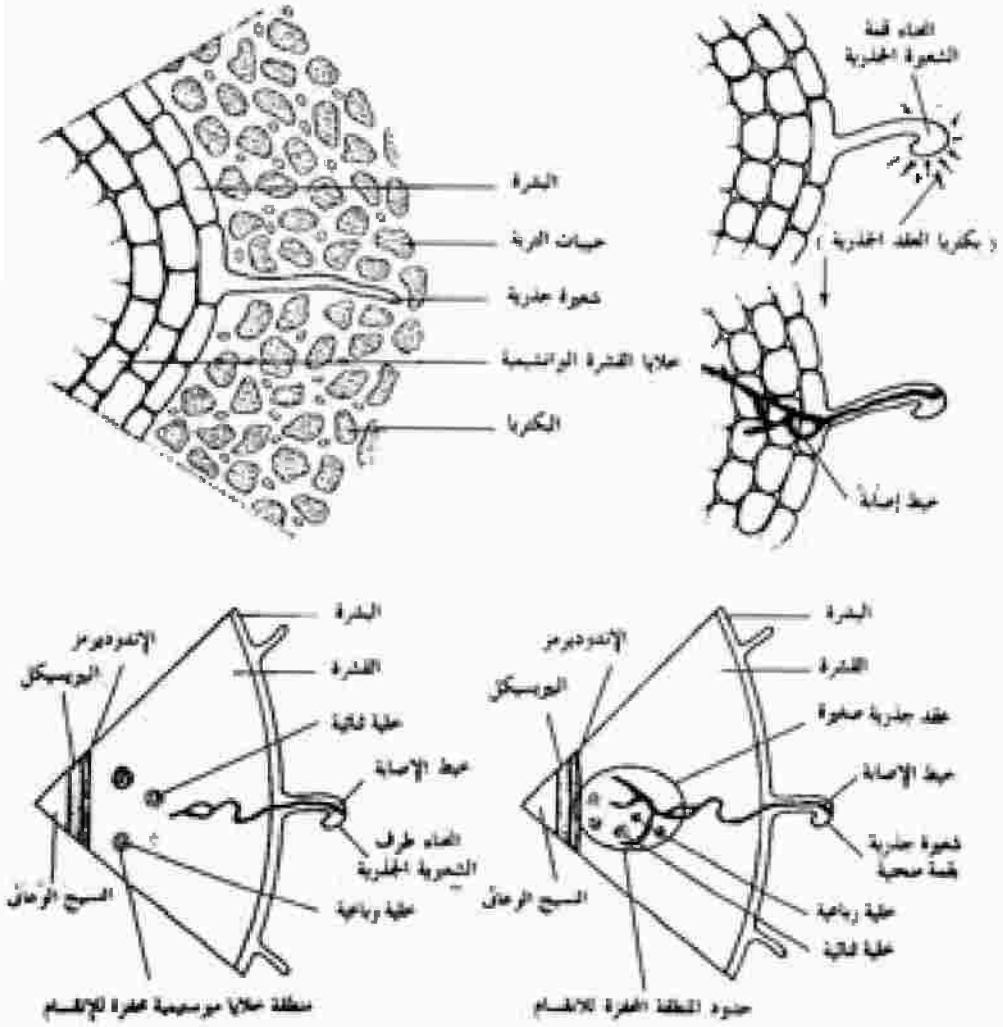
البكتريا	البقوليات التى تتخصص عليها
Rhizobium leguminosarum	البسلة
R. phaseoli	الفاصوليا العادية
R. japonicum	فول الصويا
نوع لم يحدد اسمه	اللوبيا وفاصوليا الليما

(عن Tisdale & Nelson ١٩٧٥)

ويختلف عدد العقد بالنبات الواحد من عدد قليل إلى ألف عقدة أو أكثر ، كما تختلف في توزيعها على المجموع الجذري وفي حجمها حسب النوع النباتي (شكل ٩ – ١) . وتستطيع بكتريا العقد الجذرية أن تعيش في التربة في غياب العائل مدة ١٠ – ٢٠ سنة ، ولكن زراعة العائل من أن لآخر تعمل على زيادة نشاطها . وتتراكم هذه البكتريا قريبًا من جذور النباتات البقولية ، وغالبًا ما يرجع ذلك إلى إفرازات خاصة من الجذور . هذا .. ويزداد تكوين العقد تحت الظروف المناسبة للنمو الجيد للعائل . ويوضح شكل (٩ – ٢) طريقة اختراق البكتريا للشعيرات الجذرية بالبقوليات . ويلاحظ بالشكل أن الشعيرة الجذرية التي تخترقها البكتريا تنحني عند القمة ، ويعقب ذلك تكون خيط إصابة infection thread ، ثم تظهر العقدة في النهاية . (Miller وآخرون ١٩٦٥ ، Devlin ، ١٩٧٥ Smarn ، ١٩٧٦) . وتتراوح كمية النيتروجين التي تثبتها هذه البكتريا في الجذور من ٢٢ – ٤٥ كيلو جرام بكل فدان سنويًا (مرسي والمربع ١٩٦٠) .



شكل ٩ – ١ : العقد الجذرية الفعوية على بكتريا تثبيت آزوت الهواء الجوي من جنس **Rhizobium** بجذور نبات فول الصويا (عن Galston ١٩٦٤) .



شكل ٩ - ٢ : طريقة إختراق بكتريا الجنس Rhizobium للشعيرات الجذرية بالبقوليات ، ثم تكوين العقد الجذرية root nodules (عن Devlin ١٩٧٥) .

تلقيح بذور البقوليات بكتريا العقد الجذرية

نظرًا لأن العقد الجذرية لا تتكون عند زراعة محصول بقول فى أرض لم تسبق زراعتها بهذا المحصول ، لذا يجب تلقيح التربة بالبكتريا المناسبة لهذا المحصول . ويتم ذلك إما بإضافة كمية من التربة المحتوية على نوع البكتريا المناسب إلى الحقل المراد زراعته بمعدل ٥ - ١٠ م٣/ للفدان ، إلا أن هذه العملية شاقة ، أو يتم بواسطة تلقيح بذور المحصول البقول بالبكتريا المناسبة ، وتلك طريقة أسهل بكثير ومضمونة النجاح إذا أجريت بالشروط اللازمة ، وهى كما يلى :

١ – أن يستخدم النوع البكتيري المناسب للمحصول المراد زراعته ، وأن تكون المزرعة البكتيرية عالية الحيوية .

٢ – استخدام اللقح بكمية كافية ، وخلط مزرعة البكتريا بكمية قليلة من الماء ، ثم خلط بالبذور .

٣ – زراعة البذور مباشرة بعد تلقيحها بمزرعة البكتريا ، ولا تعرض لأشعة الشمس المباشرة .

٤ – أن تكون الزراعة في أرض بها نسبة معتدلة من الرطوبة .

وإذا كان من الضروري معاملة البذور بالمطهرات الفطرية قبل الزراعة ، فيجب في هذه الحالة معاملة التربة بالمزرعة البكتيرية ، بدلاً من معاملة البذور ، وهو ذلك تخلط المزرعة البكتيرية بتربة رطبة ، وتنثر في الحقل أثناء الحرث ، على أن تحتوي تربة الحقل على رطوبة مناسبة (مرسي والمربع ١٩٦٠) .

٩ – ٣ : الفوسفور

٩ – ٣ – ١ : أهمية الفوسفور للنبات

يدخل الفوسفور في تركيب الأحماض النووية ، ويلعب دوراً كبيراً في كثير من التفاعلات الإنزيمية . فهو يدخل في تركيب كل الأحماض النووية ، مثل : (الـ DNA ، والـ RNA ، والـ iRNA ، والـ ribosomal RNA) ، بالإضافة إلى دخوله في تركيب الإنزيمات اللازمة لتفاعلات الطاقة المختلفة في عمليات التنفس بالتخمر الفسوي ، وكذلك يدخل في تركيب المركبات الفوسفورية ذات الروابط الغنية بالطاقة (الـ ADP ، والـ ATP) وفي مرافقات الإنزيمات NADP, NAD ، وفي تركيب بعض الدهون (الـ phospholipids) . ومن ثم ، فإن الفوسفور عنصر أساسي في النبات ، فهو يدخل في تركيب الأحماض النووية ، بمافا من أهمية بالنسبة للكائن الحي . وأهمية الـ ADP والـ ATP في نقل الطاقة غنية عن البيان . وأما مرافقات الإنزيمات NADP, NAD ، فلها دورها الهام في تفاعلات الأكسدة والاختزال ، ويعتمد عليها في التفاعلات الحيوية الهامة في التمثيل الضوئي ، والتنفس ، والـ glycolysis ، وفي تمثيل الأحماض الدهنية وغيرها . أما الـ phospholipids ، فمن المعتقد أنها مع البروتين تشكل جزءاً هاماً من الأغشية الخلوية .

ويوجد الفوسفور بتركيزات عالية في المناطق الرستيمية التي يكون فيها النمو نشيطاً ، حيث يشترك الفوسفور في تمثيل البروتينات النووية .

ويعمل الفوسفور على تقليل الأثر الضار لزيادة الأزوت في التربة ، لأن وفرة الفوسفور تقلل من امتصاص البيتروجين غير العضوي ، وهو يبكر في النضج ، وبذلك فهو يضاد التأثير الضار لزيادة عنصر الأزوت الذي يؤدي إلى اتجاه النبات نحو النمو الخضري . هذا .. ويشجع الفوسفور على نمو الجذور ، خاصة الجذور العرضية والليفية . ويتراكم جزء كبير من الفوسفور الذي يمتصه النبات في البذور والثمار (Meyer وآخرون ١٩٦٠ ، استيبو وآخرون ١٩٦٣) .

ويمكن الرجوع إلى المذكرة العلمية لجمعية علوم البساتين الأمريكية (Amer. Soc. Hort. Sci. ١٩٦٩) للتفاصيل الخاصة بأهمية الفوسفور لنمو النبات ، ودورة البيولوجي ، وطريقة امتصاصه وحركته في النبات .

٩ - ٣ - ٢ : أعراض نقص الفوسفور

تختلف أعراض نقص الفوسفور في النباتات ذات الفلقة الواحدة ، عنها في النباتات ذات الفلقتين . ففي نباتات الفلقة الواحدة يؤدي نقص العنصر إلى ظهور لون أحمر أو أرجواني في مناطق مختلفة من الورقة في مرحلة النمو الخضري . أما في ذوات الفلقتين ، فإن العروق الرئيسية للأوراق المسنة تأخذ لونًا أحمر أو أرجوانيًا ، بينما تبقى الأوراق الحديثة بلون أخضر داكن أو أخضر رمادي . ويزداد اللون الأرجواني على عروق الأوراق وعلى السيقان ، وخاصة على الناحية السفلية للأوراق . ونظرًا لأن الفوسفور يتحرك بسهولة في النبات highly mobile ، فإن الأعراض تظهر على الأوراق السفلية المسنة أولًا ، لأن الأوراق الحديثة تسحب احتياجاتها من الفوسفور ، حتى ولو تطلب الأمر تحرك العنصر من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة . ويكون تحرك العنصر في صورة أيون الفوسفات .

وبصفة عامة .. يكون نمو النباتات التي تعاني من نقص الفوسفور بطيئًا ، وسيقانها رفيعة ومنيفة ، وتتأخر في النضج . وقد تسقط البراعم الزهرية والأزهار ، وتكون الثمار صغيرة الحجم .

هذا .. ويرجع ظهور اللون الأرجواني عند نقص الفوسفور إلى أن نقص العنصر يؤدي إلى نقص تمثيل البروتين ، وذلك يعني تراكم تركيزات مرتفعة من السكريات بالأوراق ، وهذه تنوفر تمثيل صبغة الأنثوسيانين .

٩ - ٣ - ٣ : أعراض زيادة الفوسفور

تؤدي زيادة الفوسفور في التربة إلى زيادة امتصاصه على حساب عنصري الزنك والحديد ، الأمر الذي يؤدي إلى ظهور أعراض نقصهما على النباتات . ويحدث ذلك بصورة واضحة في كل من الفاصوليا ، والذرة السكرية (Wittwer ١٩٦٩) .

كما أن زيادة الفوسفور في الأوقات التي تسودها درجات الحرارة المرتفعة قد تؤدي إلى نقص كمية المحصول ، ويعزى ذلك إلى أن ارتفاع درجة الحرارة وازدياد الفوسفور يسرعان من نضج النبات ، مما ينشأ عنه نقص في النمو الخضري الضروري لإنتاج محصول وافر . ونلاحظ هذه الظاهرة أحيانًا في الأراضي الرملية (مرسي وآخرون ١٩٥٩) .

٩ - ٣ - ٤ : الصور التي يمتص عليها الفوسفور

يمتص النبات عنصر الفوسفور في صورة أيونات الفوسفات فقط ، وهي تكون في إحدى الصور التالية :

$H_2PO_4^-$ (يدرو فوسفات) dihydrogen phosphate

HPO_4^{--} (يد فوسفات) monohydrogen phosphate

PO_4^{---} (فوسفات) phosphate

والصورة الأولى (H_2PO_4) هي أكثر الصور امتصاصًا ، لأنها أكثرهم ذوبانًا ، ولكن يتوقف مدى توفر هذه أو تلك على pH التربة . ويتوفر الفوسفور في صورة H_2PO_4 ، خاصة في pH من ٥,٥ - ٦,٥ .

٩ - ٣ - ٥ : تيسر الفوسفور فى التربة

يتوفر الفوسفور فى التربة بين pH ٦,٥ - ٧,٥ ، ويقل نسبيًا فى pH ٦ - ٦,٥ ، ٧,٥ - ٨ ويصبح النقص خطيرًا فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عن ٦ ، ولكنه يتوفر مرة أخرى فى الأراضى التى يزيد فيها الـ pH عن ٨,٥ . ويرجع نقص الفوسفور فى الأراضى الحامضية إلى تكوين فوسفات الألومنيوم ، وفوسفات الحديد ، وكلاهما غير قابل للذوبان . أما فى الأراضى القلوية ، فيتكون فوسفات الكالسيوم الثلاثى ، وهو أيضًا غير قابل الذوبان .

ويتوفر الفوسفور فى الأراضى التى تكون قد سمدت لعدة سنوات سابقة بغزارة بالأسمدة الفوسفورية ، إذ إن الفوسفور يثبت فى التربة بسهولة ، ولكن بعد فترة من التسميد الغزير تقل مقدرة التربة على تثبيته . وعمومًا .. فإن كمية الفوسفور المستخدمة فى التسميد تزيد كثيرًا عن حاجة النبات الفعلية من هذا العنصر ، لأن جانبًا كبيرًا من الفوسفور المضاف يثبت قبل أن يستعمله النبات .

ويوجد الفوسفور فى التربة فى صورتيه العضوية وغير العضوية . ومن الصور العضوية : الأحماض النووية ، والفوسفوليبدات والـ inositol phosphates . ويعتبر الفوسفور العضوى غير ميسر للنبات ، لأنه غير قابل للامتصاص ، ولكنه يتحلل فى النهاية إلى الصورة غير العضوية .

ومن العوامل التى تزيد من تيسر الفوسفور وتقلل تثبيته فى التربة ما يلى :

١ - تركيز الأسمدة الفوسفاتية قريبًا من النبات فى شريط ضيق ، فتزداد بذلك نسبة الفوسفور السمادى الذى يظل غير مثبت ، ويبقى ميسرًا للنبات .

٢ - استخدام الأسمدة الفوسفاتية الحبية granular ، بدلًا من المسحوقية ، نظرًا لصغر المساحة التى يتلامس فيها السماد مع حبيبات التربة فى الحالة الأولى ، فتقل فرصة تثبيت الفوسفور .

٣ - خلط الفوسفور غير العضوى مع الأسمدة العضوية ، فتقل بذلك فرصة تثبيته ، إذ إن الأحماض العضوية الموجودة بالأسمدة العضوية تعمل على تحويل الفوسفات من صورته الثلاثية إلى صورتيه الثنائية والأحادية ، وبذلك يزيد التسميد العضوى من تيسر الفوسفور فى الأراضى القلوية .

٤ - يتصاعد غاز CO_2 من جذور النباتات أثناء تنفسها ، وكذلك نتيجة لتنفس الكائنات الدقيقة فى التربة ، ويتكون منه حامض الكربونيك الذى يعمل على تحويل الفوسفات الثلاثى إلى فوسفات ثنائى كما يلى :

$$Ca_3(PO_4)_2 + HCO_3 \longrightarrow Ca_3(H_2PO_4)_2 + CaCO_3$$

٥ - بالمحافظة على pH التربة بين ٦ - ٧ يمكن تقليل تثبيت الفوسفور إلى الحد الأدنى .

هذا .. ولجدير ملاحظة أن الفوسفور المثبت يظل مخزونًا فى التربة ، وقد يصبح ميسرًا تحت ظروف أخرى .

٩ - ٤ : البوتاسيوم

٩ - ٤ - ١ : دور البوتاسيوم فى النبات

يمتص النبات البوتاسيوم بكميات أكثر مما يمتص أى عنصر آخر . ويعتبر هو الكاتيون السائد فى النبات . ومعظم النباتات تمتص كميات من البوتاسيوم أكثر من حاجتها الفعلية للنمو وإعطاء محصول جيد . ويسمى الامتصاص الزائد للبوتاسيوم باسم الاستهلاك الترف Luxury Consumption . ولا يدخل البوتاسيوم فى التركيب الكيمائى للنبات كالعناصر الأخرى ، فهو يتواجد كملح غير عضوى ، إلا أنه يتواجد أيضا كملح بوتاسيوم للأحماض العضوية .

ويبدو أن للبوتاسيوم علاقة بتمثيل الأحماض النووية فى النبات ، كما أن له أهمية كبيرة فى عملية انقسام الخلايا ، وتنظيم تغذية الأغشية فى النبات . وقد وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى إلى تراكم مركبات النيتروجين الذائبة ، بينما يقل محتوى النباتات من النيتروجين ، ويعنى ذلك أن البوتاسيوم مرتبط بطريق ما بتمثيل البروتين من الأحماض الأمينية . كما وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى أيضا إلى بطء عملية التمثيل الضوئى ، وزيادة التنفس ، وينظم البوتاسيوم تمثيل الكربون فى النبات .

ويلعب البوتاسيوم دورًا هامًا فى انتقال السكريات والبروتين فى النبات ، وبالتالى فإنه يؤثر على اختزان المواد الكربوهيدراتية فى أعضاء التخزين (Beckman & Brady ١٩٦٠) .

هذا .. ولا يمكن الاستغناء عن البوتاسيوم ، أو إحلاله نهائيًا بعنصر شبيه له بدرجة كبيرة ، كالصوديوم أو الليثيوم . ويمتص العنصر فى صورة أيون البوتاسيوم K^+ (بو$^+$) .

ويزداد تركيز البوتاسيوم فى المناطق الحديثة النشطة ، خاصة البراعم والأوراق الصغيرة والقمم النامية للجذور ، بينما يقل وجوده فى البذور والثمار الناضجة .

ينظم البوتاسيوم حركة الثغر الخلوية ، وبالتالى يؤثر على صفات النبات المرتبطة بذلك كالرقاد وخلافه . وعند نقص البوتاسيوم تكون الأنسجة الوعائية ضعيفة .

ويمكن الرجوع إلى الندوة العلمية لجمعية علوم البساتين الأمريكية (Amer Soc. Hort. Sci. ١٩٦٩) للتفاصيل الخاصة بعنصر البوتاسيوم ودوره فى النبات ، ومدى حاجة المحاصيل البستانية المختلفة منه .

٩ - ٤ - ٢ : أعراض نقص البوتاسيوم

عند نقص البوتاسيوم فى التربة ينتقل العنصر من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ، لأنه يوجد بحالة ذائبة فى النبات ، وعليه .. تظهر أعراض نقصه فى الأوراق المسنة أولًا ، فتظهر أعراض النقص فى البداية فى صورة اصفرار خفيف على حواف الأوراق ، يتبعه تقدم الاصفرار على امتداد العروق ، ويتغير لون الحواف إلى اللون البنى الداكن . وتسمى هذه الحالة باسم انسفاع أو احتراق Scorching . وقد تأخذ حواف الأوراق لونًا برونزيًا وتجف ، وتظهر بقع بنية متناثرة على حواف الورقة . وفى الخيار تصبح حواف الأوراق المسنة صفراء ، ولكن يبقى العرق الوسطى والعروق الأخرى بالورقة خضراء اللون . وفى العشاعم والبطاطا تصبح الأوراق خشنة الملمس ومجعدة puckered ، وتلتف حوافها لأسفل ، وتصفر ، وفى النهاية تتحول إلى اللون البنى . وفى نباتات الفلفة

الواحدة يبدأ الاصفرار من قمة الأوراق ، ويمتد لأسفل نحو الخوافى ، ويظل مركز الأوراق أخضر اللون .

وعمومًا .. فإن نمو النبات الذى ينقصه البوتاسيوم يكون بطيئًا ، ولا تكون الثمرة الواحدة متجانسة فى نضجها ، كما فى حالة النضج المتبقع Blotchy Ripening فى الطماطم .

ومن أهم أعراض نقص البوتاسيوم نقص التمثيل الثانوى فى الجذور والدرنات ، مما ينتج عنه تكوين أعضاء تخزين (جذور أو درنات) رقيقة .

ويؤدى نقص البوتاسيوم إلى نقص المقدرة على التخزين ، وإلى النضج المتبقع فى الطماطم ، كما تقل نوعية البطاطس (Hamberg ١٩٦٩) .

٩ - ٤ - ٣ : يسر البوتاسيوم فى التربة

يتوفر البوتاسيوم فى التربة فى pH أكثر من ٦ ، ويقل نسبيًا فى pH ٥ - ٦ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥ .

تظهر أعراض نقص البوتاسيوم غالبًا فى الأراضى الخفيفة الرملية ، وفى أغلب الأراضى العضوية . ومعظم الأراضى تحتوى على كميات كبيرة من البوتاسيوم ، لكنه يوجد فى صورة غير قابلة للذوبان . وترتبط كمية البوتاسيوم الذائبة ارتباطًا قويًا بكمية الطين فى التربة ، حيث تحتوى الأراضى الغنية بالطين على كميات عالية من البوتاسيوم الذائب . ويرجع غنى بعض الأراضى بالبوتاسيوم إلى غنى المعدن الذى تكونت منه التربة بهذا العنصر ، وإلى عدم تسربه من التربة بالرشح فى المناطق شبه الجافة .

ويتوفر البوتاسيوم فى التربة على ثلاث صور متبادلة كالتالى :

بوتاسيوم غير متبادل ⟸ بوتاسيوم متبادل ⟸ بوتاسيوم فى المحلول الأرضى ، ومع امتصاص النبات للبوتاسيوم يزداد التبادل نحو الجهة اليسرى .

٩ - ٤ - ٤ : احتياجات محاصيل الخضر من البوتاسيوم

ينخفض محصول الخضروات عندما يقل محتوى التربة من البوتاسيوم عن ٩٠ كجم/فدان . وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم عندما تكون كمية البوتاسيوم المتبادل فى التربة من ٤٥ - ٧٠ كجم/ فدان . ومعظم الخضروات ذات احتياجات عالية من البوتاسيوم . وتزداد الكمية المُزالة من العنصر بالتربة فى حالة الخضروات الورقية ، كالكرفس ، والخس ، بينما تكون الكمية المُزالة أقل ما يمكن فى حالة المحاصيل البذرية ، كالبسلة ، والفاصوليا . وتتراوح الكمية المُزالة من التربة من ٣٥ كجم/ فدان فى حالة البسلة إلى ١٦٠ كجم/ فدان فى حالة الكرفس ، ويبلغ المتوسط حوالى ٤٥ - ٧٠ كجم/ فدان (Wilcox ١٩٦٩) .

٩ - ٥ : الكالسيوم

٩ - ٥ - ١ : أهمية الكالسيوم للنبات

يلعب الكالسيوم دورًا كبيرًا فى تكوين الجدر الخلوية ، وخاصة فى تكوين الصفيحة الوسطى middle lamella ، حيث يتفاعل حمض البكتيك pectic acid مع الكالسيوم ، مكونًا بكتات الكالسيوم غير القابلة للذوبان . وتعمل بكتات الكالسيوم مع بكتات المغنسيوم على لصق سلاسل السليلوز ببعضها البعض أثناء عمل الجدر الخلوية . ولذلك .. فوجود الكالسيوم مهم فى الأنسجة السريعة النمو ، كمرستيم الساق ، والجذر ، والكامبيوم .

ويعتقد أن للكالسيوم دورًا فى تكوين الأغشية الخلوية أيضًا إذ إن ملح الكالسيوم للمادة الدهنية lecithin يدخل فى تركيب الغشاء الخلوى .كذلك يعتقد أن للكالسيوم دورًا فى الانقسام الخلوى الميتوزى ، وأنه قد يكون له دور فى تكوين المغزل ، وفى تركيب وثبات الكروموسوم ، لأن لنقص الكالسيوم علاقة بظهور بعض التراكيب الكروموسومية غير الطبيعية Chromosomal abnormalities . وللكالسيوم دور منشط لبعض الإنزيمات ، مثل : phospholipase ، و arginine kinase ، و adenosine triphosphatase وغيرهم . ويبدو أن الكالسيوم ضرورى لامتصاص النيتروجين النترانى ، حيث تتراكم السكريات والنشويات فى النباتات النامية فى بيئة فقيرة فى الكالسيوم ، وتكون غير قادرة على امتصاص النيتروجين النترانى ، لكن يتغير هذا الوضع بسرعة ، وتظهر النترات فى وقت قصير عند التسميد بالكالسيوم . ويتراكم معظم الكالسيوم فى النبات فى الأوراق ، ويمتصه النبات فى صورة أيون الكالسيوم Ca^{++} .

٩ - ٥ - ٢ : أعراض نقص الكالسيوم

يعد الكالسيوم من العناصر غير الذائبة فى النبات ، لذلك فإنه لا ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة عند نقصه فى التربة ، وتظهر أعراض النقص فى الأوراق الحديثة والأنسجة المرستيمية أولًا .

وأعراض نقص العنصر هى : ظهور لون أخضر مصفر على الأوراق الحديثة ، بينما تبقى الأوراق المسنة بلون أخضر عادى ، إلّا أن حوافها تكون عادة أقل اخضرارًا من مركز الورقة . ومع استمرار نقص العنصر تظهر بقع متحللة فى الأوراق الحديثة وتلتف أطرافها لأسفل ، وأحيانًا تكون حوافها متموجة وغير منتظمة النمو ، كما يكون النبات متخشبًا ، وتموت متخرمًا ، والجذور قصيرة وسميكة ، وذلك لارتباط الكالسيوم بالانقسام الميتوزى فى النبات . ولنفس السبب تموت القمم النامية بالسيقان والأوراق والجذور ، ويتوقف النمو .

ويؤدى نقص الكالسيوم إلى ظهور العديد من الأمراض الفسيولوجية فى محاصيل الخضر ، منها : تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم والفلفل ، والقلب الأسود فى الكرفس . (Meyer وآخرون ، ١٩٦٠) .

ويعالج نقص الكالسيوم بإضافة العنصر للتربة ، أو عن طريق الأوراق .. فيضاف الكالسيوم للتربة عند استخدام الجير فى رفع pH التربة ، أو عند استخدام نترات الكالسيوم أو السوبرفوسفات

كأسمدة ، ولكن يمكن أيضًا إضافة الكالسيوم رشًا بأحد المركبين التاليين :

١ - كلوريد الكالسيوم (٣٦,١٪ كا) بتركيز ٢,٥ - ٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٢ - نترات الكالسيوم (٢٠٪ كا) بتركيز ٢,٥ - ٨ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٩ - ٥ - ٣ : يسر الكالسيوم فى التربة

يتوفر الكالسيوم فى التربة فى pH أعلى من ٧ ، ويقل نسبيًا فى pH من ٥,٥ - ٧ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥,٥ .

والكالسيوم هو الكاتيون السائد فى معظم الأراضى ، ويشكل عادة أكبر نسبة من الكاتيونات المتبادلة ، ولكنه يفقد بسهولة بالرشح ، حيث يحل الأيدروجين محله فى غرويات التربة ، ويؤدى ذلك إلى زيادة حموضة التربة . والجزء الأكبر من الكالسيوم الموجود فى التربة يوجد فى صورة غير متبادلة ، فيوجد متحدًا كيميائيًا مع عناصر أخرى فى تركيب بعض المعادن كالأورثيت (Ca Al$_2$ Si$_2$ O$_8$) amnbite ، وفى الكالسيت (Ca Co$_3$) Calcite فى المناطق الجافة وشبه الجافة . ويكار فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان فى الأراضى القلوية .

٩ - ٦ : المغنسيوم

٩ - ٦ - ١ : دور المغنسيوم فى النبات

يعد المغنسيوم عنصرًا ضروريًا لتكوين جزىء الكلوروفيل ، حيث يدخل فى تركيب كل من كلوروفيل أ ، ب ، لذلك فهو أساسى لعملية البناء الضوئى . كما أن بكتات المغنسيوم تشترك مع بكتات الكالسيوم فى لصق ألياف السليلوز عند بناء جدر الخلايا ، لذلك فهو ضرورى لعملية انقسام الخلايا .

ويعمل المغنسيوم كعامل منشط للعديد من الإنزيمات الهامة فى تحولات التمثيل الغذائى للمواد الكربوهيدراتية . كما يعمل كمنشط للإنزيمات التى تشترك فى تمثيل الأحماض النووية DNA و RNA . ويبدو أنه يقوم بدور هام كعامل لاصق للميكروسومات microsomes التى يتم عليها تمثيل البروتين .

وتمتص العنصر فى صورة أيون المغنسيوم Mg^{++} .

٩ - ٦ - ٢ : أعراض نقص المغنسيوم

عند نقص المغنسيوم فى التربة نجد أن العنصر ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ، لذا تظهر أعراض نقصه على الأوراق المسنة أولًا . وفى الحالات الشديدة تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة أيضًا .

وتكون الأعراض فى شكل بقعات صفراء مرقشة mottling تنتشر فى الورقة ، خاصة فى الأوراق المسنة ، كما تظهر بقع بنية على حواف وقمم الأوراق . وفى الصليبيات تأخذ الأوراق مظهرًا براقًا . وفى معظم النباتات يظهر اصفرار بين العروق فى الأوراق المسنة ، ثم يتغير لونها تدريجيًا من الأخضر الداكن إلى الأخضر المصفر فالأصفر ، بينما تبقى العروق خضراء اللون . وتبدأ هذه الأعراض من

حواف الورقة ، ثم تتجه تدريجيًا نحو مركزها . ومع ازدياد نقص العنصر تتحول الأجزاء الصفراء إلى اللون البني ، ثم تموت هذه الأنسجة .

وتقسم الخضروات حسب مقدرتها على تحمل نقص المغنسيوم في التربة إلى مجموعتين كالتالي :

١ - خضروات تتحمل نقص المغنسيوم في التربة ، ومنها : الفاصوليا ، والبنجر ، والسلق ، والخس ، والبسلة ، والفجل ، والبطاطا ، وفول الصويا .

٢ - خضروات لا تتحمل نقص المغنسيوم في التربة ، ومنها : الكرنب ، والذرة السكرية ، والخيار ، والباذنجان ، والقاوون ، والفلفل ، والبطاطس ، والقرع العسلي ، والروتاباجا ، والطماطم ، والبطيخ .

٩ - ٦ - ٣ : تيسر المغنسيوم في التربة

يتوفر المغنسيوم في مدى pH من ٧ - ٨,٥ ، ويقل قليلًا في الأراضي الأكثر قلوية من ذلك ، كما يقل نسبيًا في مدى pH من ٥,٥ - ٧ ، ويصبح النقص شديدًا في الأراضي التي يقل فيها الـ pH عن ٥,٥ .

وأفقر الأراضي في المغنسيوم هي الرملية الخفيفة ، ولكن تظهر أعراض نقص العنصر أيضًا في الأراضي الشديدة الحموضة ، بغض النظر عن قوامها .

يوجد المغنسيوم في التربة في صورة مثبتة ، وفي صورة ذائبة في الماء ، وفي صورة متبادلة . وتقل كميته في التربة كثيرًا عن الكالسيوم ، سواء بالنسبة للصور المثبتة ، أم الذائبة أم المتبادلة .

ويؤدي التسميد البوتاسي الغزير إلى نقص امتصاص النبات للمغنسيوم ، وتظهر أعراض نقصه ، ولكن إضافة الجير للأراضي الحامضية تؤدي غالبًا إلى زيادة المغنسيوم الميسر للامتصاص بها . كذلك فإن زيادة الكالسيوم في المزارع المائية تؤدي إلى ظهور أعراض نقص المغنسيوم .

ويعالج نقص المغنسيوم في التربة بالتسميد بإحدى الطرق التالية :

١ - إضافة الحجر الجيري الدولوميتي (كربونات الكالسيوم والمغنسيوم) dolomitic limestone (في الأراضي الحامضية) بمعدل ١٠ - ١٥ كجم من المغنسيوم (Mg) أو ١٨ - ٢٥ كجم من أكسيد المغنسيوم (MgO) للفدان .

٢ - إضافة كبريتات المغنسيوم (MgSo4 .7H2o) Epson Salt المحتوية على ٩,٨٪ مغنسيوم ، بمعدل ٧٠ - ٩٠ كجم للفدان .

٣ - الرش بكبريتات المغنسيوم بمعدل ٥ - ٧ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٤ - الرش بنترات المغنسيوم .

٩ - ٧ : الكبريت

٩ - ٧ - ١ : دور الكبريت فى النبات

يدخل الكبريت فى تركيب ثلاثة أحماض أمينية أساسية هى : السيستين cysteine ، والسيستين Cystine ، والميثايونين methionine ، كما يدخل فى تركيب الثيامين thiamin (فيتامين ب١) ، وهو مرافق إنزيمى ضرورى فى عملية التنفس . ويوجد الكبريت أيضًا فى تركيب الفيتامين بيوتين biotin ، وفى المرافق الإنزيمى Coenzyme A .

والكبريت عنصر أساسى فى تركيب بعض المواد الطيارة التى تعطى الطعم والنكهة المميزين لبعض الخضروات ، مثل : البصل ، والثوم ، والصليبيات .

هذا .. ويمتص الكبريت فى صورة أيون الكبريتات SO_4^{--} فقط .

٩ - ٧ - ٢ : أعراض نقص الكبريت

نادرًا ما تظهر أعراض نقص الكبريت لتوفره فى الأسمدة المختلفة ، فضلًا عن أن العنصر نفسه يستعمل فى مكافحة الكثير من الأمراض الفطرية . وتتشابه أعراض نقص الكبريت مع أعراض نقص الأزوت ، إلا أن الأعراض تظهر على الأوراق الحديثة أولًا . أما الأزوت ، فتظهر أعراض نقصه على الأوراق الكبيرة أولًا . ويرجع ذلك إلى أن الكبريت لا ينتقل فى النبات بسرعة .

وتتميز أعراض نقص الكبريت باصفرار الأوراق الحديثة . ويكون الاصفرار أكثر وضوحًا فى العروق ، عنه بين العروق ، وذلك عكس الحالة فى كل من أعراض نقص المغنسيوم ، والمنجنيز ، والحديد .

٩ - ٧ - ٣ : يسر الكبريت فى التربة

يتيسر الكبريت فى الأراضى التى يزيد فيها الـ pH عن ٦ ، ويقل نسبيًا فى pH ٥ - ٦ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥ . فأيون الكبريتات - مثله مثل أيون الفوسفات - يدمص بقلة على غرويات التربة . ويزداد ادمصاصه مع انخفاض pH التربة .

ومن المعتقد أنه يحل محل أيون الأيدروكسيل على حبيبات الطين . وتسمى تلك الظاهرة بظاهرة التبادل الأنيونى anion exchange ، وعليه .. فإن عملية إضافة الجير التى تزيد من قلوية التربة تقلل ادمصاص هذا العنصر .

وأهم مصادر الكبريت للنبات هو ما يوجد فى المادة العضوية ، وفى الهواء الجوى (حيث يسقط مع ماء المطر) ، بالإضافة إلى ما يوجد فى الأسمدة الكيمائية المضافة .

ويوجد الكبريت فى المادة العضوية فى صورة مواد بروتينية . ولكى يستطيع النبات استعماله يجب أن يتحول إلى أيون كبريتات أولًا . وتقوم الكائنات الدقيقة فى التربة بذلك ، حيث تحول المادة العضوية المحتوية على الكبريت إلى مركبات عديدة ، منها الـ hydrogen sulfide (H2S) الذى يتأكسد ، معطيًا حامض الكبريتيك الذى يتفاعل بدوره مع معادن التربة فى المحلول الأرضى ، مكونًا أملاح الكبريتات .

أما الكبريت الموجود في الهواء ، فإنه ينتج عن احتراق الفحم ، كما يوجد في الأتربة المتصاعدة من العديد من المصانع ، ويصل إلى الأرض بعد ذوبانه في ماء المطر ، ثم يتأكسد إلى SO_4 ، ثم إلى SO_3 الذي يتفاعل مع الماء ، معطيًا حامض الكبريتيك الذي يتفاعل بدوره مع معادن التربة ، مكونًا أملاح الكبريتات . وفي المناطق الصناعية تصل إلى التربة كميات كبيرة من الكبريت بهذه الطريقة .

أما الأسمدة المحتوية على الكبريت ، فهي عديدة ، ومنها : الكبريت الخام ، وكبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، والجبس ، والسوبر فوسفات الذي يحتوي على كبريتات الكالسيوم . هذا .. ويتأكسد الكبريت المعدني إلى كبريتات قبل أن يستطيع النبات استعماله .

٩ - ٨ : الحديد

٩ - ٨ - ١ : دور الحديد في النبات

يعتبر الحديد عنصرًا أساسيًا لتكوين جزيء الكلوروفيل ، رغم أنه لا يدخل في تركيبه ، ولكن يبدو أن الحديد يلعب دورًا هامًا في تكوين الإنزيمات المسئولة عن تمثيل الكلوروفيل . كما أن الحديد يدخل في تركيب العديد من الإنزيمات اللازمة في عملية التنفس ، ومن أمثلتها : الكاتاليز ، والبيروكسيديز ، وأكسيديز السيتوكروم ، والسيتوكروم ، بالإضافة إلى دخول الحديد في تركيب جزيء صبغة الهيم heme ، وهي الصبغة الضرورية في المراحل الأخيرة من التنفس .

ويمتص النبات الحديد في صورة أيون الحديديك غالبًا ، ولكن الصورة النشطة بيولوجيًا في النبات هي صورة أيون الحديدوز ، وعليه .. فإنه بعد امتصاصه يتحول أولًا إلى حديدوز قبل أن يستفيد منه النبات .

٩ - ٨ - ٢ : أعراض نقص الحديد

يعتبر الحديد من أقل العناصر قدرة على التحرك داخل النبات ، لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة ، بينما تظل الأوراق المسنة خضراء وذات محتوى عال من الحديد . ويتميز نقص العنصر بظهور لون أصفر بين العروق في أوراق النموات الحديثة . ونادرًا ما تصبح الأوراق الحديثة كلها صفراء ، ولكن قد يحدث ذلك في الأوراق الصغيرة جدًا في حالات النقص الشديدة . ومع استمرار نقص العنصر يتحول لون الأنسجة بين العروق إلى اللون الأبيض العاجي ، بينما تظل العروق خضراء اللون .

٩ - ٨ - ٣ : تيسر الحديد في التربة

يتوفر الحديد في الأراضي التي يقل فيها الـ pH عن ٦ ، ويقل نسبيًا في pH ٦ - ٧ ، ولكن يصبح النقص شديدًا عند زيادة الـ pH عن ٧ . ويزداد الحديد في الأراضي الحامضية إلى درجة أن تركيزه يصبح سامًا للنبات في الأراضي الشديدة الحموضة . وأفضل pH يتوفر فيه الحديد بتركيزات مناسبة هو من ٥,٥ - ٦,٢ .

وتجدر ملاحظة أن التسميد بكميات كبيرة من الفوسفات الذائبة يؤدي إلى تحول الحديد الذائب إلى صورة غير قابلة للذوبان بسبب اتحاد الحديد مع أيون الفوسفات ، مكونًا فوسفات الحديد .

وتزداد هذه الظاهرة فى الأراضى الرملية ، عنه فى الأراضى الطينية ، لأن الأراضى الرملية أقل قدرة على تثبيت الفوسفات من الأراضى الطينية .

والحديد من العناصر التى تتوفر فى التربة بكميات كبيرة ، إلا أن ذلك يكون فى الصور غير القابلة للذوبان . ونسبة الذائب أو المتبادل منخفضة جدًا فى التربة ، خاصة فى الأراضى المتعادلة والقلوية .

ونادرًا ما يعطى التسميد بالحديد عن طريق التربة نتائج ملموسة ، لكن رش الأوراق يعطى نتائج إيجابية مؤقتة ، حيث تزول أعراض نقص العنصر . ويعالج نقص الحديد بأحد الأسمدة التالية :

١ - كبريتات الحديدوز Ferrus sulfate (٢٠٪ حديد $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$) ، بمعدل ٥ - ١٠ كجم/فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ١ - ١,٥ كجم/٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٢ - الحديد المخلبى (مشتقات ethylenodiamine tetraacetic acid ، وتقوى حديديًا بنسبة ٩ - ١٢٪) ، بمعدل ٨ - ١٦ كجم/فدان للتربة ، ورشًا بتركيز ٣٥٠ - ٤٥٠ جم/ ٤٠٠ لتر ماء . ويجب ألا تتعدى الكمية التى تستعمل للفدان من هذه المادة أكثر من ٤٠٠ لتر من محلول الرش ، ويرمز لتلك المادة بالرمز EDTA .

ومن الصور المخلبية أيضًا : diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPA) . وهذه المركبات المخلبية تحفظ الحديد فى صورة ميسرة لامتصاص النبات ، وتسهل امتصاصه وانتقاله فى النبات ، كما أنها لا تتحلل فى التربة (أنظر الفصل الثامن عشر) .

٩ - ٩ : النحاس

٩ - ٩ - ١ : دور النحاس فى النبات

يدخل النحاس فى تكوين بعض الإنزيمات التى تلعب دورًا هامًا فى تفاعلات الأكسدة والاختزال فى النبات . فهو يدخل فى تركيب إنزيمات الفينولز phenolases واللاكيز laccase . ويعتبر النحاس عنصرًا ضروريًا لتكوين الكلوروفيل فى النبات ، وربما يكون له دور فى عملية التمثيل الضوئى .

كما يدخل النحاس فى تركيب إنزيم التيروزينيز tyrosinase ، وهو المسئول عن تلون لب درنات البطاطس باللون الداكن فى وجود الأكسجين ، وفى تركيب إنزيم أكسيديز حامض الأسكوربيك ascorbic acid oxidase ، وهو المسئول عن أكسدة حامض الأسكوربيك . ويمتص النبات العنصر فى صورته الأيونية .

٩ - ٩ - ٢ : أعراض نقص النحاس

يصاحب نقص عنصر النحاس ظهور لون أصفر شاحب وباهت بالأوراق ، يعقبه فقدان اللون الأخضر كلية فى قمة الأوراق . وتظهر الأعراض - كاحتراق واحمرار (إنسفاع) Scalding - خاصة فى الأيام الحارة . هذا .. وتكون الأوراق مرنة ، والنمو بطيئًا . وفى الفصل يصاحب نقص العنصر بيتان لون حراشيف الأبصال .

وأكثر الخضر حساسية لنقص النحاس هى : البنجر ، والجزر ، والخس ، والبصل ، والسبانخ ، وهى الخضر التى تستجيب بدرجة عالية للتسميد بالنحاس .

٩ - ٩ - ٣ : تيسر النحاس فى التربة

يتوفر النحاس فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عن ٧ ، ويقل نسبيًا فى pH ٧ - ٨ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أعلى من ٨ .

وتظهر أعراض نقص العنصر غالبًا فى الأراضى الغنية بالمادة العضوية . ومن المعتقد أن النحاس يتحول بفعل المادة العضوية إلى صورة غير قابلة للذوبان ، إذ إنه يثبت فى الأراضى العضوية بواسطة بعض كائنات التربة الدقيقة . كذلك تظهر أعراض نقص العنصر فى الأراضى الحامضية (pH أقل من ٥,٥) والرملية .

ويوجد النحاس بكميات كبيرة نسبيًا فى صخور التربة ، ولا يوجد منه سوى القليل جدًا ذائبًا فى المحلول الأرضى . ويقدر تركيزه فى الأراضى العادية بـ ٠,٠١ جزء فى المليون بالمحلول الأرضى . ويدمص أيون النحاس (Cu^{++}) بشدة على غرويات التربة ، كما قد تدمص أيضًا الكاتيونات ذات الشحنة الواحدة ، مثل : Ag^{+} ، Au^{+} ، Cu^{+} . وبالإضافة إلى ذلك .. يوجد النحاس فى المادة العضوية فى التربة ، كما قد يتحد معها ، مكونًا مركبات معقدة غير متبادلة .

ويعالج نقص النحاس فى التربة بإحدى المعاملتين التاليتين :

١ - كبريتات النحاس ($CuSO_4.5H_2O$ ٢٥,٥٪ Cu -) ، بمعدل ١١ - ٢٢ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٠,٩ - ٢,٢٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٢ - أكسيد النحاس (يحوى ٧٩,٦٪ Cu - CuO) ، بمعدل ٣,٥ - ٧ كجم/ فدان للتربة ، ولا يستعمل رشًا لقلة مقدرته على الذوبان .

وغالبًا ما يكفى التسميد به مرة واحدة لسد النقص فى التربة لعدة سنوات .

٩ - ١٠ : الزنك

٩ - ١٠ - ١ : دور الزنك فى النبات

يعد الزنك عنصرًا ضروريًا لتكوين التربتوفان tryptophane ، وهو الحامض الأمينى الذى يتكون منه إندول حامض الخليك IAA ، كما يدخل الزنك فى تركيب كل من : glyco-glycine dipeptidases الضرورية فى تمثيل البروتينات ، والـ dehydrogenases الضرورية لـ glycolysis فى المراحل النهائية من التنفس ، كما أن الزنك ضرورى لتكوين جزىء الكلوروفيل . ويمتص النبات الزنك فى صورة أيون العنصر .

٩ - ١٠ - ٢ : أعراض نقص الزنك

تظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق الحديثة أولًا ، حيث يؤدى نقصه إلى ظهور لون مصفر بين العروق فى الورقة ، وتظل العروق خضراء ، وتكون الأوراق صغيرة ، وضيقة ، ومبرقشة ومشوهة ، وغير منتظمة الشكل ، وملتوية ، ومتراصة على أفرع قصيرة ، فتأخذ شكلًا متوردًا

rosette . كذلك تصبح السلاميات قصيرة ، ويبدو النبات متقزمًا في حالات النقص الشديدة ، ولذلك علاقة بتمثيل الأوكسين IAA .

وعمومًا .. تختلف أعراض نقص الزنك من محصول لآخر . ففي النباتات المعمرة تموت الأفرع التي تظهر بها أعراض النقص من القمة نحو القاعدة dieback ، ويقل محصول البذور ، ولذلك أهمية كبيرة في الحوليات ، كما يظهر لون بني محمر على الأوراق القلفية في الفاصوليا . وفي البنجر يظهر لون أصفر بين العروق ، وتحترق حواف الأوراق . وفي الذرة السكرية تظهر خطوط خضراء وصفراء عريضة عند قواعد الأوراق ، وتتأخر الحريرة في الظهور ، ويصاحب ذلك عدم امتلاء الكيزان جيدًا .

وأكثر الخضروات استجابة للتسميد بالزنك هي : الذرة السكرية ، والفاصوليا ، وفاصوليا الليما .

٩ – ١٠ – ٣ : تيسر الزنك في التربة

يتوفر الزنك في الأراضي التي يقل فيها pH عن ٧ ، ويقل نسبيًا في pH من ٧ – ٨ ، ويكون النقص شديدًا عند زيادة pH التربة عن ٨ .

هذا .. وينبت الزنك بسهولة بواسطة غرويات التربة . وتركيز العنصر في المحلول الأرضي منخفض جدًا . ويقل التركيز بزيادة pH التربة . والمدى المناسب لتركيز الزنك في المحلول الأرضي هو ١ – ١٠ جزء في البليون ، وأفضل تركيز ٥ جزء في البليون . وقد ينبت الزنك بواسطة بعض الكائنات الحية الدقيقة في التربة .

ويعالج نقص الزنك بالتسميد بأحد المركبات التالية :

١ – كبريتات الزنك Zinc sulphate (تحتوي على ٢٧٪ زنك ، وتركيبها $ZnSO_4 . 7H_2O$) ، بمعدل ٤,٥ – ١٨ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٠,٩ – ١,٨ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٢ – الزنك المخلبي (مشتقات ethyleneediamine tetraacetic acid) ، بمعدل ٧ – ١٨ كجم/فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٣٥٠ – ٤٥٠ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٩ – ١١ : المنجنيز

٩ – ١١ – ١ : دور المنجنيز في النبات

يعد المنجنيز عنصرًا ضروريًا لتكوين الكلوروفيل رغم أنه لا يدخل في تركيب جزيء الكلوروفيل . ويدخل مثل الحديد في تركيب العديد من الإنزيمات الهامة التي تدخل في تفاعلات الأكسدة والاختزال . فهو يعمل كمنشط إنزيمي في عمليات التنفس وتمثيل البروتين ، ومع ذلك .. ففي كثير من التفاعلات – خاصة تفاعلات التنفس – يمكن أن تحل الكاتيونات التالية الشحنة الأخرى ، مثل : مغ++ ، وكو++ ، و ز++ ، و ح++ محل كاتيون المنجنيز ، خاصة المغنسيوم الذي يحل غالبًا محل المنجنيز ، ولكن المنجنيز ضروري وأساسي لعمل إنزيمات أخرى كثيرة ، مثل :

إنزيمات malic dehydrogenase ، و oxalsuccinic dehydrogenase ، وكلاهما من إنزيمات دورة كربس Krebs . ويمكن أن يحل الكوبالت جزئيًا محل المنجنيز بالنسبة لهذين الإنزيمين . ويعمل المنجنيز كمنشط لإنزيمات تمثيل البروتين nitrate reductase ، و hydroxylamine reductase ، كما أنه يلعب دورًا في أكسدة إندول حمض الخليك IAA في النبات . ويمتص المنجنيز في صورة أيون العنصر .

٩ - ١١ - ٢ : أعراض نقص المنجنيز

يعتبر المنجنيز من العناصر القليلة التحرك نسبيًا في النبات ؛ لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولًا . وتتشابه أعراض نقص المنجنيز مع أعراض نقص المغنسيوم ، فيما عدا أن الاصفرار يحدث على الأوراق الحديثة أولًا في حالة نقص المنجنيز ، بينما يظهر على الأوراق المسنة أولًا في حالة نقص المغنسيوم . وتتميز الأعراض باصفرار الأنسجة بين العروق في الورقة ، وتظهر بقع ميتة متحللة صغيرة على امتداد وسط الورقة ، وتظل العروق خضراء دائمًا . وفي حالات النقص الشديدة تمتد الأعراض إلى الأوراق المسنة أيضًا . ومن أعراض نقص العنصر أيضًا : ظهور بقع متحللة بنية في الأوراق الفلقية للبسلة والفاصوليا . وفي الذرة السكرية والبصل تظهر خطوط مصفرة على الأوراق . وفي البنجر يكتسب النمو الخضري لونًا أحمر داكنًا .

وأكثر الخضروات احتياجًا للتسميد بالمنجنيز هي : الفاصوليا ، والخس ، والبصل ، والبسلة ، والبطاطس ، والفجل ، والسبانخ ، والطماطم ، والبنجر . وتحت الظروف المصرية تظهر أعراض نقص العنصر بوضوح على الفاصوليا .

٩ - ١١ - ٣ : تيسر المنجنيز في التربة

يتوفر المنجنيز في الأراضي التي يقل فيها الـ pH عن ٦,٥ ، ويقل نسبيًا في pH ٦,٥ - ٧ ، ويصبح النقص شديدًا عند زيادة الـ pH عن ٧ . وأفضل pH يتوفر فيه العنصر بكميات مناسبة هو من ٥,٥ - ٦,٢ .

يوجد المنجنيز في التربة في الصور الأيونية الثنائية ، والثلاثية ، والرباعية الشحنة . والصورة الثنائية الشحنة توجد ذائبة في المحلول الأرضي ، أو في صورة كاتيون مدمص على سطح حبيبات التربة ، وكلاهما ميسر لامتصاص النبات . والصورة المتبادلة مهمة جدًا في تغذية النبات ، لأن تركيز العنصر في المحلول الأرضي منخفض للغاية . وبالإضافة إلى ذلك .. فإن المنجنيز يوجد بحالة مثبتة في التربة في الصورتين الثلاثية والرباعية الشحنة ، وبدرجة قليلة نسبيًا في صورته الثنائية الشحنة . ومعظم المنجنيز المثبت يوجد في الصور الثلاثية والرباعية لأكسيد المنجنيز .

وحيث إن الصورة المختزلة (من ++) هي الصالحة لامتصاص النبات ، لذا نجد أن المنجنيز الميسر يكثر في الأراضي الرديئة الصرف والحامضية ، حيث تختزل الصور الأخرى إلى هذه الصورة تحت هذه الظروف . وبالعكس .. فإن الأراضي القلوية الجيدة التهوية تشجع أكسدة المنجنيز ويصبح غير ميسر للامتصاص ، حيث يتكون (MnO_2) و (Mn_2O_3) .

كذلك فإن المنجنيز في صورته العضوية يعتبر غير ميسر لامتصاص النبات . ولبعض الكائنات الدقيقة المقدرة على تثبيته وجعله غير ميسر للنبات .

ويعالج نقص المنجنيز باستعمال أحماد كبريتات المنجنيز Manganese (ous) sulfate (يحوى ٢٤,٦٪ من Mn SO_4. $4H_2O$) بمعدل ٩ - ١٤ كجم/ فدان للتربة ، ويستعمل الحد الأعلى فى الأراضى القلوية التى يزيد فيها الـ pH عن ٧ ، أو رشًا بتركيز ٠,٩ - ١,٨ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٩ - ١٢ : البـــورون

٩ - ١٢ - ١ : دور البورون فى النبات

من المعتقد أن البورون يلعب دورًا فى تكوين الجدر الخلوية ، وفى انتقال السكريات فى النبات . وقد وجد البعض أن السكر ينتقل بسهولة خلال الأغشية الخلوية بعد اتحاده مع البورون . كما أن البورون ضرورى لانقسام الخلايا ، وتكوين اللحاء ، وانتقال بعض الهرمونات ، وإنبات حبوب اللقاح .

ويمتص النبات البورون فى الصور التالية :

BO_3^{3-}, HBO_3^{2-}, $H_2BO^-_3$, $B_4O_7^{2-}$

٩ - ١٢ - ٢ : أعراض نقص البورون

يثبت البورون فى الأنسجة التى يصل إليها بعد امتصاصه ، ولا يتحرك بعد ذلك ، أى أنه عنصر غير متحرك ؛ لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولًا .

تبدأ أعراض نقص البورون فى الظهور بانهيار خلايا الأنسجة الرستيمية التى تحدث فيها انقسامات نشطة ، وهى القمم النامية ومناطق الكامبيوم . وتتأثر الجزم الوعائية بالجذور والسيقان ، ويتعطل انتقال الماء فيها ؛ فيحدث الذبول الذى يكون غالبًا بداية لظهور أعراض نقص العنصر .

ويكون المحتوى الكربوهيدراتى للجذور وسيقان النباتات التى تعانى نقصًا فى البورون قليلًا بسبب تعطل انتقال المواد الكربوهيدراتية ، وزيادة تركيزها فى الأوراق . وفى حالات النقص الشديدة تموت القمم النامية ، وتتشوه الأوراق الحديثة ، وتظهر بقع بنية أو سوداء قلبية فى أعضاء التخزين من جذور ودرنات .

ونظرًا لأن حواف الأوراق يحدث بها انقسام أثناء زيادة الأوراق فى المساحة ، فإن نقص البورون يؤدى أحيانًا إلى تلون حواف الأوراق باللون الأصفر أو البنى ، ولكن الأعراض الأكثر شيوعًا هى التفاف حواف الأوراق الصغيرة . وقد يظهر لون أصفر باهت غير منتظم التوزيع على أوراق الخضر الجذرية . وعمومًا .. يكون حجم النبات الذى يعانى من نقص البورون أصغر من الحجم الطبيعى ، كما تموت القمم النامية للجذور والسيقان .

هذا .. ويزداد ظهور أعراض نقص الخضر عند نقص الرطوبة الأرضية ، وفى حالات الحرارة المرتفعة ، والإضاءة العالية ، وهى ظروف لا تشجع على انتقال البورون من الأوراق إلى الأعضاء الأخرى فى النبات .

ويؤدى نقص البورون إلى ظهور بقع بنية أو سوداء قلبية متناثرة على سطح الجذور ، أو قريبًا من حلقات النمو فى البنجر . وفى اللفت السويدى تظهر مناطق كبيرة بنية مائية قرب مركز الجذر . وفى

القنبيط تتلون الأقراص باللون البنى . وفى البروكولى تتلون البراعم الزهرية باللون البنى ، كما تظهر على سيقان القنبيط ، والبروكولى ، والكرنب مناطق مائية تتطور فيما بعد إلى شقوق أفقية . وتظهر على أعناق أوراق الكرفس من الخارج خطوط بنية متحللة ، ومن الداخل تتحلل خلايا البشرة . وفى السلق تظهر أحيانًا خطوط قاتمة اللون ، مع تشققات على الناحية الداخلية لأعناق الأوراق .

تقسيم محاصيل الخضر حسب تحملها لزيادة تركيز العنصر ، واحتياجاتها السمادية منه

تقسم الخضروات حسب احتياجاتها من البورون إلى ثلاث مجاميع كالتالى :

١ - خضروات ذات احتياجات عالية من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات عالية منه فى التربة وماء الرى ، وتستفيد جيدًا من التسميد بالبورون ، ويلزم معها أن يتوفر العنصر فى التربة بتركيز يزيد عن ٠,٥ جزء فى المليون ، وهى كالتالى مرتبة تنازليًا حسب احتياجاتها من العنصر : البنجر - اللفت - الكرنب - البروكولى - القنبيط - الفليون - الفجل - كرنب بروكسل - الكرفس - الروتاباجا .

٢ - خضروات ذات احتياجات متوسطة من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات متوسطة منه فى التربة وماء الرى ، ويجب معها أن يكون تركيز العنصر بين ٠,١ - ٠,٥ جزء فى المليون فى المحلول الأرضى ، وهى كالتالى مرتبة تنازليًا حسب احتياجاتها للبورون : الطماطم - الخس - البطاطا - الجزر - البصل .

٣ - خضروات ذات احتياجات منخفضة من البورون ، وهى الحساسة لزيادة البورون فى التربة وماء الرى ، ويجب معها ألا يزيد تركيز البورون فى المحلول الأرضى عن ٠,١ جزء فى المليون ، وهى كالتالى مرتبة تصاعديًا حسب حساسيتها للبورون : الذرة السكرية - البسلة - الفاصوليا - فاصوليا الليما - البطاطس .

وللمزيد من التفاصيل يراجع Purvis & Hanna (١٩٤٠) ، و Eaton (١٩٤٤) .

٩ - ١٢ - ٣ : تيسر البورون فى التربة

يتوفر البورون فى الأراضى التى يقل الـ pH فيها عن ٧ ، ويقل نسبيًا فى pH ٧ - ٧,٥ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH ٧,٥ - ٨,٥ ، إلا أن البورون الميسر يزداد مرة أخرى فى الأراضى التى يزيد الـ pH فيها عن ٨,٥ .

تظهر أعراض نقص العنصر بصفة خاصة فى الأراضى الرملية التى تزرع سنويًا ، وكذلك فى الأراضى الطينية والعضوية .

ويعتبر تركيز البورون فى المحلول الأرضى منخفضًا جدًا ، ويقل بدرجة أكبر فى الأراضى الطينية . وأفضل تركيز للبورون فى محلول التربة هو ٠,١ - ١,٠ جزءًا فى المليون ، وتظهر غالبًا أعراض التسمم بالعنصر إذا زاد تركيزه عن ذلك المستوى ، كما تؤدى زيادة التسميد بالبورون إلى ظهور أعراض التسمم ، ويحدث ذلك غالبًا فى الأراضى الحامضية الرملية الفقيرة فى المادة العضوية ، عنه فى

الأراضي المتعادلة ، أو الصفراء ، أو الطينية ، أو الغنية بالمادة العضوية . ومع ذلك .. فيوجد من الخضر مالا ينمو جيدًا إلا إذا كان تركيز البورون في المحلول الأرضي من ١٠ - ١٥ جزء في المليون ، كالفلبون (Thompson & Kelly ١٩٥٧ ، و Edmond وآخرون ١٩٧٥ ، و Devlin ١٩٧٥ ، و Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

هذا .. ولمزيد من التفاصيل عن البورون ودوره في النبات ، وأعراض نقصه والتسميد بالبورون يراجع كل من Gauch & Dugger (١٩٥٤) و Gupta (١٩٧٩) .

ويعالج نقص البورون بالتسميد بأحد المركبات الآتية :

١ - البوراكس Borax ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) يحوي ١٠,٦٪ بورون ، يستعمل بمعدل ٥ - ١٢ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٠,٩ - ٢,٢٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء . وفي حالة البنجر المزروع في الأراضي الرملية القلوية تزداد الكمية المضافة للتربة إلى ٢٢ كجم/ فدان .

٢ - السوليوبـــــور Solubor ($Na_2B_8O_{13}.5H_2O$ and $Na_2B_{10}O_{16}.10H_2O$) يحوي ٢٠,٥٪ بورون ، ويستعمل بمعدل ٢,٥ - ٥ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٠,٤٥ - ٠,٧٠٠ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٣ - خماسي بورات الصوديـــوم Sodium pentaborate ($Na_2B_{10}O_{16}.10H_2O$) يحوي ١٨,١٪ بورون ، ويستعمل بمعدل ٢,٥ - ٧,٥ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًا بمعدل ٠,٤٥ - ١,٣٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٤ - تترابورات - بنتاهيدرات الصوديوم Sodium tetraborate pentahydrate ($Na_2B_4O_7.5H_2O$) يحوي ١٣,٧٪ بورون ، ويستعمل بمعدل ٣,٥ - ٩ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٠,٤٥ - ١,٨ كجم/ ١٠٠ لتر ماء .

٥ - ونظرًا لأن أملاح البورون الصودية تعتبر شديدة القابلية للذوبان في الماء ، وعرضة للفقد بالرشح بسرعة ، لذلك يفضل استعمال مادة الكولمانايت ($Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$) .

٩ - ١٣ : المولبدنم

٩ - ١٣ - ١ : دور المولبدنم في النبات

يدخل المولبدنم في تركيب أحد الإنزيمات التي تعمل على اختزال النترات في النبات إلى أمونيا ، وهو جزء من التركيب الجزيئي لإنزيم ريبوبروتينيز riboproteinase الضروري لاختزال نيتروجين الهواء الجوي في كل من البكتريا Azotobacter و Rhizobium (Edmond وآخرون ١٩٧٥) . وقد لوحظ أن نقص المولبدنم يتبعه دائمًا نقص في تركيز حامض الأسكوربيك في النبات ، وهو الذي يحمي الكلوروبلاستيدات من أي تغير في تركيبها . ويبدو أن للمولبدنم دورًا في ميتابولزم الفوسفور في النبات .

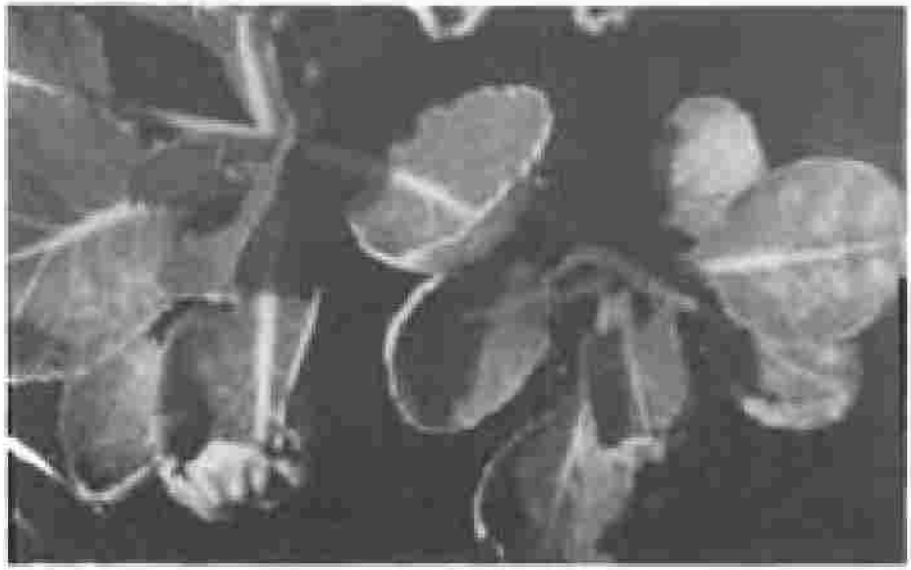
٩ - ١٣ - ٢ : أعراض نقص المولبدنم

تتميز أعراض نقص المولبدنم بصورة عامة بظهور بقع مصفرة غير منتظمة الشكل والتوزيع ، وتشوه الأوراق الحديثة ، وموت البراعم الطرفية ، ولا ينمو نصل الورقة بمعدله الطبيعي ، وقد لا ينمو كلية ، ويبقى العرق الوسطي فقط ، كما يكون النمو بطيئاً ، والنباتات متقزمة ، ويصاحب ذلك نقص في كمية ونوعية المحصول . ومن أعراض نقص المولبدنم في الطماطم والخيار والقاصولياء : التفاف حواف الأوراق ، وتلونها باللون الأصفر أو البني ، وفي القنبيط : يكون القرص صغيراً ومفككاً ، والأوراق خيطية ، وحواف النصل متآكلة ، وتسمى هذه الحالة بمرض طرف السوط Whiptail .

وأكثر الخضروات احتياجاً للتسميد بالمولبدنم هي : الخس ، والقاصولياء ، والقنبيط ، والبروكولي ، والطماطم ، والخيار ، والبصل ، والسباغ .

يتظهر أعراض نقص المولبدنم في القرنبيط والبروكلي في شكل (٩ - ٣) ، (٩ - ٤) على التوالي (Climax Molybdenum Company ١٩٥٦)

شكل ٩ - ٣ : أعراض نقص البورون في القنبيط . يلاحظ صغر الأوراق الداخلية وتآكل حواف النصل ، وهي الظاهرة المعروفة باسم طرف السوط Whiptail .



شكل ٩ - ٤ : أعراض نقص البورون في البروكولي . يلاحظ أن الأوراق تأخذ شكلا ملعقيا ، وهي أعراض تسبق ظهور حالة تشقق الساق في حالات النقص الشديدة .

٩ - ١٣ - ٣ : تيسر الموليبدنم في التربة

يتوفر الموليبدنم في الأراضي التي يزيد فيها الـ pH عن ٧ ، ويقل نسبيًا في pH من ٥,٥ - ٧ ، ويصبح النقص شديدًا عند انخفاض الـ pH عن ٥,٥ ، وذلك بعكس كل العناصر الدقيقة الأخرى .

ويوجد الموليبدنم في التربة في صوره الثلاث : المثبتة كجزء من محلات التربة ومن المادة العضوية ، والممتصة على سطح حبيبات الطين ، والذائبة في محلول التربة ، كأيون موليبدات مو O_4^{--} ، أو بد مو O_4^{-} . ويتراوح تركيز الموليبدات الذائبة في التربة من ٠,٣ - ٣,٩ أجزاء في المليون من التربة الجافة . ويمتص أيون الموليبدنم بطريقة التبادل الأنيوني ، كما في حالة أنيونات الكبريتات والفوسفات .

هذا .. ويكفي نحو ٠,١ - ٠,٢ جزء في المليون للتغلب على نقص العنصر في الظروف المختلفة .

ويعالج نقص الموليدنم في التربة باستعمال أحد السمادين التاليين :

١ - موليبدات الأمونيوم Ammonium molybdate ، وتحوي ٥٤,٩٪ موليدنم ، وتركيبها : $(NH_4)_2 Mo O_4$ ، وتستعمل بمعدل ١,٨ كجم/فدان للتربة سرًا في حدادق ، أو ٣,٦ كجم/ للفدان عند إضافتها نثرًا .

٩ - ١٤ : العناصر الأخرى

ثبتت ضرورة عدد من العناصر الأخرى للنمو الطبيعى فى بعض النباتات ، لكن لا يوجد دليل على ضرورتها لكل النباتات . وهذه العناصر هى : الصوديوم ، والكلور ، والكوبالت ، والسيليكون ، والجالبم ، والألومنيوم ، والبورن ، والفاناديم ، والسيلينيم .

٩ - ١٤ - ١ : الصوديـــوم

ثبتت ضرورة الصوديوم لنمو وحياة بعض الطحالب ، لكن لم يثبت ذلك أبدًا بالنسبة للنباتات الراقية . ومع ذلك .. فمن المعروف أن الصوديوم يفيد فى تحسين نمو بعض النباتات . وفى غالبية هذه الحالات حدث التأثير المفيد للصوديوم عندما نقص عنصر البوتاسيوم ، الأمر الذى أدى إلى الاعتقاد بأن الصوديوم يقوم ببعض المهام التى يقوم بها البوتاسيوم .

هذا .. ويوجد توازن بين امتصاص الصوديوم وامتصاص الكاتيونات الأخرى ، كالكالسيوم والمغنسيوم . ففى البنجر أدت زيادة الصوديوم إلى زيادة امتصاصه على حساب الكاتيونات الأخرى . ويشذ البوتاسيوم عن هذه القاعدة .. فليس من الضرورى أن تؤدى زيادة الصوديوم إلى نقص امتصاص البوتاسيوم ، لكن عمومًا .. فإن زيادة الصوديوم أو البوتاسيوم تؤدى إلى نقص امتصاص النبات للكالسيوم والمغنسيوم . ويبدو أن الخضروات التى تمتص أكبر قدر من الصوديوم ، دون أن يتأثر امتصاصها من البوتاسيوم هى أكثر الخضروات استجابة للتسميد بالصوديوم (Larson & Pierre ١٩٥٣) .

ولا يعرف على وجه الدقة الدور الذى يلعبه الصوديوم فى النباتات التى تستجيب للتسميد بهذا العنصر ، ولكن من المعروف أنه يزيد نسبة الرطوبة فى الأنسجة النباتية ، كما أنه يؤدى إلى زيادة مساحة الأوراق فى بنجر السكر . وربما يفيد الصوديوم فى منع تراكم كاتيونات أخرى بالنبات قد تكون ضارة له (Russell ١٩٧٣) .

وأكثر الخضروات استجابة للتسميد بالصوديوم هى : البنجر ، والسلق السويسرى ، والكرفس ، واللفت . ورغم أن السبانخ تشترك مع البنجر فى أنهما من أكثر الخضروات تحملًا للملوحة الترية ، إلا أن السبانخ لا تستجيب للتسميد بالصوديوم ، فى حين يستجيب البنجر بشدة لذلك . كذلك يعتبر الكرفس من أقل الخضروات تحملًا للملوحة الترية ، ومع ذلك .. فهو من أكثر الخضروات استجابة للتسميد بالصوديوم . وعليه .. فلا توجد علاقة بين درجة تحمل المحصول للملوحة ، وبين احتياجه للتسميد بالصوديوم .

وتقسم الخضر حسب درجة استفادتها من التسميد بالصوديوم (عند نقص أو توفر البوتاسيوم فى التربة) إلى المجاميع التالية :

أولًا : فى حالة نقص عنصر البوتاسيوم :

١ - خضر الاستفادة فيها قليلة جدًا : الخس - البطاطس - فول الصويا - السبانخ - الشليك - الفاصوليا .

٢ – خضر الاستفادة فيها قليلة إلى متوسطة : البروكولى – كرنب بروكسل – الجزر – البسلة – الطماطم .

ثانيًا : فى حالة توفر عنصر البوتاسيوم

١ – خضر الاستفادة فيها قليلة إلى متوسطة : الكرنب – الكيل – كرنب أبو ركبة – السبرد – الفجل .

٢ – خضر الاستفادة فيها كبيرة : الكرفس – بنجر السكر – السلق السويسرى – بنجر المائدة – اللفت .

٩ – ١٤ – ٢ : الكلـــور

ثبت بالتجربة أن عنصر الكلور ضرورى للطماطم فى المزارع المائية ، ولكن لم يثبت أبدًا نقص الكلور تحت ظروف الحقل لتوفره كشوائب فى كل الأسمدة ، كما ثبتت ضرورة الكلور لنمو نحو ٤٠ نوعًا نباتيًا . والحد الأدنى للعنصر فى النبات هو ١٠٠ جزء فى المليون من الوزن الجاف . ويعتبر أيون الكلور ضروريًا فى عملية التمثيل الضوئى ، لأنه يساهم فى عملية أكسدة الماء .

ويعتبر المصدر الأساسى للكلور هو ماء المطر ، خاصة فى المناطق القريبة من البحار والمحيطات . وأيون الكلور – مثل النترات والبورات – لا يثبت فى التربة ويكون عرضة للفقد بالرشح .

هذا .. ويحل أيون البروم محل الكلور – وكلاهما ضرورى لنمو البحر (Edmond وآخرون ١٩٧٥ ، و Devlin ١٩٧٥) .

٩ – ١٤ – ٣ : الكـــوبالت

لم تثبت ضرورة الكوبالت إلا لبعض الطحالب الخضر المزرقة .

٩ – ١٤ – ٤ : الســيليكون

ثبتت ضرورة السيليكون للأرز ولعديد من الطحالب ، كما وجد أنه يحسن نمو الشعير وعباد الشمس . ويشكل السيليكون جزءًا كبيرًا من الرماد فى النباتات بوجه عام .

٩ – ١٤ – ٥ : الجالـيم

لم تثبت ضرورة الجاليم gallium إلا لنبات حنيشة البط duck weed (Lemna minor) ، ولفطر Aspergillus niger

٩ – ١٤ – ٦ : الألومنيـــوم

يُحسّن الألومنيوم من نمو العديد من النباتات .

٩ - ١٤ - ٧ : الفاناديم

لم تثبت ضرورة الفاناديم Vanadium إلّا بالنسبة لبعض القطحالب الخضراء .

٩ - ١٤ - ٨ : السيلينيم

يعتبر السيلينيم Selenium ضروريًا لعدد قليل من النباتات .

٩ - ١٥ : المراجـــع

اسطبو ، كمال رمزى ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبد المقصود محمد ، و وريد عبد البر وريد ، وأحمد عبد المجيد رضوان ، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) . إنتاج الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ١٣١٠ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثانى : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع، وعاصم بسيونى جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر - الجزء الأول : أساسيات إنتاج نباتات الخضر - ٥٠٠ صفحة .

American Society for Horticultural Science. 1969. Potassium in horticulture. HortScience 4: 33-48.

American Society for Horticultural Science. 1969. The role of phosphorus in plant growth. HortScience 4: 309-322.

Bould, C., E.J. Hewitt and P. Needham. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol.1. Principles. Ministry of Agr. & Food, Great Britain. 174p.

Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1960. The nature and properties of soils. McMillan, N.Y. 567p.

Climax Molybdenum Company. 1956. Molybdenum deficiency symptoms in crops. Climax Molybdenum Co., N.Y. 8p.

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology.D. Van Nostrand Co., N.Y. 600 p.

Eaton, F.M. 1944. Deficiency, toxicity, and accumulation of boron in plants. J. Agr. Res. 69: 237-277.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

Fuller, H.J., Z.B. Carothers, W.W. Payne and M.K. Balbach. 1972. The plant world. Holt, Rinehart and Winston, Inc., N.Y. 553 p.

Galston, A.W. 1964. The life of the green plant. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 118 p.

Gauch, H.G. and W.M. Dugger, Jr. 1954. The physiological action of boron in higher plants: a review and interpretation. Md Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. A-80.

Gupta, U.C. 1979. Boron nutrition of crops. Adv. in Agronomy. 31: 273-315.

Humbert, R.P 1969. Potassium in relation to food production. HortScience 4: 35-36.

Jones, J.B. 1982. Hydroponics: its history and use in plant nutrition studies. J. Plant Nutrition 5: 1003-1030.

Larson, W.E. and W.H. Pierre. 1953. Sodium and potassium interaction on yield and cation composition of selected crops. Soil Sci. 76: 51-64.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y 390p.

Millar, C.E., L.M. Turk and H.D. Foth. 1965. (4th ed.). Fundamentals of soil science. Wiley, N.Y. 491p.

Mills, H.A. and J.B. Jones, Jr. 1979. Nutrient deficiencies and toxicities in plants: nitrogen J. Plant Nutrition 1: 101-122.

Purvis, E.R. and W.J. Hanna. 1940. Vegetable crops affected by boron deficiency in eastern Virginia. Va Truck Exp. Sta. Bul. 105.

Russell, E.W. 1973. (10th ed.). Soil conditions and plant growth. The English Language Book Society, London. 849p.

Scaife, A. and M. Turner. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plant. Vol. 2. Vegetables. Ministry of Agr. & Food, Great Britain. 96p.

Smartt, J. 1976. Tropical pulses. Longman, London. 348p.

Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizers. McMillan Pub. Co., N.Y. 694p.

Wallace, T. 1961. The diagnosis of mineral deficiences in plants by visual symptoms. Her Majesty's Stationary office, London. 125 p + plates.

Wilcox, G.E. 1969. Potassium needs-diagnosis and use on vegetable crops. HortScience 4: 41.

Wittwer, S.H. 1669. Regulation of phosphorus nutritiou of horticultural crops. Hortscience 4: 320-322.

الفصل العاشر

المركبات التى تلوث الهواء الجوى ، وتأثيرها على نباتات الخضر

يتلوث الهواء الجوى فى بعض المناطق ببعض المركبات التى تضر بالمزروعات . ومن أوسع هذه المركبات انتشارًا وأكثرها ضررًا : غازا ثانى أكسيد الكبريت ، والأوزون ، وبدرجة أقل غازات وأبخرة الكلور ، والأمونيا ، وحامض الأيدروكلوريك ، وبعض الغازات الأخرى الأقل أهمية ، مثل الفلوريد ، والإيثيلين ، وثانى أكسيد النيتروجين .

وقد قُدِّر أن هناك ما يقرب من ١٢٥ مليون طن من ملوثات الهواء تنطلق سنويًا فى أجواء الولايات المتحدة الأمريكية . وتشمل هذه الملوثات : أول أكسيد الكربون بنسبة ٥٢٪ ، وأكاسيد الكبريت بنسبة ١٨٪ ، والهيدروكربونات بنسبة ١٢٪ ، وجزيئات مكونة للدخان بنسبة ١٠٪ ، وأكاسيد النيتروجين بنسبة ٦٪ . ويرجع نحو ٦٠٪ من هذه الملوثات لوسائل النقل ، وبالأخص السيارات ، و ١٩٪ للصناعة ، و ١٢٪ لمحطات توليد الطاقة ، و ٩٪ لأعمال التدفئة وحرق المخلفات (حانيك ١٩٨٥) .

ويكثر غاز ثانى أكسيد الكبريت فى المناطق الصناعية ، حيث يتصاعد مع أبخرة المصانع ، ويتحد الغاز مع بخار الماء فى الجو ، مكونًا حامض الكبريتيك ، وعندما يلامس الحامض أوراق النباتات ، فإنه يعمل على أكسدتها ، محدثًا فقدًا واضحًا فى الكلوروفيل .

هذا .. وتتأثر الأنواع الحساسة للغاز بتركيز ٠,٠٥ – ٠,٥ جزء فى المليون ، ويحدث الضرر فى خلال ٨ ساعات من التعرض لهذا التركيز . وتقل الفترة التى يحدث خلالها مع زيادة التركيز ، فيحدث الضرر فى خلال ٣ دقائق إذا كان تركيز الغاز ١ – ٤ أجزاء فى المليون . أما الأصناف والأنواع المقاومة ، فلا يحدث أى ضرر بها إلا إذا تعرضت لتركيزات أكبر ، مثل ٢ جزء فى المليون لمدة ٨ ساعات ، أو ١٠ أجزاء فى المليون لمدة ٣٠ دقيقة .

وعندما يكون تركيز الغاز أقل من المستويات المذكورة ، فإن النبات يكون قادرًا على تحويل الغاز إلى مركبات أخرى غير ضارة به . هذا .. وتظهر أضرار الغاز فى تركيزات أقل فى حالة وجود ملوثات أخرى بالهواء الجوى (Mudd ١٩٧٥) .

١٠ – ١ : تقسيم محاصيل الخضر حسب حساسيتها للمواد التى تلوث الهواء الجوى

يعطى جدول (١٠ – ١) تقسيمًا لمحاصيل الخضر حسب حساسيتها لمختلف المركبات التى تلوث الهواء الجوى .

جدول (١٠ ـ ١) : تقسيم محاصيل الخضر حسب حساسيتها للمركبات التى تلوث الهواء الجوى .

المركب	الخضروات		
	حساسة	متوسطة	قادرة على التحمل
الأوزون	الفاصوليا ـ البروكولى ـ البصل ـ البطاطس ـ الفجل ـ السبانخ ـ الذرة السكرية ـ الطماطم ـ القاوون	الجزر ـ الشمندر ـ البقدونس ـ الجزر الأبيض اللفت	البنجر ـ الخيار ـ الخس
ثانى أكسيد الكبريت	الفاصوليا ـ البنجر ـ البروكولى ـ كرنب بروكسل ـ الجزر ـ الشمندر ـ الخس ـ البامية ـ القلقل ـ الفرع الحلو ـ الفجل ـ الروبارب ـ السبانخ ـ الكوسة ـ البطاطا ـ السلق السويسرى ـ اللفت	الكرنب ـ البسلة ـ الطماطم	الخيار ـ البصل ـ الذرة السكرية ـ الكرفس
الفلور	الذرة السكرية		الأسبرجس ـ الكوسة ـ الطماطم
PAN	الفاصوليا ـ البنجر ـ الكرفس ـ الشمندر ـ الخس ـ السترد ـ الفلفل ـ السبانخ ـ الذرة السكرية ـ السلق السويسرى ـ الطماطم	الجزر	البروكولى ـ الكرنب ـ القنبيط ـ الخيار ـ البصل ـ الفجل ـ الكوسة
الايثيلين	الفاصوليا ـ الخيار ـ البسلة ـ اللوبيا ـ البطاطا ـ الطماطم	الجزر ـ الكوسة	البنجر ـ الكرنب ـ الشمندر ـ البصل ـ الفجل

جدول (١٠ - ١) : يتبع

المركب	الخضروات		
	حساسة	متوسطة	قادرة على التحمل
2,4- D	الطماطم	البطاطا	الفاصوليا - الكرنب - الباذنجان
الكلور	الستره - البصل - الفجل - الذرة السكرية -	الفاصوليا - الخيار - اللوبيا - الكوسة - الطماطم	الباذنجان - الفلفل
الأمونيا	الستره		الطماطم

١٠ - ٢ : الأضرار التى تحدث لمحاصيل الخضر بفعل المركبات التى تلوث الهواء الجوى

١٠ - ٢ - ١ : أضرار ثانى أكسيد الكبريت

يُحدث ثانى أكسيد الكبريت Sulfer Dioxide (SO_2) نوعين من الأعراض : حادة acute ، ومزمنة Chronic . وتتميز الأعراض الحادة بظهور أنسجة ميتة بين العروق ، أو على حواف الورقة . وقد تفقد المناطق الميتة لونها ، أو تصبح عاجية ، أو رصاصية ، أو برتقالية ، أو حمراء ، أو بنية محمرة ، أو بنية . ويتوقف ذلك على النوع النباتى والظروف الجوية . أما الإصابة المزمنة ، فتتميز بظهور مناطق بلون بنى محمر ، أو يبضاء على نصل الورقة . هذا .. ونادرًا ما تظهر أعراض الإصابة على الأوراق الحديثة ، بينما تكون الأوراق الكاملة النمو شديدة الحساسية .

١٠ - ٢ - ٢ : أضرار الأوزون

إن الأعراض العادية للإصابة بالأوزون Ozone (O_3) هى ظهور بقع صغيرة غير منتظمة الشكل ، لونها بنى داكن يميل إلى السواد ، أو رصاصى فاتح يميل إلى البياض على السطح العلوى للأوراق . وتعد الأوراق الصغيرة جدًا والمسنة مقاومتين للأوزون ، بينما تعد الأوراق التى أكملت نموها حديثًا شديدة الحساسية . وتظهر الإصابة غالبًا على قمة الورقة ، وعلى امتداد حافتها . ومع اشتداد الإصابة قد تمتد الأعراض إلى السطح السفلى للورقة ..

١٠ - ٢ - ٣ : أضرار نترات البيروكسى أسيتيل

تؤثر نترات البيروكسى أسيتيل Peroxyacetyl nitrate (PAN) على السطح السفلى للأوراق التى أكملت نموها حديثًا ، مسببة اكتسابها للون البرونزى أو الفضى فى المناطق الحساسة . وتصبح قمة أوراق النباتات العريضة الأوراق حساسة للـ PAN بعد ظهور الورقة بنحو خمسة أيام . ولا يزيد عدد الأوراق الحساسة على الساق عن أربع أوراق فى الوقت الواحد ، نظرًا لأن حياة PAN تحدث

والأنسجة فى مرحلة معينة من التكوين ، ولا تصبح كل أنسجة الورقة حساسة إلّا إذا استمر تعرضها للمركب .

١٠ - ٢ - ٤ : أضرار الكلور

تكون أعراض الإصابة بالكلور Chlorine عادة حادة ، وتشبه أعراض الإصابة بثانى أكسيد الكبريت ؛ فتظهر متحللة وبيضاء بالنموات الخضرية . ويكون التحلل على حواف الأوراق فى بعض الأنواع ، ومنتشرًا بنصل الورقة فى أنواع أخرى .

١٠ - ٢ - ٥ : أضرار الأمونيـــا

تحدث الأضرار الحقلية بالأمونيا فى صورة تغيرات فى لون الصبغات النباتية بالأنسجة الخارجية . وقد تصبح الأوراق الخارجية الجافة فى البصل الأحمر مخضرة أو سوداء ، وفى البصل الأصفر والبنى بلون بنى داكن .

١٠- ٢ - ٦ : أضرار غاز حامض الأيدروكلوريك

تظهر الأضرار الحادة لغاز حامض الأيدروكلوريك (HCl) فى شكل فقدان اللون بالأنسجة ، كما يظهر احتراق بحواف أوراق الخس ، والهندباء ، والشيكوريا ، ويمتد تدريجيًا داخل الورقة التى سرعان ما تجف ، بينما يظهر لون برونزى بين العروق فى ورقة الطماطم .

وللمزيد من التفاصيل الخاصة بالمركبات التى تلوث الهواء الجوى وأضرارها على النباتات بوجه عام يراجع Heggestad & Heck (١٩٧١) ، و Mudd & Kozlowski (١٩٧٥) ، و Ormrod وآخرون (١٩٧٦) .

١٠ - ٣ : المراجـــع

جانيك ، جوليوس (١٩٨٥) . علم البساتين . ترجمة جميل فهيم سوريال وآخرين . الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٦٥٩ صفحة .

Heggestad, H.E. and W.W. Heck. 1971. Nature, extent, and variation of plant response to air pollutants. Adv. Agron. 23: 111-145.

Mudd, J.B. 1975. Sulfur dioxide. In J.B. Mudd and T.T. Kozlowski (Eds). Responses of plants to Air Pollution; pp. 9-22. Academic Pr., N.Y.

Mudd, J.B. and T.T. Kozlowski (Eds). 1975. Responses of plants to air pollution. Academic Pr., N.Y. 383p.

Ormrod, D.P., N.O. Adedipe and D.J. Ballantyne. 1976, Air pollution injury to horticultural plants: a review. Hort. Abstr. 46: 241-248.

القسم الثالث
طرق تكاثر وزراعة الخضر

الفصل الحادى عشر

تقاوى الخضر وإعدادها للزراعة

التقاوى هي الجزء التناسلى المستخدم فى الزراعة ، وهى البذور فى حالة التكاثر الجنسى ، والأجزاء الخضرية ، كالفسائل ، والدرنات ، والكورمات وغيرها فى حالة التكاثر الخضرى . أما عند الزراعة ببذور تحتوى على أجنة لا إخصابية ، فإن ذلك يعرف بالتكاثر اللاإخصابى Apomixis ، وهو إحدى طرق التكاثر اللاجنسى . ويعد التكاثر الجنسى هو أكثر طرق التكاثر شيوعًا فى محاصيل الخضر ، ويليه التكاثر الخضرى . أما التكاثر اللاإخصابى فهو غير شائع فى محاصيل الخضر .

١١ - ١ : شروط تقاوى البذور الجيدة

يمثل ثمن التقاوى نسبة ضئيلة من التكاليف الكلية لإنتاج الخضروات ، ومع ذلك .. فبدون استعمال تقاوى جيدة فى الزراعة ، فإنه لن يمكن الحصول على محصول جيد مربح ، مهما كانت درجة الاهتمام بالعمليات الزراعية الأخرى . وعليه .. فيجب اقتناء أحسن التقاوى من المصادر الموثوق بها .

وتتميز التقاوى الجيدة بأنها تكون :

١ - نقية وخالية من بذور الحشائش والمحاصيل الأخرى ، والأتربة ، والشوائب .

٢ - ذات نسبة إنبات مرتفعة .

٣ - خالية من مسببات الأمراض التى تحمل داخل البذور ، أو على سطحها .

٤ - مطابقة لصنفها ، أى تمثل الصنف حقيقة .

وطبيعى أن الصنف يجب أن يكون عالى المحصول ، جيد الصفات ، ومتوافقًا مع الظروف البيئية وطرق الزراعة المتبعة فى المنطقة التى يزرع بها .

هذا .. ولختلف الحدود الدنيا لنسبة الإنبات التى يجب توافرها فى بذور الخضر المختلفة ، وتوضع القوانين التى تحدد ذلك فى مختلف دول العالم لحماية المزارعين من أن تعرض عليهم بذور قد فقدت حيويتها . فعلى سبيل المثال .. تضع السوق الأوروبية المشتركة الحدود الدنيا التالية لنسبة الإنبات فى بذور الخضر :

١ – ٦٥٪ لبذور الخرز – الشيكوريا – الهندباء – الكرات – البقدونس .

٢ – ٧٠٪ لبذور الفلفل – البنجر – القنبيط – الكرفس – الذرة السكرية – البصل – الفجل .

٣ – ٧٥٪ لبذور الفاصوليا – كرنب بروكسل – الكرنب – الخس – الكوسة – السباغ – الطماطم .

٤ – ٨٠٪ لبذور القول الرومي – البسلة – اللفت (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

وغالبًا ما تزيد نسبة الإنبات كثيرًا عن تلك الحدود في البذور التي تنتجها الشركات الموثوق بها .

١١ – ٢ : حجم بذور التقاوي وأهميته

تختلف بذور الصنف الواحد في الحجم اختلافًا كبيرًا ، ورغم أن جميع بذور الصنف الواحد تحمل نفس العوامل الوراثية ، وتعطي نفس الصفات في النباتات التي تنتج من زراعتها ، إلا أن النباتات التي تنتج من زراعة بذور كبيرة غالبًا ما تتفوق عن تلك التي تنتج من زراعة بذور صغيرة .

١١ – ٢ – ١ : أهمية الاختلافات في حجم البذور

تتميز البذور الكبيرة الحجم بما يلي :

١ – تكون أسرع في النمو

٢ – تنتج بادرات أقوى نموًا وأكبر حجمًا .

٣ – تعطي نباتات أبكر في النضج وأكثر محصولًا .

ولذلك .. فإنه ينصح دائمًا بتدريج البذور إلى صغيرة ومتوسطة وكبيرة ، ثم استبعاد البذور الصغيرة ، وزراعة البذور المتوسطة والكبيرة بدون خلطهما معًا ، لأن ذلك يساعد على إحكام عملية الزراعة الآلية ، ويزيد من تجانس نمو النباتات .

١١ – ٢ – ٢ : العوامل المسببة للاختلافات في حجم البذور

ترجع الاختلافات في حجم بذور الصنف الواحد إلى العوامل التالية :

١ – تعود الاختلافات بين البذور المنتجة من حقول مختلفة إلى اختلافهم في :

(أ) مدى العناية بعمليات الخدمة الزراعية .

(ب) مدى مناسبة الظروف البيئية للنمو وعقد البذور .

٢ – ترجع الاختلافات بين البذور المنتجة على نباتات مختلفة في نفس الحقل إلى اختلاف النباتات في قوة النمو أثناء نضج البذرة .

٣ – ترجع الاختلافات بين البذور المنتجة على نفس النبات إلى اختلافهم في موعد الإخصاب . فمثلًا .. تكون البذور أكبر حجمًا في الحالات الآتية :

(أ) ثمار الفرعيات التي تعقد أولًا .

(ب) بذور الرتبة الأولى في الخزر .

(جـ) البذور التي تخصب أولًا في بورة السباغ .

(د) البذور التي تعقد بالقرب من قاعدة النبات في الفليون .

١١ - ٢ - ٣ : تدرج البذور

نظرًا لتفوق النباتات التي تنتج من زراعة بذور كبيرة الحجم عن تلك التي تنتج من زراعة بذور صغيرة الحجم من نفس الصنف ، لذا فقد وضعت القواعد التي تنظم تدرج البذور حسب الحجم ، حماية لكل من منتجي البذور والمزارعين . ففي إنجلترا مثلًا تدرج البذور إلى ٢٤ حجمًا . ويفترض في المقياس المستخدم أن البذور كروية ، أو كروية تقريبًا . وتختلف كل قسم عما يجاوره بنحو ٠,٢٥ مم ، كما في جدول (١١ - ١) .

جدول (١١ - ١): الأقسام التي تدرج إليها البذور حسب القطر .

الرمز	القطر (مم)	الرمز	القطر (مم)	الرمز	القطر (مم)
A	صفر - ٠,٢٥	J	٢,٠٠ - ٢,٢٥	S	٤,٠٠ - ٤,٢٥
B	٠,٢٥ - ٠,٥٠	K	٢,٢٥ - ٢,٥٠	T	٤,٢٥ - ٤,٥٠
C	٠,٥٠ - ٠,٧٥	L	٢,٥٠ - ٢,٧٥	U	٤,٥٠ - ٤,٧٥
D	٠,٧٥ - ١,٠٠	M	٢,٧٥ - ٣,٠٠	V	٤,٧٥ - ٥,٠٠
E	١,٠٠ - ١,٢٥	N	٣,٠٠ - ٣,٢٥	W	٥,٠٠ - ٥,٢٥
F	١,٢٥ - ١,٥٠	P	٣,٢٥ - ٣,٥٠	X	٥,٢٥ - ٥,٥٠
G	١,٥٠ - ١,٧٥	Q	٣,٥٠ - ٣,٧٥	Y	٥,٥٠ - ٥,٧٥
H	١,٧٥ - ٢,٠٠	R	٣,٧٥ - ٤,٠٠	Z	٥,٧٥ - ٦,٠٠

هذا .. وتباع البذور المدرجة عادة بضعف ثمن البذور غير المدرجة . ويتوفر كل محصول في درجتين أو أكثر . فمثلًا تتوفر بذور الصليبيات في درجات J-H-G ، ويبلغ فيها عدد البذور على التوالي نحو ٤٠٠٠ ، ٣٠٠٠ ، ٢٣٠٠ بذرة بكل ١٠ جرام ، كما تباع بذور الكرات أبو شوشة في درجتين ، هما : J-H ، ويبلغ فيهما أعداد البذور على التوالي نحو ٤٠٠٠ ، ٣٢٠٠ بذرة لكل ١٠ جرام .

١١ - ٣ : المعاملات التي تجرى على البذور قبل الزراعة بغرض تحسين نسبة الإنبات

١١ - ٣ - ١ : نقع البذور في الماء قبل الزراعة

تُنقع أحيانًا بذور بعض الخضر في الماء قبل الزراعة ، مثل : بذور القرعيات ، والبامية ، والفليون ، والبنجر ، والكرفس ، والفلفل . ويفيد نقع البذور قبل الإنبات في الحالات التالية :

١ - في الخاصيل التي يستغرق إنباتها وقتًا طويلاً ، كما في الفليون .

٢ - في الخاصيل التي تطول فترات إنباتها في الجو البارد ، كما في الفلفل .

٣ - كعملية ضرورية لتحسين نسبة وسرعة الإنبات ، حتى في الجو المناسب ، كما في الكرفس .

٤ - لتحسين إنبات بذور الخضر الصيفية في الأراضي الباردة ، كما في القرعيات ، والباميا والطماطم .

٥ - للتخلص من البذور التي فقدت حيويتها ، والتي تعطي جورًا عالية عند زراعتها .

وعند إجراء عملية نقع البذور في الماء يجب مراعاة ما يلي :

١ - أن تكون مدة النقع ٢٤ ساعة ، وإذا زادت المدة عن ذلك - كما في حالة الفليون - يجب تغيير الماء يوميًا لتجنب نقص الأكسجين .

٢ - يجب أن يجرى النقع في وعاء مسطح ، وأن تكون البذور في طبقات رقيقة ليسهل عليها الحصول على الأكسجين اللازم للتنفس ، والتخلص من ثاني أكسيد الكربون ، لأن معدل التنفس يزداد عند نقع البذور .

٣ - يكون الماء الدافئ أكثر فاعلية من الماء البارد ، نظرًا لأن فترة النقع اللازمة تقل مع ارتفاع درجة الحرارة حتى الحد المناسب لإنبات البذور . ففي الفليون تمتص البذور كل احتياجاتها من الرطوبة - وهي حوالي ٤٣٪ - في مدة ٣٥ ساعة في حرارة ٣٠° م ، بينما يتطلب الأمر ٦٥ ساعة في حرارة ١٨°م ، لكن يجب ألا تزيد درجة حرارة الماء عن الدرجة المثلى لإنبات البذور (Adriance & Brison ١٩٥٥) .

٤ - يحسن في حالة القرعيات أن تجرى المعاملة في قماش ثقيل مثل تلك التي تلف عليه البذور ، ويلف على شكل أسطوانة توضع في مكان دافئ نسبيًا إلى أن يبدأ الجذير في الظهور ، وتسمى هذه العملية بالتلسين . يستغرق ذلك عادة ٢٤ ساعة ، وقد تطول المدة عن ذلك في الجو البارد نسبيًا .

٥ - يجب أن تزرع البذور المنقوعة بالطريقة الخراثي ، أي تزرع في تربة رطبة ، وتترك بدون ري عاليًا لحين قيام الإنبات .

٦ - لا يجوز نقع بذور بعض الخضروات كالبقوليات ، لأن هذه العملية قد تؤدي إلى تلف البذور بسبب امتصاص بذور البقوليات للماء بشدة ، وما ينتج عن ذلك من احتمال تمزق القصرة وانفصال الفلقات .

١١ - ٣ - ٢ : معاملة البذور بالبولييثلين جليكول قبل الزراعة

توصل Heydecker وآخرون إلى طريقة لتحسين نسبة وتجانس الإنبات في بعض الخضر ، وذلك بنقع البذور في محاليل لجزيئات ذات وزن جزيئي مرتفع من البولييثلين جليكول Polyethylene glycol (يرمز له بالرمز PEG ويسوق تجاريًا تحت اسم كربواكس Carbowax 6000 ٦٠٠٠) ، على أن يتراوح الضغط الإسموزي للمحلول من ١٠ - ١٥ بار ، وأن تترك به البذور لمدة ٢ - ٣ أسابيع بمتوسط أسبوعين للخضر المختلفة .

تؤدى هذه المعاملة إلى أن البذور تتشرب بكمية من الماء تكفى لوصولها إلى بداية مرحلة الإنبات ، ولكنها لا تتمكن من امتصاص أى كميات إضافية من الماء لاستكمال الإنبات إلا بعد انتشالها من محلول الـ PEG ، حيث تنبت بسرعة كبيرة عند زراعتها بعد ذلك . ففى حالة الكرفس مثلاً ينبت نحو ٥٠٪ من البذور الجيدة الحيوية فى خلال ٤٨ ساعة من انتهاء المعاملة بالـ PEG . وفى حالة الرغبة فى تجفيف البذور لفترة بعد معاملتها بمحلول الـ PEG ، فإنه يفضل فقط تجفيفها سطحيًا ، ثم حفظها فى درجة حرارة منخفضة لحين زراعتها ، حيث تنبت سريعًا عند الزراعة . وقد أفادت هذه المعاملة فى تحسين الإنبات فى بذور السبخ ، والجزر ، والبصل ، والكرفس .

١١ - ٤ : معاملات البذور لتخليصها من الآفات والوقاية منها

١١ - ٤ - ١ : معاملة البذور بالماء الساخن

تكافح بعض الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور بنقع البذور فى ماء درجة حرارته ٥٠° م لمدة ٢٠ - ٣٠ دقيقة حسب المحصول . ويوضح جدول (١١ - ٢) درجات الحرارة ، وفترات المعاملة المناسبين لمكافحة بعض الأمراض الفطرية والبكتيرية التى تنتقل عن طريق البذور فى عدد من محاصيل الخضر (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) . وتجدر الإشارة إلى أن المسببات المرضية توجد فى هذه الحالات داخل البذور ، أى أن البذور تكون مصابة infected ، ولا تكون ملوثة سطحيًا بالآفة infested فقط . وتؤدى المعاملة الحرارية إلى القضاء على المسبب المرضى داخل البذرة .

جدول (١١ - ٢): معاملات بذور الخضر بالماء الساخن للتخلص من مسببات الأمراض .

الخضر	درجة الحرارة (°م)	المدة (دقيقة)	الأمراض التى تكافح
البروكولى - القنبيط	٥٠	٢٠	الألترناريا Alternaria قاعدة الساق السوداء Black leg
كرنب بروكسل - الكرنب	٥٠	٢٥	العفن الأسود Black rot الألترناريا قاعدة الساق السوداء العفن الأسود
الكرفس	٤٨	٣٠	الندوة المبكرة - الندوة المتأخرة
الباذنجان	٥٠	٢٥	عفن البذور
الفلفل	٥٠	٢٥	تبقع الأوراق البكتيرى
الطماطم	٥٠	٢٥	الأنثراكنوز - التبرقشات - التبقعات

١١ - ٤ - ٢ : معاملة البذور بالمبيدات

يكون الغرض من معاملة البذور بالمبيدات هو التخلص من جراثيم الأمراض التى قد تعلق بها من الخارج ، ومنع إصابة البذور والبادرات بمسببات الأمراض التى توجد فى التربة ، وتصيبها أثناء الإنبات ، وفى بداية مراحل نمو البادرات .

ومن أهم المبيدات الفطرية المستخدمة فى معاملة البذور : الأراسان Arasan ، والإسبرجون spergon ، والتيرسان Tersan ، والكابتان Captan ، والفيتافاكس كابتان Vitafax-Captan ،

والسيريسان Ceresan ، والسمسان Semesan ، والأرثوسيد ٧٥٪ Orthocide 75% ، والتكتو Tecto . وجميعها تستخدم بمعدل يتراوح من ١ – ٢ جم/ كجم من البذور .

كما يوجد القليل من المبيدات الحشرية التي تستخدم في معاملة البذور لوقايتها من الإصابات الحشرية عند الزراعة . ومن أمثلة ذلك :

١ – مقاومة أضرار حشرة الـ seed- corn maggot في الفاصوليا ، والذرة السكرية ، والخيار ، والكوسة بمعاملة بذور هذه المحاصيل بأحد المبيدات المناسبة ، مثل : الكلوردين Chlordane واللندين Lindane ، والديلدرين Dildrin ، والألدرين Aldrin .

٢ – معاملة بذور البصل بنفس المبيدات لحمايتها من الإصابة بذبابة البصل .

٣ – معاملة بذور الجزر بالألدرين Aldrin لحمايتها من الـ carrot rust fly خلال المراحل الأولى من النمو .

وتعامل البذور لتخليصها من البكتريا بالعديد من المركبات التي من أمثلتها ما يلي :

١ – مركبات الزئبق والنحاس .

٢ – هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite .

٣ – الـ malachite green .

٤ – الـ phenacridane chloride

٥ – حامض الكربنيك .

٦ – المضادات الحيوية .

يستعمل الاستربتومايسين بتركيز ٤٠٠ جزء في المليون مع نقع البذور في محلول المضاد الحيوي لمدة ١٨ ساعة لمكافحة بكتريا **Corynebacterium betae** التي تسبب تبقعات بالأوراق في بعض الخضر .

كما أمكن مكافحة بكتريا **Pseudomonas phaseolicola** المسببة لمرض اللفحة الهالية في الفاصوليا بمعاملة البذور بكل من الإستربتومايسين streptomycin ، والكازوجاميسين Kasugamycin .

هذا .. إلا أنه لم يمكن مكافحة **Xanthomonas campestris** في بذور الصليبيات بمعاملتها بمضادات حيوية ، لأن التركيزات القاتلة للبكتريا كانت أيضًا سامة للبذور .

٧ – نواتج تخمر الثمار وحامض الأسيتيك : تكافح بكتريا **Corynebacterium michiganensis** المسببة لمرض التسوس البكتيري في الطماطم ، والتي تنتقل عن طريق البذور بتخمير الثمار المهروسة لمدة ٤ أيام في درجة حرارة ٢٠°م ، ثم معاملة البذور المستخلصة بحامض الأسيتيك بتركيز ٨٠٠٪ لمدة ٢٤ ساعة (Dixon ١٩٨١) .

طرق معاملة البذور بالمبيدات

١ – المعاملة الجافة Dry Treatment : يخلط مسحوق المبيد بالبذور ، وسواء أكان المبيد سامًا للإنسان ، أم غير سام ، فيجب تجنب استنشاقه ، وذلك باستخدام الأقنعة الواقية ، لأن وجود الإنسان في هذا الجو لمدة طويلة يعرضه للأخطار .

٢ – المعاملة بالابتلال Wet Treatment : تتم المعاملة بنقع البذور في معلق أو محلول المبيد ، فالكالوميل Calomel مثلاً يكون معلقًا في الماء ، أما السليماني Corrosive Sublimate ، فيذوب في الماء . ورغم أن هذه الطريقة سهلة ، إلا أنها تتطلب إعادة تجفيف البذور ، الأمر الذي يزيد من تكاليف المعاملة .

٣ – المعاملة بالمعجون الرقيق القوام من المبيد والماء Slurry treatment : يحضر المبيد في صورة مركزة تعرف بالـ slurry ، وهو معجون رقيق القوام من المبيد والماء . وتتم المعاملة بإضافة كميات محدودة من الـ slurry إلى ماكينات معاملة البذور التي تقوم بخلطها معًا بصورة جيدة ، وتخرج البذور من الآلة شبه جافة ، فلا تلزم إعادة تجفيفها . وتبعاً البذور عادة بعد المعاملة مباشرة (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

١١ – ٥ : معاملات أخرى تجرى على بذور بعض أنواع الخضر قبل زراعتها

١١ – ٥ – ١ : معاملة بذور البقوليات ببكتريا العقد الجذرية :

تلقح بذور الخضروات البقولية ببكتريا العقد الجذرية الخاصة بها قبل الزراعة عندما تكون الزراعة في أرض لم تسبق زراعتها بهذه المحاصيل . وتؤدى هذه المعاملة إلى زيادة كفاءة عملية تثبيت أزوت الهواء الجوى بواسطة بكتريا العقد الجذرية التي تعيش معيشة تعاونية مع البقوليات في جذورها ، حيث تحصل منها على المواد الكربوهيدراتية اللازمة لنشاطها ، بينما تقوم البكتريا بعملية تثبيت أزوت الهواء الجوى ، وجعله ميسرًا للنبات . وقد سبقت الإشارة إلى طريقة المعاملة ببكتريا العقد الجذرية في الفصل التاسع .

١١ – ٥ – ٢ : معاملات تجرى بغرض إنهاء فترة الراحة في البذور

من أمثلة المعاملات التي تجرى بغرض إنهاء فترة الراحة في بذور بعض الخضر ما يلي :

١ – التجريح الميكانيكي mechanical scarification للبذور ذات الغطاء الصلد بإحداث خدوش بها بطريقة ميكانيكية تسمح بدخول الماء وتبادل الغازات . وقد تفيد هذه المعاملة في بعض سلالات الفاصوليا ، لكن غالبية الأصناف التجارية من الفاصوليا تنبت بسهولة ، دون حاجة لذلك .

٢ – نقع البذور في الأحماض acid scarification : وهي معاملة تجرى أيضًا في حالة البذور ذات الغطاء البذرى الصلد ، ولنفس الغرض السابق . يستخدم حامض الكبريتيك لهذا الغرض . وقد تفيد هذه المعاملة مع بعض سلالات الباميا .

٣ – المعاملة ببعض المركبات ، مثل نترات البوتاسيوم Potassium Nitrate ، والثيوريا Thiourea ، وهيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite ، وهي أكثر المواد استخداماً في معاملة بذور الخضر .

٤ – المعاملة ببعض منظمات النمو ، مثل : الجبريلينات ، والسيتوكينينات ، والإثيلين .

٥ – التعريض للضوء .

٦ – استنبات البذور في درجة حرارة منخفضة (٤ – ٥°م) قبل الزراعة في الحقل .

وتفيد المعاملات الأربع الأخيرة في تخفيض بذور الخس والكرفس الحديثة الحصاد من فترة الراحة ، وكذلك في تجنب حالات السكون الثانوي ، أو السكون الحراري الذي تدخل فيه بذور الخس عند زراعتها في الجو الحار .

وبالنسبة للخس .. فإن فترة الحساسية للحرارة المرتفعة لا تدوم أكثر من ٨ – ١٢ ساعة عند بداية تشرب البذور بالماء ، ويمكن للنمو البادئ الذي لذلك أن يستمر في درجة حرارة مرتفعة تصل إلى ٣٥ – ٤٠°م . ولهذا .. فإنه يمكن التقليل من مشكلة السكون الثانوي في الخس باختيار الصنف المناسب ، وخفض درجة حرارة التربة بالري في الوقت المناسب ، وبالزراعة في وقت متأخر من النهار عند انخفاض درجة الحرارة ، وبتشرب البذرة للماء في حرارة ٢٠°م ، أو التجفيف في الزراعة ، أو بنقع البذور في محلول مائي بتركيز ٥ أجزاء في المليون من كل من حامض الجبريلليك مع الكايتين قبل الزراعة (Fordham & Biggs ١٩٨٥) . هذا .. وللتفاصيل الخاصة بموضوع سكون البذور في محاصيل الخضر يراجع الباب الثامن والعشرون .

وتنبت بذور الكرفس بصورة جيدة في مجال حراري يتراوح من ١٠ – ٢٥°م ، لكن تدخل البذور في حالة سكون ثانوي عند ارتفاع درجة الحرارة عن ذلك ، وهو ما يعرف باسم السكون الحراري thermodormancy ، ويمكن التغلب على حالة السكون الثانوي هذه بنقع البذور في محلول من منظمات النمو التالية :

ethephon: 2-chloroethylphosphonic acid (Ethrel)

daminozide: N-dimethylamino succinamic acid (B-Nine)

BAP: 6-benzylamino purine

وتؤدي المعاملة بالإثيلين لإنبات بذور بعض الخضروات ، مثل بعض أصناف الكرفس (خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٥°م) ، والخس (خاصة في البذور الحديثة الحصاد) ، حيث تنخفض نسبة الإنبات في الظلام . ويمكن التغلب عن تلك المشكلة في الكرفس بنقع البذور في محلول من الجبريلينات GA_{4+7} قبل الزراعة .

وقد ظهرت أهمية المعاملة بعدما استخدمت البذور المغلفة pelleted seed عند الزراعة في الحقل مباشرة على المسافات المرغوبة ، تبعاً لعملية الشتل المكلفة (انظر الباب الخامس عشر) . فقد أدى إتباع هذه الطريقة في الزراعة إلى ازدياد حدة مشكلة حاجة البذور للضوء لتنبت عند الإنبات ، وازداد التأخير في الإنبات تبعاً لذلك ، لكن أمكن التغلب على هذه المشكلة بإضافة مادة الكربوكسين إلى مادة التغليف المستخدمة في تغليف البذور .

١١ - ٥ - ٣ : معاملات البذور بهدف سهولة تداولها عند الزراعة

تجرى معاملات خاصة لبذور بعض الخضر بهدف جعل تداولها عند الزراعة أكثر يسرًا وسهولة ، وبذلك يمكن التحكم فى كثافة الزراعة . ومن أمثلة هذه المعاملات : إزالة الزوائد الشوكية الجانبية لبذور الخرز والأركان الفلينية لثمرة البنجر ، كما تدرج أيضًا حسب الحجم ، بحيث يحتوى الكيلو جرام الواحد من ثمار البنجر على ٥٠ - ١٠٠ ألف ، أو ١٠٠ - ١٥٠ ألف ثمرة . وغنى عن البيان أن هذه المعاملات تجرى بمعرفة شركات إنتاج البذور .

١١ - ٦ : مزايا وعيوب التكاثر الخضرى

يفيد التكاثر الخضرى فى الحالات الآتية :

١ - عندما لا تنتج النباتات بذورًا ، كما فى الثوم ، والقلقاس .

٢ - عندما يؤدى التكاثر بالبذور إلى إنتاج نباتات مخالفة فى صفاتها للصفات المميزة للصنف المزروع ، كما فى جميع الخضروات التى تنتج بذورًا ، ولكنها تكاثر تجاريًا بطريقة خضرية ، مثل الخرشوف ، والبطاطا .

٣ - عند الرغبة فى مقاومة بعض الأمراض ، كما فى حالة استعمال أصول طماطم مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ، أو أصول خيار مقاومة للذبول الفيوزارى .

٤ - كما يفيد التكاثر الخضرى عمومًا فى وصول النباتات إلى مراحل متقدمة من النمو فى فترة أقصر بكثير مما فى حالة التكاثر البذرى ، ويظهر ذلك بوضوح فى حالة الشليك والبطاطس مثلًا .

ومن أهم عيوب التكاثر الخضرى ما يلى :

١ - سهولة انتقال الأمراض الفيروسية من خلال الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

٢ - زيادة تكلفة التقاوى ، بالمقارنة بالتكاثر الجنسى بالبذور .

١١ - ٧ : طرق التكاثر الخضرى فى محاصيل الخضر

تتكاثر بعض محاصيل الخضر تجاريًا بواحدة أو أكثر من الطرق التالية :

١ - بالخلفات أو الفسائل : وهى النباتات الصغيرة التى تنمو من البراعم الجانبية على سيقان النباتات عند سطح التربة ، كما فى الشليك ، والخرشوف .

٢ - بالدرنات : وهى السيقان المتحورة إلى أعضاء خزين ، كما فى البطاطس ، والطرطوفة .

٣ - بالكورمات : وهى كذلك سيقان متحورة إلى أعضاء لخزين ، وتظهر عليها عقد ، وسلاميات ، وأوراق حرشفية ، وبراعم عند العقد ، كما فى القلقاس .

٤ - بالأبصال : كما فى البصل والثوم . والأخير يتكاثر بالفصوص التى تكون البصلة .

٥ – بالجذور : كما فى البطاطا التى تتحور فيها بعض الجذور إلى أعضاء تخزين . وتستخدم الجذور الرفيعة نسبيًا وغير الصالحة للاستهلاك فى إنتاج الشتلات .

٦ – بالعقل الساقية : كما فى البطاطا .

٧ – بالعقل الجذرية : كما فى فجل الخصان .

٨ – بالمدادات : وهى السيقان الجارية التى تنمو على سطح التربة ، وتعطى عند العقدة الثانية جذور جذرية ، وأوراقًا ، وبراعم يمكن فصلها لتصبح شتلة تستخدم فى التكاثر ، كما فى الشليك (شكل ١١ – ١) .

شكل ١١ – ١ : تكوين الخلفات من المدادات (السيقان الجارية) فى الشليك (عن Denisen ١٩٧٩) .

٩ – بتقسيم سيقان نباتات الأمهات طوليًا ، بحيث يحتوى كل قسم على برعمين أو ثلاثة ، كما فى الخرشوف .

١٠ – بالتطعيم : ويتبع عند الرغبة فى استخدام أصول مقاومة لأمراض معينة ، خاصة فى الزراعات المحمية . وتتبع هذه الطريقة بصورة تجارية بغرض مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم فى هولندا ، والذبول الفيوزارى للخيار فى اليابان .

١١ - ٨ : معاملة الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بالحرارة لتخليصها من الفيروسات

يؤدى تعريض الأنسجة النباتية لدرجة حرارة ٣٦°م إلى حدوث تثبيط كامل لبعض الفيروسات ، بينما يحدث وقف لنشاط البعض الآخر . وبمضى الوقت يصبح النسيج النباتى خاليًا من الفيروس .

ومن أمثلة المعاملات التى تجرى خارجيًا للتخلص من الفيروسات فى الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر ما يلى :

١ - تخليص درنات البطاطس من فيروس التفاف الأوراق leaf roll virus بحفظ الدرنات فى درجة حرارة ٣٦°م لمدة ٢٠ يومًا .

٢ - تخليص نباتات القرنولة من فيروس التبرقش mottle virus بحفظ النباتات فى درجة حرارة ٣٧° لمدة ٥٠ يومًا (Smith ١٩٧٧) .

٣ - كما وجد Kaiser (١٩٨٠) أن تخزين درنات البطاطس المصابة فى درجة حرارة ٣٧°م لمدة ٣ - ٦ أسابيع قبل زراعتها أدى إلى تخليصها تمامًا من الفيروسات التالية :

فيروس التفاف أوراق البطاطس Potato leaf roll virus

فيروس موزايك البرسيم الحجازى Alfalfa mosaic virus

فيروس حلقة الطماطم السوداء Tomato black ring virus

حيث لم تُكتشف أى من هذه الفيروسات فى النباتات الناتجة من الدرنات المعاملة . هذا .. إلا أن التخزين فى حرارة ٣٧°م لمدة ٦ أسابيع أدى إلى خفض نسبة إنبات الدرنات إلى ٤٤ ٪ فى ٨ أصناف من البطاطس .

١١ - ٩ : تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر

كثيرًا ما يستدعى الأمر تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر لحين زراعتها . وللمحافظة على حيويتها يجب أن يكون التخزين فى ظروف خاصة من الحرارة والرطوبة النسبية ، كتلك الموضحة فى جدول (١١ - ٣) .

جدول (١١ - ٣) : الظروف المناسبة لتخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر فى محاصيل الخضر .

المحصول	الجزء المستخدم فى التكاثر	درجة الحرارة المناسبة (°م)	الرطوبة النسبية المناسبة (٪)
الهليون	التيجان	٢ - ٤	٨٥ - ٨٠
الثوم	الفصوص أو الرؤوس	١٠	٦٥ - ٥٠
فجل الحصان	الجذور	صفر	٩٠ - ٨٥
البصل	البصيلات	صفر	٧٥ - ٧٠
البطاطس	الدرنات	٢ - ٤	٩٠
البطاطا	الجذور	١٣ - ١٥	٩٠ - ٨٥
الروبارب	التيجان	صفر - ٢	٨٥ - ٨٠
الشليك	الشتلات	صفر - ٢	٩٥ - ٩٠

١١ - ١٠ : كمية التقاوى المستخدمة فى زراعة الخضر

١١ - ١٠ - ١ : العوامل المؤثرة على كمية التقاوى اللازمة للزراعة

تتحدد كمية التقاوى اللازمة للزراعة بالعوامل الآتية :

١ - حجم بذور الصنف ، خاصة فى البقوليات والذرة السكرية .

٢ - نسبة إنبات البذور .

٣ - مسافة الزراعة ، وطريقة الزراعة السائدة شتًا ، أو فى سطور .

٤ - عدد النباتات المطلوبة فى الجورة الواحدة .

٥ - طبيعة التربة .. فتزيد كمية التقاوى فى الأراضى الثقيلة .

٦ - درجة الحرارة السائدة .. فتزيد كمية التقاوى بنقص أو زيادة درجة الحرارة عن الدرجة المثلى .

٧ - حجم وقوة نمو البادرات .. فبعض الخضر - كالجزر - يلزم زراعتها بكثافة ، على أن تخف فيما بعد ، لأن بادراته ضعيفة ورهيفة ، وتتأخر فى الإنبات ، ولا تستطيع منافسة الحشائش .

٨ - احتمالات الإصابة بالأمراض والحشرات عقب الإنبات مباشرة . ففى حالات توقع الإصابات الشديدة تجب زيادة كمية التقاوى مع إجراء عملية الخف .

١١ - ١٠ - ٢ : حساب كمية التقاوى اللازمة للزراعة

تستخدم المعادلات التالية فى حساب كمية التقاوى اللازم زراعتها :

١ - إذا عرفت كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة الفدان الواحد تحت ظروف الزراعة العادية على أساس أن نسبتى النقاوة والإنبات هى النسب القياسية التى يحددها القانون ، فإنه يمكن حساب كمية التقاوى التى تجب زراعتها من التقاوى المتوفرة إذا علمت نسبتا النقاوة والإنبات فيها كالتالى :

$$\text{كمية التقاوى اللازمة/ فدان} = \frac{\text{كمية التقاوى التى يوصى بها} \times \text{القيمة الزراعية القياسية}}{\text{القيمة الزراعية الفعلية}}$$

حيث إن :

$$\text{القيمة الزراعية القياسية} = \frac{\text{نسبة النقاوة القياسية} \times \text{نسبة الإنبات القياسية}}{١٠٠}$$

$$\text{القيمة الزراعية الفعلية} = \frac{\text{نسبة النقاوة الفعلية} \times \text{نسبة الإنبات الفعلية}}{١٠٠}$$

هذا .. ويمكن استخدام القيمة الزراعية الفعلية فى مقارنة التقاوى المتحصل عليها من مصادر مختلفة ، إلا أن القيمة الزراعية الفعلية قد تكون واحدة فى عينتين من التقاوى ، لكن تفضل واحدة على الأخرى . فمثلًا .. عينة بها نسبة الإنبات ٩٠٪ ، ونسبة النقاوة ٩٩٪ ، وأخرى بها نسبة الإنبات ٩٩٪ ، ونسبة النقاوة ٩٠٪ – تبلغ القيمة الزراعية فى كل منهما ٨٩,١ ، ومع ذلك تفضل العينة الأولى على الثانية عندما تكون أسباب عدم النقاوة راجعة إلى وجود نسبة مرتفعة من بذور الحشائش ، خاصة الخبيثة منها ، كما أن نسبة النقاوة يمكن تقديرها بدقة ، أما نسبة الإنبات ، فلا تكون بنفس الدرجة من الدقة ، لأن الاختبار يجرى على عدد محدود من البذور (Davidson ١٩٦١) .

٢ – يمكن أيضًا حساب كمية التقاوى التى تلزم لزراعة الهكتار (الهكتار = ٢,٣٨ فدان) بالمعادلة التالية :

كمية التقاوى اللازمة بالكجم/ هكتار =

$$\frac{\text{متوسط وزن البذرة بالملليجرام} \times \text{عدد النباتات بكل متر مربع}}{\text{نسبة الإنبات فى المعمل} \times \text{العامل الحقلى}}$$

$$= \frac{١٠٠٠ \times \text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع}}{\text{عدد البذور فى الجرام} \times \text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}}$$

حيث إن العامل الحقلى field factor هو عامل تصحيح يأخذ فى الاعتبار النقص فى نسبة الإنبات الذى يحدث تحت ظروف الحقل ، بالمقارنة بالإنبات فى المعمل . وعندما يكون العامل الحقلى واحدًا صحيحًا فإن الإنبات يتساوى فى الحقل مع المعمل ، ولكنه يتراوح عادة ما بين ٠,٤ تحت الظروف السيئة ، كالتربة الثقيلة والحرارة المنخفضة ، و ٠,٨ تحت الظروف الحقلية الجيدة .

وتفيد المعادلة السابقة فى حساب كمية التقاوى اللازمة ، والتى يمكن زراعتها آليًا على المسافات المرغوبة ، دون الحاجة لإجراء عملية الخف المكلفة (Bleasdale ١٩٧٣) هذا .. ويحسب عدد النباتات فى وحدة المساحة بالمعادلة التالية :

$$\text{عدد النباتات فى وحدة المساحة} = \frac{\text{المساحة المعنية بالمتر المربع} \times \text{عدد النباتات فى الجورة}}{\text{المسافة بين الخطوط بالمتر} \times \text{المسافة بين النباتات بالمتر}}$$

وتطرح عادة من المساحة الكلية للحقل النسبة التى تشغلها قنوات الرى والمصارف المكشوفة والممرات ، وتتراوح هذه النسبة عادة من صفر٪ فى حالة الرى بالرش أو بالتنقيط مع نظام المصارف المغطاة إلى ١٠٪ فى حالة الرى السطحى مع نظام المصارف المكشوفة .

٣ - كما يحسب عدد البذور اللازم زراعتها بكل متر طولى من الخط بالمعادلة التالية :

عدد البذور فى المتر الطولى من الخط =

$$\frac{\text{المسافة بين الخطوط بالسم} \times \text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع}}{\text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}}$$

هذا .. ويجب تعديل الحسابات بالنسبة « لبذور » البنجر التى تعتبر ثماراً حقيقية عديدة البذور . وفى هذه الحالة تلزم معرفة عدد الثمار فى الجرام ، وعدد النباتات التى تنتج من ١٠٠ ثمرة ، ثم تحسب كمية الثمار اللازمة للهكتار بالمعادلة التالية :

كمية التقاوى (الثمار) بالكجم للهكتار =

$$\frac{\text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع} \times ١٠٠٠}{\text{عدد الثمار فى الجرام} \times \text{عدد النباتات التى تنتج من ١٠٠ ثمرة} \times \text{العامل الحقلى}}$$

٤ - كذلك يمكن حساب كمية التقاوى اللازمة لزراعة مساحة ما بالمعادلات التالية :

(أ) فى حالة الخضراوات التى تزرع بالبذور مباشرة فى الحقل :

كمية التقاوى اللازمة بالجرام =

$$\frac{\text{المساحة الفعلية المزروعة بالمتر المربع}}{\text{مسافة التخطيط بالمتر} \times \text{مسافة الزراعة بالمتر}} \times \text{عدد البذور فى الجورة} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة الإنبات}} \times \frac{١}{\text{عدد البذور فى الجرام}}$$

وتحت الظروف المصرية تحسب المساحة الفعلية المزروعة عادة على أساس أنها ٣٨٠٠ م٢ للفدان ، وذلك بعد استبعاد نحو ٤٠٠ م٢ تضيع فى قنوات الرى والبتون والمصارف .

هذا .. وتلزم مضاعفة كمية التقاوى فى حالة الزراعة على ريشتى (حافتى) خطوط الزراعة .

(ب) فى حالة الخضروات التى تزرع بطريقة الشتل :

كمية التقاوى اللازمة بالجرام =

$$\frac{\text{المساحة الفعلية المزروعة بالمتر المربع}}{\text{مسافة التخطيط بالمتر} \times \text{مسافة الزراعة بالمتر}} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة الإنبات}} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة الانتخاب}} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة النجاح}} \times \frac{١}{\text{عدد البذور بالجرام}}$$

حيث إن نسبة الانتخاب هى نسبة الشتلات التى تستعمل فى الزراعة بعد استبعاد الشتلات غير الصالحة . ونسبة النجاح هى نسبة نجاح عملية الشتل (خلف الله وآخرون ١٩٨٤) .

ويوضح جدول (١١ - ٤) كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة فدان من محاصيل الخضر المختلفة ، بما فى ذلك الخضروات اللاجنسية التكاثر (عن مرسى والمربع ١٩٦٠) .

جدول (١١ ـ ٤) : كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة فدان من محاصيل الخضر المختلفة .

المحصول	كمية التقاوى
باذنجان	٢٠٠ ـ ٣٠٠ جم عند الشتل ، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
بامية	١٠ ـ ٢٠ كجم
بسلة	١٥ ـ ٥٠ كجم حسب الصنف وطريقة الزراعة
بصل	٤ ـ ٨ كجم
بطاطا	٢٥٠٠٠ عقلة يتحصل عليها من ٢ ـ ٣ قراريط من الزراعة القديمة (القيراط = ١٧٥ م^2) أو من قيراط واحد من الشتل
بطاطس	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ طن درنات كاملة أو مجزأة .
بطيخ	١ كجم
بقدونس	٨ ـ ١٢ كجم
بنجر	٤ ـ ٥ كجم
ثوم	٥٠ ـ ٧٠ كجم فصوص أو ١٠٠ ـ ١٥٠ كجم ثوم بالعروش
جرجير	٨ كجم
جزر	١,٥٠ ـ ٣,٠٠ كجم للصنف البلدى ، ٥ كجم للأصناف الأجنبية
خبازى	٨ ـ ١٠ كجم
خرشوف	٦ ـ ٨ قراريط من نباتات المزرعة القديمة
خس	٠,٥ كجم عند الشتل ، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
خيار	١,٠ ـ ١,٥ كجم
رجلة	١٠ كجم
سبانخ	١٠ ـ ١٥ كجم
سلق	٤ ـ ٨ كجم
شليك	٣ ـ ٥ قراريط من نباتات المزرعة القديمة
شمام	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ كجم
طرطوفة	٠,٥ طن درنات
عجور	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ كجم
قاصوليا	١٥ ـ ٥٠ كجم حسب الصنف وطريقة الزراعة
فجل	٨ ـ ١٠ كجم
فلفل	٣٠٠ ـ ٦٠٠ جم عند الشتل ، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة .
فول رومى	٣٠ ـ ٦٠ كجم
قاوون	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ كجم
قثاء	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ كجم
قرع عسل	٥٠٠ ـ ٦٠٠ جم
قرع كوسة	١ كجم صيفى ، ٢ كجم شتاء
قنبيط	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم
قلقاس	١ ـ ١,٥ طن
كرات أبو شوشة	٣ كجم تعطى نحو ٧٥٠٠٠ شتلة
كرات مصرى	٢٠ ـ ٢٥ كجم
كرفس	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم
كرنب	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم من الصنف البلدى ، ٣٥٠ ـ ٤٥٠ جم من الاصناف الأجنبية فى حالة الشتل ، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة .

جدول (١١ - ٤) : يتبع

المحصول	كمية التقاوى
كرنب أبو ركبة	١ كجم عند الشتل ، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
كرنب بروكسل	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم
لفت	٤ ـ ٥ كجم
لوبيا	٨ ـ ١٥ كجم حسب الصنف
ملوخية	١٠ ـ ٣٠ كجم حسب ميعاد الزراعة
هليون	٢٠٠ ـ ٣٥٠ جم بذور تكفى لإنتاج ٨٠٠٠ ـ ١٢٠٠٠ قرص
هندباء	٠,٥ كجم ، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة

١١ - ١١ : المراجـــع

خلف الله ، عبد العزيز محمد ، ومحمد عبد اللطيف الشال ، ومحمد محمد عبد القادر ، وهانىء محمود بدر (١٩٨٤) . مورفولوجيا الخضر . دار المطبوعات الجديدة - الإسكندرية - ٣٢٠ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثانى : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

Adriance, G.W. and F.R. Brison. 1955. Propagation of horticultural plants. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 298p.

Bleasdale, J.K.A. 1973. Plant physiology in relation to horticulture. The MacMillan Pr., Ltd., London. 144p.

Davidson, W.A. 1961. What labels tell and do not tell. In United States Department of Agriculture Yearbook 'Seeds' pp. 462-469 Washington, D.C.

Denisen, E.L. 1979. Principles of horticulture. McMillan Pub. Co., N.Y. 483 p.

Dixon, G.R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc.,Westport, Connecticut. 404p.

Fordham, R. and A.G. Biggs. 1985. Principles of vegetable crop production. Collins Professional and Technical Books, London. 215p.

Hawthorn, L.R. and L.H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakiston Co., Inc., N.Y. 626p.

Kaiser, W.J. 1980. Use of thermotherapy to free potato tubers of alfalfa mosaic, potato leaf roll, and tomato black ring viruses. phytopathology 70: 1119-1122.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Smith, K.M. 1977 (6^{th}ed.). Plant viruses. Chapman and Hall, London. 241p.

Thompson, H.C. and W.C. kelly. 1957 Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y 611p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.) Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

الفصل الثانى عشر

أوعية نمو النباتات ، والبيئات المستخدمة فى الزراعة بها

تتجه الأساليب العصرية فى إنتاج الخضر إلى استعمال أوعية خاصة plant containers لا يعاد استخدامها غالبًا ، وتملأ ببيئات خاصة للزراعة ونمو الجذور ، وتتبع هذه الوسائل فى إنتاج شتلات الخضر ، وهو ما سنتناوله بالشرح فى هذا الفصل ، وفى زراعة وإنتاج محاصيل الخضر ، كما فى بعض أنواع الزراعات المحمية داخل الصوبات ، كالمزارع المائية التى تستخدم فيها بيئات خاصة لنمو الجذور وتثبيت النباتات ، وهى التى نتناولها بالدراسة فى الفصل الثالث والعشرين من هذا الكتاب .

١٢ - ١ : مواصفات أوعية نمو النباتات

تتعدد أشكال وأنواع أوعية نمو النباتات . ورغم أن بعض القصارى الكبيرة يمكن أن تستخدم فى زراعة وإنتاج النباتات الكبيرة حتى الحصاد ، إلا أن غالبية أوعية نمو النباتات تستخدم فى إنتاج الشتلات .

ويمكن تقسيم الأنواع المختلفة من أوعية نمو النباتات على الوجه التالى :

١ - أوعية يعاد استخدامها عدة مرات non-disposable : وهذه تملأ فى كل مرة بالبيئات المستخدمة فى الزراعة .

٢ - أوعية تستخدم مرة واحدة disposable ، وهى نوعان :

(أ) أوعية تملأ بالبيئات المستخدمة فى الزراعة .

(ب) أوعية تحتوى على بيئات الزراعة الخاصة بها .

ويشترط فى الأوعية النباتية الجيدة أن تكون :

١ - غير قابلة للصدأ .

٢ - قـــوية .

٣ - يمكن تخزينها فى حيز ضيق وهى متداخلة stakable .

٤ - خفيفة الوزن .

٥ - جيدة المظهر .

٦ - رخيصـــة .

٧ - لا تتأثر كثيرًا بدرجات الحرارة الخارجية .

١٢ - ٢ : الأوعية النباتية التى يعاد استخدامها

١٢ - ٢ - ١ : الأصص

الأصص pots قد تكون مسامية ، أو عديمة المسام . وتصنع الأصص المسامية من الطمى ، فى حين تصنع الأصص العديمة المسام من المعدن أو الخرسانة أو المطاط أو البلاستيك ، وتصنع كلها بأحجام مختلفة (شكل ١٢ - ١) .

يعاب على الأوعية المسامية (الفخارية) تراكم الأملاح بها . وتعالج هذه المشكلة بنقع الأصص من حين لآخر فى الماء لعدة ساعات ، ثم غسلها فى ماء جار . كما يعاب على الأوعية غير المسامية سوء التهوية بها ، واحتمال زيادة رطوبتها إلى الحد الضار بالنباتات النامية بها . ومن المشاكل الأخرى .. امتصاص جدر الأوعية الفخارية الجديدة لجزء من الشرات المستخدمة فى التسميد ، ويعالج ذلك برى النباتات كل ٧ - ١٠ أيام بماء مذاب فيه نحو ٧,٥ جم كبريتات الأمونيوم/ لتر .

شكل ١٢ - ١ : الأصص البلاستيكية .

١٢ - ٢ - ٢ : الصناديق الخشبية والمعدنية والبلاستيكية

تستخدم الصناديق (الطاولات أو الصوانى) Flats فى إنتاج الشتلات ، وتوجد منها صناديق خشبية ومعدنية وبلاستيكية . ويتراوح عرض الصندوق من ١٥ - ٦٠ سم ، وطوله من ٤٥ - ٩٠ سم ، وارتفاعه من ١٠ - ١٥ سم ، ولكن الشائع هو استعمال صناديق ذات أبعاد ٤٠ × ٦٠ ، أو ٣٥ × ٥٠ ، وبارتفاع ١٠ سم . ويجب توحيد أبعاد الصناديق ، تسهيلًا لإجراء العمليات الزراعية . وتتكون قاعدة الصناديق الخشبية من شرائح خشبية غير تامة الالتحام مع بعضها البعض ، فتترك بينها مسافة نحو ٣ مم لضمان الصرف الجيد . أما الصناديق المعدنية والبلاستيكية ، فإنها تكون مزودة بثقوب فى القاع (شكل ١٢ - ٢) . وتستعمل مع الصناديق لوحة للتسطير row marker ، وأخرى لعمل أماكن لغرس الشتلات عند التفريد spotting board .

١٢ - ٢ - ٣ : طاولات (صوانى) الإنتاج السريع للشتلات (سيدلنج تريز)

تصنع طاولات (صوانى) الإنتاج السريع للشتلات (سيدلنج تريز) Speedling trays من البلاستيك أو الاستيروفوم styrophoam ، وتوجد بها انخفاضات مخروطية بشكل حرف V نحو الجذور ، حيث يمكن نزع الشتلة بجذورها كاملة . وتحتوى كل صينية على عدد من الثقوب يختلف حسب مساحة الصينية ، وحجم الثقوب ، والمسافات بينها . ومن أكثر الأنواع شيوعًا : صوان تحتوى على ٨٤ ثقبًا . وتتراوح المسافة بين الثقوب من ٣ - ٥ سم ، وبعمق نحو ٣ سم . ويمكن إعادة استخدام الصوانى بعد تعقيمها كيميائيًا أشكال (١٢ - ٣ ، ١٢ - ٤) . وتعتبر الـ speedling trays هى أفضل الوسائل لإنتاج شتلات الأصناف المهجن .

١٢ - ٣ : الأوعية النباتية التى لا يعاد استخدامها

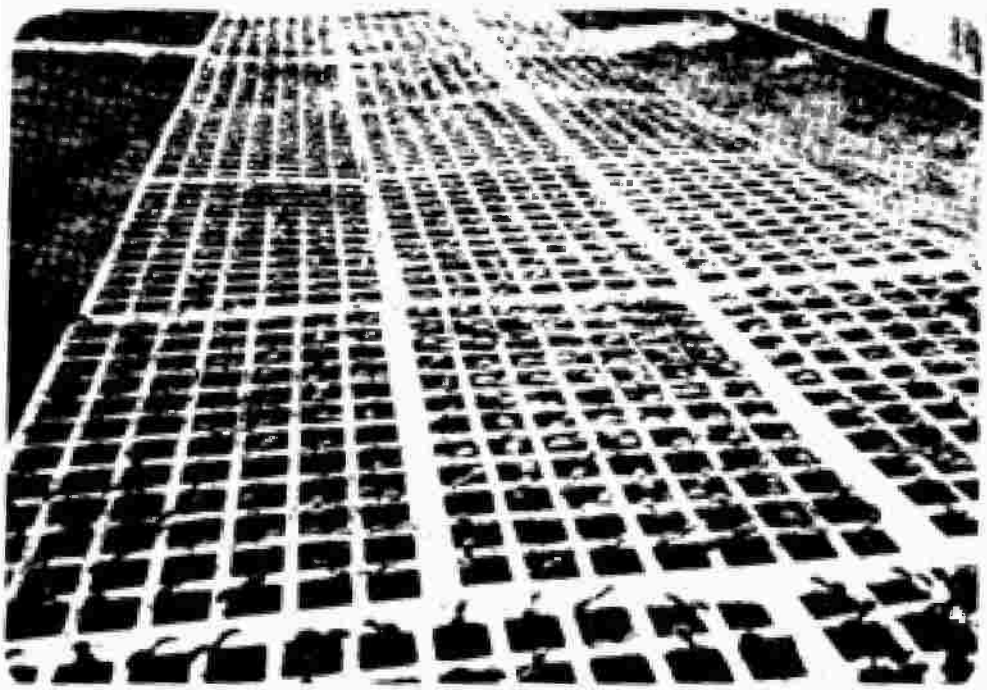
تستخدم هذه الأوعية مرة واحدة ، حيث توضع فى الأرض مع الشتلة ، وتتحلل أنسجتها فى التربة .

١٢ - ٣ - ١ : الأصص

تصنع الأصص التى لا يعاد استخدامها من البيت ، وتسمى peat pots ، أو أصص جفى jiffy pots ، وتوجد بأحجام مختلفة . تملأ هذه الأصص ببيئات الزراعة ، وتزرع فيها النباتات لحين وصولها إلى الحجم الصالح للشتل ، ثم يزرع النبات بالأصيص فى الحقل ، حيث تتحلل جدر الأصيص وتنفذ الجذور من خلاله إلى التربة . ولذلك أهمية كبيرة فى احتفاظ النباتات بجذورها كاملة . وتباع هذه الأصص إما منفردة (شكل ١٢ - ٥) ، أو فى مجموعات متصلة (شكل ١٢ - ٦) يسهل فصلها عن بعضها البعض عند الشتل .

وقد تتعرض النباتات النامية داخل هذه الأوعية لنقص النيتروجين بسبب تحلل جدر الأوعية بفعل الكائنات الدقيقة ، وحاجة هذه الكائنات للنيتروجين الذى تحصل عليه من البيئة التى تنمو فيها جذور النباتات . وتعالج هذه المشكلة بإضافة كبريتات الأمونيوم إلى ماء الرى بمعدل ٧,٥ جم/ لتر ماء كل ٧ - ١٠ أيام .

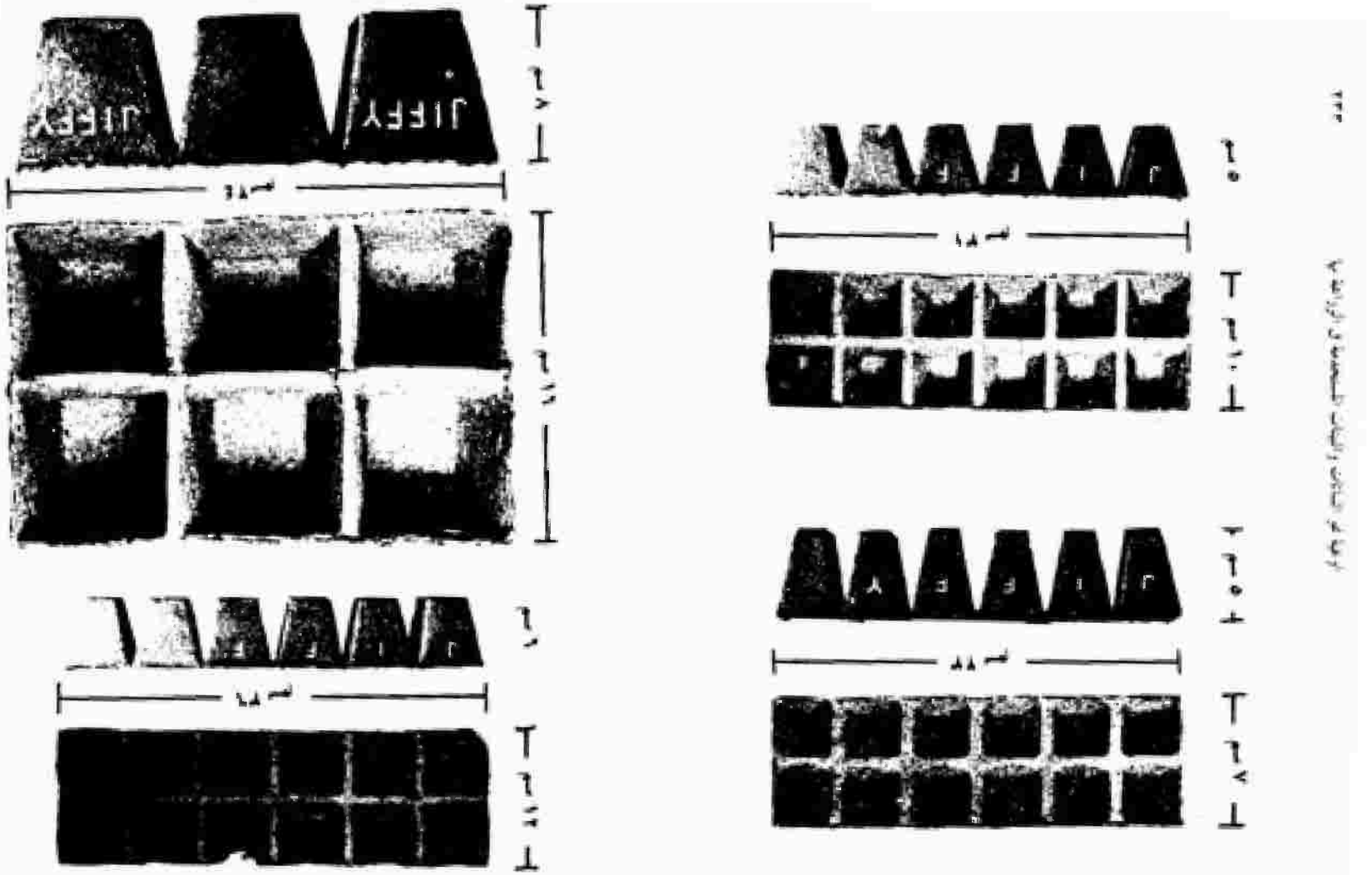
شكل ١٢ - ٢ : الحظيرات أو الحصوال الإلاستيكية .



شكل ١٢ - ٣ : طاولات الإنتاج السريع للشتلات speedling trays بكل منها ٨٤ ثقبًا مربعًا . وتظهر بها بادرات القاوون المعدة للزراعة فى الصوب .

شكل ١٢ - ٤ : طاولات الإنتاج السريع للشتلات Speedling trays بكل منها ١٠٤ ثقبًا مستديرًا ، وتظهر بها بادرات الفلفل المعدة للزراعة فى الصوب .

شكل ١٢ - ٥ : أصص جفي Jiffy pot ، أو أصص البيت Peat pots .



شكل ١٢ – ٦ : أسمص حلى متصلة بعضها البعض فى مجموعات ليسهل نقلها من المشغل إلى الحقل الدائم . ويمكن فصل هذه الأسمص عن بعضها البعض بسهولة عند التشغيل .

كما قد تصنع الأصص التي لا يعاد استخدامها من الورق ، وتتوفر إما في صورة مكعبات ، وتسمى paper blocks ، أو متصلة ببعضها على شكل عش النحل ، وهي التي تعرف باسم paper pots . تعبأ الأوعية الورقية ، وتعرض للبيع ، وتنقل وهي مضغوطة . وعند الاستعمال تفرد على سطح أرض المشتل ، حيث تظهر أماكن زراعة النباتات على شكل مربعات ، أو على شكل عش النحل شكل (١٢ – ٧) . هذه الأوعية مفتوحة من الجانبين (من أعلى ومن أسفل) ، وتباع بأحجام مختلفة حسب المحصول المراد زراعته بها . وتضم كل وحدة عددًا من الأوعية يتراوح بين ٢٠ – ٢٥٠ حسب حجم الوعاء .

شكل ١٢ – ٧ : الأصص الورقية من نوع عش النحل بعد فردها على سطح التربة ، استعدادًا لزراعتها .

ورغم أن هذه الأوعية تكون ملتصقة ببعضها البعض عند استخدامها في الزراعة ، إلا أن عملية الري تجعل من السهل فصلها عن بعضها البعض عند إعدادها للزراعة في الحقل الدائم ، حيث يزرع النبات بوعائه . ويعني ذلك أن كل وعاء له جذره الخاصة به ، بحيث يمكن فصله عن الأوعية المجاورة عند الشتل ، وهذا هو النظام المتبع في أوعية عش النحل شكل (١٢ – ٨) ، إلا أنه في غالبية المكعبات الورقية لا يكون لكل وعاء جذره الخاصة به ، الأمر الذي يستلزم إخراج الشتلة بعملية الجذور من الوعاء عند الزراعة .

شكل ١٢ - ٨ : أوعية عش النحل بها بادرات طماطم . تؤدى رى النباتات إلى ذوبان المادة اللاصقة بين الأوعية ، لكنها تظل متراصة . ويمكن نقلها إلى الحقل الدائم فى مجموعات ، حيث يسهل فصلها عن بعضها البعض عند الشتل .

١٢ - ٣ - ٢ : أقراص جيفى

تصنع أقراص جيفى Jiffy pellets من البيت موس المضغوط ، والقابل للتمدد بسهولة فى وجود الرطوبة . توضع مادة البيت موس داخل شبكة رقيقة مرنة ، ويضاف لها الكلس والعناصر السمادية . عند ترطيب هذه الأقراص بالماء ، فإنها تتمدد ، وتعود لحجمها الأصلى قبل الضغط . وتتوفر بأحجام مختلفة ، مثل : جيفى ٧ ، وجيفى ٩ . وأكثرها استعمالاً جيفى ٧ .

تحتوى كل ١٠٠ جرام من أقراص جيفى ٧ على كميات العناصر التالية :

العنصر	الكمية
البوتاسيوم	٢٢٠ - ٢٥٠ جم
الكالسيوم	١ - ١,٢ جم

ويحوى القرص من العناصر الغذائية ما يكفى لنمو النبات النامى به بحاجته لمدة ثلاثة أسابيع . ويتصح بعد ذلك بإضافة سماد مناسب فى صورة ذائبة فى الماء .

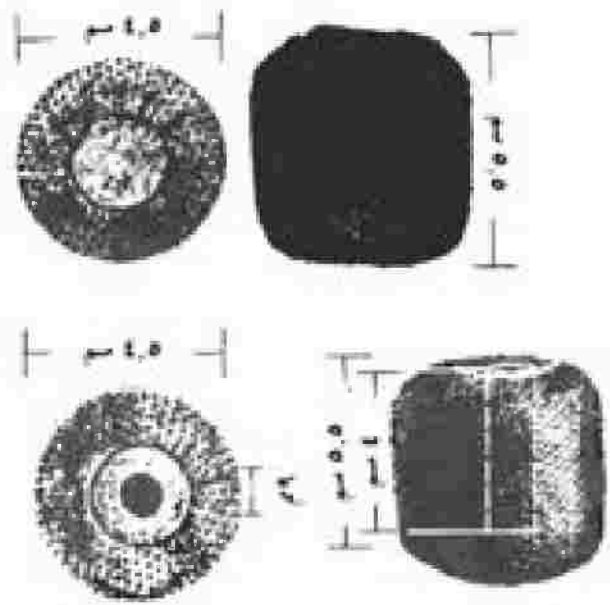
يعطى استعمال أقراص جيفى نموًا مبكرًا وسريعًا ، كما يسهل إجراء عملية الشتل . وللحصول على أحسن النتائج يراعى ما يلى :

١ - يجب وضع الأقراص فوق مكان تظليل ، ويُفضل أن يكون شريحة بلاستيكية . والعادة هى أن ترص أقراص جيفى بجانب بعضها البعض عند الاستعمال ، ولكن يمكن وضعها متباعدة حسب حجم النباتات المتوقع عند النمو .

٢ - الرى المنتظم ضرورى ، ويجب ألا يسمح بجفاف الأقراص مطلقًا .

٣ - عند الشتل يوضع القرص كاملًا فى التربة ، ولا تزال الشبكة الخارجية ، حيث تخترقها الجذور بسهولة . وترى الأقراص جيدًا قبل نقلها إلى الحقل . ويجب التأكد من إحاطة التربة جيدًا بالقرص من جميع الجوانب ، وتعطيتها له عقب الشتل .

هذا .. وأقراص جيفى ٩ لها نفس قطر أقراص جيفى ٧ ، إلا أنها تكون أطول عندما تتمدد بفعل الرطوبة . وبعضها يحوى انخفاضًا صغيرًا بوسط القرص ، يظهر كحفرة بعمق مناسب لزراعة البذرة بعد أن يتمدد القرص بفعل الرطوبة (شكل ١٢ - ٩)



١٢ - ٤ : بيئات الزراعة وأهميتها

يطلق على البيئات المستخدمة فى الزراعة Growing media عادة اسم بيئات نمو الجذور Root media ، أو مخاليط التربة Soil mixes ، لأن التربة كانت تدخل كمكون رئيسى فى عمل هذه البيئات ، إلا أن الاتجاه الغالب حاليًا هو عدم استخدام التربة والأسمدة العضوية فى بيئات الزراعة ، لأن نقل التربة إلى الأصص وأوعية نمو النباتات يفقدها أهم خصائصها ، ألا وهى التهوية الجيدة ، وتوفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور ، نظرًا لأنها سريعًا ما تفقد خاصية التحبب granulation ، وتصبح مسامها ممتلئة بالماء أغلب الوقت . أما بقايا الأوراق والسماد الحيوانى وغيرهما من المواد العضوية المستخدمة فى عمل المكمورة ، فإنها لا تستعمل فى عمل مخاليط الزراعة ، لأنها لا تظل ثابتة عند معاملتها بالبخار ، أو عند تبخيرها بالمواد المستخدمة فى التعقيم ، كما أنها تنكمش فى الحجم بنحو ٣٣٪ تقريبًا مع الاستعمال . ويفضل استخدام مواد أخرى فى عمل مخاليط الزراعة ، مثل : الرمل ، والبيت موس ، والفيرميكوليت ، وقشور الأرز ، ونشارة الخشب ، وقلف الأشجار وغيرها حسب مدى توفر كل منها .

وترجع أهمية بيئة نمو الجذور إلى أنها :

١ - تعمل كمخزن للعناصر الغذائية .

٢ - تحتفظ بماء الرى لاستعمال النبات .

٣ - توفر الأكسجين بالقدر المناسب لاستخدام الجذور .

٤ - توفر الوسط الملائم لتثبيت الجذور والنبات .

١٢ - ٥ : الخصائص الطبيعية والكيمائية الهامة لبيئات نمو الجذور

من أهم الخصائص الطبيعية والكيمائية التى يجب الاهتمام بها فى بيئات نمو الجذور ما يلى :

١ - ثبات المادة العضوية : فيجب أن يكون تحلل المادة العضوية فى أضيق الحدود ، حتى لا يقل حجمها كثيرًا ، خاصة أن أوعية نمو النباتات تكون عادة صغيرة الحجم . ومن أكثر مكونات مخاليط الزراعة تحللًا : القش ، ونشارة الخشب . ولا يُنصح باستعمال أى منها .

٢ - نسبة الكربون إلى النيتروجين : إذا زادت نسبة الكربون (المواد الكربوهيدراتية) إلى النيتروجين عن ٣٠ : ١ ، فإن النيتروجين الموجود بالبيئة أو المضاف لها فى صورة أسمدة تستخدمه الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المادة العضوية ، ويؤدى ذلك إلى نقص الأزوت ، وهو الأمر الذى يجب تعويضه بزيادة مستوى التسميد الأزوتى .

وتجدر الإشارة إلى أن نسبة ك : ن فى نشارة الخشب تبلغ ١٠٠٠ : ١ ، وتلزم إضافة ١٢ كيلو جرام من الأزوت لكل طن من نشارة الخشب لتسهيل عملية التحلل . وبالمقارنة .. فإن هذه النسبة تبلغ ٣٠٠ : ١ فى قلف الأشجار ، ويلزم ٣,٥ كيلو جرام نيتروجين لكل طن من قلف الأشجار حتى يتحلل جيدًا . وبينما يتحلل قلف الأشجار على مدى ثلاث سنوات ، فإن نشارة الخشب تتحلل فى خلال أشهر قليلة . وعليه .. نجد أن قلف الأشجار لا يحدث نقصًا حادًا فى النيتروجين فى البيئة ،

برغم ارتفاع نسبة الكربون فيه . ويعتبر قلف الأشجار أحد المكونات المرغوبة فى بيئات نمو الجذور .

٣ – الكثافة الظاهرية

ترجع أهمية الكثافة الظاهرية إلى أنه من الضرورى أن تكون بيئة نمو الجذور قليلة بالدرجة الكافية منع انقلاب أوعية نمو النباتات ، خاصة عندما تكبر النباتات فى الحجم . فنجد مثلاً أن بيئة مكونة من الفيرميكيوليت والبرليت تبلغ كثافتها ٣٢ رطلاً لكل قدم مكعب عقب الرى ، لكن كثافتها تنخفض عند جفافها إلى ٦,٥ رطلاً لكل قدم مكعب ، الأمر الذى يجعل انقلاب النباتات الكبيرة فى القصارى أمرًا واردًا . ومن ناحية أخرى .. نجد أن بيئات نمو الجذور الثقيلة جدًا تجعل تداولها أمرًا صعبًا وغير اقتصادى . وأفضل البيئات هى التى تتراوح كثافتها من ٤٠ – ٧٥ رطلاً لكل قدم مكعب بعد الرى .

٤ – المقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة والتهوية

يجب أن يتوفر فى البيئة المثالية قدر من التوازن بين التهوية والمقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة ، فيجب أن يكون من ١٠ – ٢٠٪ من حجم البيئة مملوءًا بالهواء ، ومن ٣٥ – ٥٠٪ مملوءًا بالماء عقب الرى . ويتحقق ذلك بالاختيار الدقيق لمكونات البيئة بإضافة مواد ، مثل : البيت موس ، والفيرميكيوليت .

٥ – السعة التبادلية الكاتيونية

يجب أن تتراوح السعة التبادلية الكاتيونية فى بيئة نمو الجذور من ١٠ – ٣٠ ملل مكافىء/ ١٠٠ جم من المخلوط ، والقيم الأعلى من ذلك ليست شائعة ، ولكنها مفضلة ، بينما تتطلب القيم الأقل من ذلك تكرار إضافة الأسمدة كثيرًا . هذا .. وتزيد السعة التبادلية الكاتيونية فى الطين ، والبيت موس ، والفيرميكيوليت ، والمواد العضوية المتحللة عمومًا ، بينما تنخفض إلى درجة لا يعتد بها فى الرمل ، والبرليت ، والبوليستيرين ، والمواد العضوية غير المتحللة ، مثل : قشور الأرز ، وقشور الفول السودانى .

٦ – درجة الحموضة (pH)

يتراوح أفضل pH لمعظم المحاصيل من ٦,٢ – ٦,٨ . وبعض المكونات تكون حامضية ، مثل : البيت موس ، وقلف الأشجار ، والكثير من المواد العضوية المتحللة ، بينما نجد أن الرمل ذا pH = ٧ يجب تعديل pH المخلوط إلى المدى المناسب بعد تحضيره .

٧ – محتوى البيئة من العناصر الغذائية

كثيرًا ما تضاف الأسمدة إلى بيئات نمو النباتات ، وبعد ذلك أمرًا مرغوبًا عند استخدامها فى إنتاج الشتلات ، نظرًا لأن النباتات تعتمد عليها فى مدها بحاجتها من الغذاء لمدة ٣ – ٤ أسابيع . وتفضل عدم إضافة الأسمدة إلا إذا أعدت البيئات قبل استخدامها فى الزراعة مباشرة ، حتى لا يؤدى تركها فى جو رطب إلى زيادة تيسر العناصر بدرجة السمية ، ونستثنى من ذلك الأسمدة الفوسفاتية التى يكون من الأفضل إضافتها إلى البيئة عند تحضيرها بمعدل ٢,٥ رطل سوبر فوسفات (٢٠٪) لكل

باردة مكعمة من الفلوط ، لأن الفوسفور لا يزيد تركيزه عند تخزين مخاليط الزراعة . كما تلزم أيضًا إضافة العناصر الدقيقة إلى البيئات التى لا تكون فيها التربة إحدى مكوناتها الرئيسية (Nelson ١٩٨٥) . ويوضح جدول (١٢ - ١) المستوى المناسب من العناصر الغذائية الرئيسية فى مخاليط الزراعة (عن Mastalerz ١٩٧٧) .

جدول (١٢ - ١) : المستوى المناسب من العناصر الغذائية فى مخاليط الزراعة .

العنصر	الصورة		المستوى المناسب
النيتروجين	ن أ	NO_3	٥٠ - ٢٥٠ جزء فى المليون
الفوسفور	فو	P	١٢٥ - ٤٥٠ جزء فى المليون
البوتاسيوم	بو	K	٠,٧٥ - ١,٥ ملل مكافىء / ١٠٠ جرام ٣ - ٧,٥ ٪ من السعة التبادلية الكاتيونية
الكالسيوم	ك	Ca	٨ - ١٣ ملل مكافىء / ١٠٠ جم ٥٢ - ٨٥ ٪ من السعة التبادلية الكاتيونية
المغنسيوم	مغ	Mg	١,٢ - ٣,٥ ملل مكافىء / ١٠٠جم ٧,٥ - ٢١ ٪ من السعة التبادلية الكاتيونية

هذا .. ويمكن إيجاز الشروط التى يجب توافرها فى مخلوط التربة الجيد فى أن يكون :

١ - تام التجانس ، ويسهل خلط مكوناته .

٢ - ثابتًا لا يتغير كيميائيًا عند تعقيمه بالبخار أو بالمطهرات الكيميائية .

٣ - جيد التهوية .

٤ - ذا مقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة .

٥ - قادرًا على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية ، فلا تفقد منه بالرشح .

٦ - متوسط الخصوبة ، وذا pH مناسب .

٧ - غير مكلف .

٨ - خفيف الوزن .

٩ - عديم الانكماش عند الاستعمال (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

١٢ - ٦ : المواد المستخدمة فى تحضير بيئات الزراعة

يدخل العديد من المكونات فى تحضير المخاليط المختلفة من بيئات الزراعة ، وأهمها المواد التالية :

١٢ - ٦ - ١ : التربة

أنسب الأراضى لعمل مخاليط الزراعة هى الطمية ذات التكوين الجيد ، الغنية بالدبال . ويجب إعداد الأراضى التى تستخدم فى تحضير مخاليط التربة مسبقًا بزراعتها لمدة ١ - ٣ سنوات بالبرسيم ، أو البرسيم الحجازى . فمثل هذه المحاصيل تخلف سنويًا نموًا جذريًا هائلًا يتحلل فى التربة إلى دبال ،

ويعمل على تحسين خواص التربة . ويجب حش هذه المحاصيل مرتين سنويًا ، وتركها على سطح التربة ، ثم تحرث فى التربة قبل إعداد الخلطة بنحو ٤ أشهر ، ثم تجمع التربة المخلوطة بالبرسيم فى أكوام حتى يتحلل البرسيم ، ويزيد من نسبة الدبال بالتربة ، ويحسن من خصائصها ببناء تجمعات التربة Soil aggregates ، لأن من أكبر مساوىء استخدام التربة فى أوعية نمو النباتات هى سرعة فقدها للبناء الجيد ، وتهدم التجمعات ، الأمر الذى يؤدى إلى رداءة التهوية بدرجة تضر بالنباتات .

١٢ - ٦ - ٢ : الرمـــل

يستخدم رمل البناء الخشن فى بيئات الزراعة لتحسين الصرف والتهوية ، ولزيادة كثافة المخاليط .

١٢ - ٦ - ٣ : السماد العضوى الحيوانى

يتميز السماد العضوى بارتفاع سعته التبادلية الكاتيونية ، فيعمل كمخزن للعناصر الغذائية ، كما أنه يعتبر مصدرًا جيدًا للعناصر . ونادرًا ما تظهر أعراض نقص العناصر الصغرى عند استخدام السماد العضوى فى بيئة نمو الجذور . كما يحتوى السماد العضوى على كميات قليلة من الأزوت ، والفوسفور ، والبوتاسيوم جدول (١٢ - ٢) ، لكن نظرًا لاستعماله بكميات كبيرة ، فإنه يوفر كميات جوهرية من هذه العناصر . وبالإضافة إلى ذلك .. فإن السماد العضوى ذو مقدرة كبيرة على الاحتفاظ بالرطوبة ، وهو الأمر الضرورى فى أى خلطة تستخدم لزراعة النباتات . وربما كان البيت موس هو أقرب المواد للسماد العضوى من حيث خصائصه ومميزاته .

جدول (١٢ - ٢) : نسبة النيتروجين والفوسفات والبوتاسيوم فى الأسمدة الحيوانية .

نوع السماد الحيوانى	نسبة العنصر على أساس الوزن الجاف		
	النيتروجين (N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
الماشية	٠,٥	٠,٣	٠,٥
الدواجن	١,٠	٠,٤	٠,٨
الخيل	٠,٦	٠,٣	٠,٦
الأغنام	٠,٩	٠,٥	٠,٨

وأفضل أنواع الأسمدة الحيوانية للإستعمال فى بيئات زراعة النباتات هو سماد الماشية المتحلل . أما أنواع الأسمدة الأخرى ، فتكون قوية ، ولا يجب استعمالها إلا بحرص وبكميات صغيرة . فغالبًا ما تكون نسبة الأمونيا مرتفعة بها ، خاصة فى مخلفات الدواجن ، الأمر الذى يحدث أضرارًا للجذور والنموات الخضرية .

يستخدم سماد الماشية فى البيئة بنسبة ١٠ - ١٥٪ . ويلى إضافته تعقيم الخلطة إما بالبخار ، أو بالكيماويات ، ويعد ذلك أمرًا ضروريًا للتخلص من الكائنات المسببة للأمراض ، والحشرات ، والنيماتودا ، وبذور الحشائش التى توجد بكثرة فى الأسمدة الحيوانية .

ويجب أن يكون الرى دائماً غزيرًا عند استعمال السماد الحيوانى فى خلطة الزراعة لضمان غسيل الأزوت الشادرى الذى قد يتحرر بكميات كبيرة من السماد . وحتى إذا لم تستخدم الخلطة فى الزراعة فى الحال ، فإنه يجب غسلها جيدًا بالماء كل فترة لنفس الغرض .

١٢ - ٦ - ٤ : المخلفات النباتية غير المتحللة

تضاف أحيانًا بعض المخلفات النباتية غير المتحللة إلى بيئات الزراعة ، وذلك بعد تقطيعها إلى أجزاء صغيرة ، حتى تختلط جيدًا بباقى المكونات . ويستخدم فى هذا المجال : القش ، ومصاصة القصب ، وقشور الأرز ، وقشور الفول السودانى . ويعاب عليها جميعًا ارتفاع نسبة الكربون إلى النيتروجين بها ، الأمر الذى يؤدى إلى نقص فى الأزوت بيئة الزراعة .

١٢ - ٦ - ٥ : المخلفات النباتية المتحللة (المكمورة)

يوجد العديد من المخلفات النباتية التى تدخل فى عمل المكمورة ، منها : نشارة الخشب ، وقلف الأشجار ، وقشور الأرز ، وقشور الفول السودانى ، والحشائش البحرية . وتعد هذه المواد ذات سعة تبادلية كاتيونية منخفضة جدًا قبل أن تتحلل ، لكن سعتها التبادلية الكاتيونية تزداد كثيرًا وكذلك مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة بعد أن تتحلل ، كما يؤدى التحلل إلى التخلص من العديد من المركبات الضارة التى توجد بها . وللمزيد من التفاصيل عن المكمورة وطريقة عملها يراجع الفصل الثامن عشر .

١٢ - ٦ - ٦ : القمامة المتحللة

لم تظهر لاستخدام القمامة المتحللة فى مخاليط الزراعة أية نتائج إيجابية .

١٢ - ٦ - ٧ : قلف الأشجار

تبلغ نسبة الكربون إلى النيتروجين حوالى ٣٠٠ : ١ فى قلف الأشجار Bark ، كما أن تحلله فى البداية يكون سريعًا ، لذلك فإن نقص الأزوت قد يكون مشكلة فى المراحل الأولى من النمو النباتى عند استخدام قلف الأشجار فى تحضير بيئات الزراعة ، نظرًا لأن الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليله تستهلك كل ما يوجد بالبيئة من نيتروجين . ويحتوى قلف بعض الأشجار على كميات وأنواع مختلفة من المركبات الفينولية التى تضر بالنباتات ، لكن هذه المركبات تتحطم أثناء تحلل القلف . وتلزم لإتمام ذلك فترة لا تقل عن شهر . ومن المزايا الأخرى لتحلل القلف - ونشارة الخشب أيضًا - زيادة السعة التبادلية الكاتيونية كثيرًا ، فترداد من نحو ٨ ملل مكافىء إلى ٦٠ ملل مكافىء لكل ١٠٠ جم ، الأمر الذى يزيد من مقدرة اللحاء على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية . ويجرى التحلل بخلط القلف بالنيتروجين بمعدل ٣ أرطال نيتروجين لكل ياردة مكعبة من اللحاء وتكويم المخلوط فى الحقل . وتستخدم نترات الأمونيوم كمصدر جيد للأزوت بمعدل ٩ أرطال لكل ياردة مكعبة ، نظرًا لأنها تحتوى على ٣٣٪ نيتروجين . ويتم التحلل الأولى السريع المطلوب فى مدة ٤ - ٦ أسابيع ، ويلزم قلب الكومة بعد ١ - ٢ أسبوع من بداية التحلل للمساعدة على تجانس التحلل . وتجدر الإشارة إلى أن الحرارة الناتجة من التحلل تكفى لبسترة القلف ، والتخلص من الكائنات المرضية الضارة .

١٢ - ٦ - ٨ : نشارة الخشب

يجب أن تكون نشارة الخشب متحللة جزئيًا ، نظرًا لأن تحللها الأولى يكون سريعًا جدًا ، ويتطلب كميات كبيرة من الأزوت ، لأن نسبة الكربون إلى النيتروجين فى نشارة الخشب تبلغ ١٠٠٠ : ١ - فيجب أن تتم عطوة التحلل السريع الأولى قبل استخدام النشارة فى تحضير بيئة نمو النباتات ، كما أن التحلل الأولى يساعد على التخلص من المركبات السامة التى قد توجد بالنشارة ، مثل التانينات .

ونشارة الخشب المتحللة جزئيًا لمدة شهر ، والمضاف لها الأزوت تكون حامضية ، وتتطلب خلطها بالحجر الجيرى لمعادلتها . ومع استمرار تحلل النشارة أثناء الاستعمال - كبيئة لنمو النباتات - يحدث انخفاض تدريجى فى pH الخلوط ، الأمر الذى يتطلب إضافات جديدة من الحجر الجيرى .

١٢ - ٦ - ٩ : البيت موس ، وأنواع البيت الأخرى

توجد أنواع مختلفة من البيت ، أهمها البيت موس Peat moss . ويفضل البيت موس الذى يكون لونه من رمادى خفيف إلى بنى ، حيث يكون قليل التحلل ، ويتكون من السفاجنم موس Sphagnum moss ، أو الهيبنم موس hypnum moss ، خاصة الأول . ويتراوح محتواه الأزوتى من ٠,٦ - ١,٤٪ ، ويتحلل ببطء . ويتميز بقدرته الكبيرة على الاحتفاظ بالرطوبة أكثر من جميع أنواع البيت الأخرى ، حيث يحتفظ بالماء بمقدار يعادل ٦٠٠٪ من حجمه . هذا .. ويعتبر السفاجنم موس من أكثر أنواع البيت حموضة ، حيث يبلغ فيه الـ pH من ٣ - ٤ ، ويتطلب من ١٤ - ٣٥ رطلاً من الحجر الجيرى المطحون جيدًا لكل ياردة مكعبة من البيت لرفع الـ pH إلى ما بين ٦,٢ و ٦,٨ ، وهو المجال المناسب لنمو معظم المحاصيل . والبيت نفسه يفيد فى خفض pH التربة القلوية .

هذا .. ويمكن رؤية التركيب الدقيق للموس فى البيت موس . وترجع مقدرته الفائقة على الاحتفاظ بالرطوبة إلى أنه يحتفظ بالماء بكميات كبيرة على الأسطح الكثيرة جدًا للموس ، بينما ترجع مساميته العالية إلى احتفاظه بالهواء فى المسام الكبيرة بين تجمعات البيت موس ، ولهذا السبب لا ينصح بطحن البيت موس طحنًا دقيقًا .

ومن أنواع البيت الأخرى الأقل استعمالاً فى الأغراض الزراعية : الريد سيدج بيت reed-sedge peat ، والبيت هيومس peat humus .

والـ Reed-sedge peat ذو لون بنى محمر ، ويتكون من نباتات المستنقعات ، مثل : الريدز reeds ، والسدج sedges ، والـ marsh grasses ، والـ Cattails ، ويوجد فى مراحل مختلفة من التحلل ، ولكنه يكون بصورة عامة أكثر تحللاً من البيت موس . وعليه .. فإن التهوية والمقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة تكون أقل مما هى فى البيت موس . وتتراوح حموضته من pH ٤ - ٧,٥ حسب مصدره .

أما الـ peat humus فلونه بنى داكن يميل إلى السواد ، وعلى درجة عالية من التحلل ، ويتحصل عليه غالبًا من hypnum peat ، أو من Reed sedge peat ، ولا يمكن ملاحظة الجزيئات النباتية الأصلية به ، لأنها تكون قد تحللت ، ومقدرته على الاحتفاظ بالرطوبة أقل من أنواع البيت الأخرى . وتتراوح حموضته من pH ٥ - ٧,٥ ، وبه مستوى مرتفع نسبيًا من النيتروجين . وعليه .. فإنه

لا يصلح لإنتاج الشتلات ، لأنه يطلق كميات كبيرة من النيتروجين النشادرى أثناء التحلل الميكروبى للبيت عند استعماله . ونادرًا ما يستغل هذا النوع من البيت فى عمل مخاليط الزراعة .

المصادر الطبيعية للبيت ، وطريقة تكونه

توجد معظم الأراضي التى تحتوى على البيت شمال خط عرض ٤٥° شمالاً . ويتكون البيت تحت ظروف المستنقعات الباردة بنمو نباتات خاصة تنتمى للـ Bryophyta ، وبصفة أساسية . Sphagnum fuscum و S.acutifolium ، وبصفة ثانوية Eriophorum vaginatum . وتنمو هذه النباتات بكثافة عالية ، وتمتص الرطوبة لتشكل ما يسمى باسم raised bogs ، وبعد نمو هذه النباتات ، فإنها تموت ، ولكنها لا تتحلل كيميائيًا ، ويبقى تركيبها الكيميائى كما هو . ومعظم التغيرات التى تحدث بها تكون فيزيائية ، نتيجة تجمد النباتات وتفككها .

وأفضل البيت هو البيت موس النقى الذى لا يوجد مختلطًا به نباتات أخرى . فإذا وجدت هذه النباتات . فإنها تعطى للبيت لونًا أدكن ، وتقل كفايته فى ادمصاص العناصر الغذائية وكمخزن للرطوبة . والأخير يطلق عليه اسم sedge moss لاحتوائه على بقايا معينة من الـ Sedge والـ Cotton-grass (Nelson ١٩٨٥) .

الخصائص العامة المميزة للبيت

يمكن تلخيص الخصائص العامة للبيت موس فيما يلى :

١ - وزن ٦٠ - ٧٠ كجم/ متر مكعب .

٢ - نسبة الفراغات به نحو ٩٥٪ من حجمه .

٣ - يحتوى على ١ - ٢٪ رماد .

٤ - يمكن أن يحتفظ برطوبة تبلغ ١٥ ضعف وزنه .

٥ - تفاعله حامضى ، حيث يصل الـ pH إلى ٣,٨ .

٦ - تقدر سعته التبادلية الكاتيونية بنحو ١٥٠ ملل مكافئ/١٠٠ جم عند تعديل الـ pH إلى ٧

٧ - ليس له أهمية تذكر فى تغذية النبات ، لأن محتواه من العناصر الغذائية ضعيف للغاية .

وتقوم الشركات بتجهيز بيت موس معدل ومخصب لاستخدامه فى الزراعة مباشرة . وعادة يعدل الـ pH إلى حوالى ٥,٥ بإضافة الحجر الجيرى بمعدل ٣,٢٥ كجم/ متر مكعب ، والحجر الجيرى الدولوميتى بمعدل ١,٧٥ كجم/ متر مكعب من البيت . كما تضاف له الأسمدة ليصل محتواه من العناصر الغذائية بالجرام لكل متر مكعب من البيت كالتالى (كما فى إحدى التجهيزات التجارية السويدية) :

٢٢٥ جم نيتروجين	٢٥٠ جم فوسفور
٣٥٠ جم بوتاسيوم	٢٥٠ جم مغنسيوم

٢٥٠٠ جم كالسيوم	٢٥٠ جم كبريت
٣٠ جم حديد	١٥ جم منجنيز
٤ جم نحاس	١,٥ جم بورون
٣ جم زنك	١ جم موليبدنم

(Hasselfors Garden ١٩٨٢) .

١٢ - ٦ - ١٠ : الفيرميكيوليت

يُحصل على الفيرميكيوليت Vermiculite من مناطق رسوبية طبيعية deposits في أماكن مختلفة من العالم ، ويكثر في الولايات المتحدة وأفريقيا ، وهو كيمائيًا عبارة عن hydrated magnesium-aluminum silicate . وتتركب الخامة الأصلية من معدنين هما: الفيرميكيوليت Vermiculite ، والبيوتيت biotite . وفي الأول ترتبط القشور أو الصفائح الرقيقة scales بعضها البعض بجزيئات الماء ، وفي الثاني يتم الربط بعنصر البوتاسيوم . عند تسخين الخامة الأصلية إلى نحو ١٠٩٤°م يتحول الماء إلى بخار ، مما يزيد من حجم المادة الأصلية إلى ١٢ - ١٥ ضعف حجمها . والناتج يكون معقمًا ، وخفيف الوزن ، وذا مقدرة عالية على امتصاص الماء ، والاحتفاظ به ضد الجاذبية الأرضية ، كما أنه جيد التهوية ، ويحوى كميات من الكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم بصورة ميسرة تكفي حاجة النباتات (Douglas ١٩٧٦) .

ومن خصائص الفيرميكيوليت ما يلي :

١ - الفيرميكيوليت الأمريكي متعادل أو حامضي قليلاً ، بينما الأفريقي قلوي ، ويصل فيه الـ pH إلى ٩,٠ .

٢ - معقم .

٣ - يزن ٧٥ - ١٥٠ كجم/م٣

٤ - يكون في شكل رقائق تحتفظ بكميات كبيرة من الماء والعناصر الغذائية للنبات .

٥ - ذا سعة تبادلية كاتيونية عالية تتراوح من ١٩ - ٢٢,٥ ملل مكافيء/ ١٠٠ جم ، نظرًا لكثرة الشحنات السالبة على أسطح الصفائح .

٦ - يحتوى على كميات كبيرة ميسرة من المغنسيوم والبوتاسيوم تكفي لاحتياج النبات . أما محتواه من الكالسيوم ، فيكفي النبات في بداية نموه فقط .

١٢ - ٦ - ١١ : البرليت

يعتبر البرليت Perlite بديلاً جيدًا للرمل لتوفير التهوية الجيدة ، ويتميز عن الرمل بخفة وزنه ، حيث يزن ٢ أرطال لكل قدم مكعب ، مقابل ١٠٠ - ١٢٠ رطلاً لكل قدم مكعب من الرمل .

والبرليت عبارة عن حجر بركاني أساسه السيليكا ، يتم فحته ، ثم يسخن إلى حرارة ٩٨٢°م ، حيث يتمدد ليكون حبيبات بيضاء ذات خلايا هوائية عديدة مغلقة . هذا .. ويلتصق الماء بسطح

حبيبات البوليت ، ولكنه لا يدمص داخل الكتلات ، وهو معقم وخامل كيميائيا ، وليس له أية سعة تبادلية كاتيونية ، وذو pH = ٧,٥ . ويعد أكثر تكلفة من الرمل .

١٢ - ٦ - ١٢ : رغوة البوليسترين

تعرف رغوة البوليسترين Polystyrene foam بعدد من الأسماء التجارية ، منها : ستيروفوم Styrofoam وستيروبور Styropor . وهي مثل البرليت يمكن أن تكون بديلاً للرمل ، لأنها تحسن التهوية ، وتتميز عن الرمل بخفة الوزن . وهي مادة مصنعة بيضاء ، تحتوى على العديد من الخلايا المغلقة المملوءة بالهواء ، وهي خفيفة الوزن ، تزن أقل من ١,٥ رطلاً لكل قدم مكعب . وهي لا تمتص الرطوبة ، وليست بها سعة تبادلية كاتيونية تذكر ، وذات pH متعادل ، ولا تؤثر بالتالي على pH بيئة الزراعة . ويمكن الحصول على البوليسترين على شكل كرات صغيرة ، أو على شكل صفائح . ويتراوح قطر الكرات من $\frac{١}{٨}$ - $\frac{٣}{١٦}$ بوصة ، وسمك الصفائح من $\frac{١}{٨}$ إلى $\frac{١}{٢}$ بوصة . (Nelson ١٩٨٥) .

١٢ - ٧ : أمثلة للمخاليط المستخدمة فى الزراعة ، وطرق تحضيرها

تنوع المخاليط المستخدمة فى الزراعة بدرجة كبيرة من بلد لآخر ، ومن موقع لموقع ، ويتوقف ذلك على مدى توفر المواد الأولية المستخدمة فى عمل المخاليط ، وتكلفتها لكى يكون استعمالها اقتصاديًا . وإلى جانب المخاليط ذات الطابع المحلى التى لا تستخدم إلا على نطاق محدود فى أماكن معينة ، توجد مخاليط أخرى اتسع نطاق استخدامها فى مناطق مختلفة من العالم ، وأثبتت الخبرة والتجربة تفوقها على غيرها من مخاليط الزراعة .

هذا .. وتوجد مخاليط أساسها التربة ، وأخرى لا تدخل التربة ضمن مكوناتها . وفى كلتا الحالتين تضاف للمخلوط مواد أساسية أخرى ، مثل : الرمل ، والفيرميكوليت ، والبرليت ، والبيت موس ، والسماد العضوى ، وغيرها من المكونات التى سبق ذكرها ، إلى جانب الأسمدة والمركبات التى تعمل على تعديل pH المخلوط إلى المستوى المناسب .

ومن الأمور التى تجب مراعاتها عند تحضير مخاليط الزراعة ما يلى :

١ - قد يصعب بلّ البيت موس الجاف ، خاصة إذا كان مطحونًا بدرجة كبيرة ، لأنه يكون طاردًا للماء ، ولهذا فإن البيئات التى يكون أساسها البيت موس تضاف لها إحدى المواد المبللة Wetting agents ، مثل : Aqua Gro و Hydro - Wet (L237) و Ethomid 0/15 و Surfonic 908 و Triton B- 1956 بمعدل ٣ أوقية لكل قدم مكعب من الخلطة .

٢ - يضاف الفوسفور بما يكفى للنمو النباتى فى صورة سوبر فوسفات أحادى بمعدل ٢,٥ رطلاً لكل ياردة مكعبة من الخلطة .

٣ - يحسن عدم إضافة العناصر الدقيقة فى صورة مخلوط كامل منها ، لأنها مكلفة ، ولأنه غالبًا ما تظهر أعراض نقص بعضها ، خاصة البورون والحديد ، فى البيئات التى يكون أساسها البيت موس وتفضل إضافة هذه العناصر فى تحضيرات فرتة fritted trace elements بمعدل ٢ أوقية لكل ياردة مكعبة ، لأنها تتيسر ببطء ، وعلى مدى فترة تصل إلى ١٠ شهور أو أكثر .

١٢ - ٧ - ١ : مخلوط التربة مع الرمل والسماد العضوى :

يستعمل مخلوط التربة مع الرمل والسماد العضوى عند عدم توفر أى من المواد الأخرى المستخدمة فى عمل الخلائط الحديثة للزراعة . وتخضر بتكويم أحجام متساوية من تربة طمية ، ورمل خشن ، وسماد عضوى قديم متحلل فى طبقات ، مع رشها بالماء أثناء التكويم وبعد الانتهاء منه . تترك الكومة الرطبة بالماء لمدة يوم ، ثم تخلط مكوناتها جيدًا بعد ذلك يدويًا أو بخلاط البناء العادى . يساعد ترطيب الخلطة على سهولة مزج مكوناتها ، وجعلها تامة التجانس .

١٢ - ٧ - ٢ : مكعبات التربة

تخضر مكعبات التربة Soil Blocks المستخدمة فى إنتاج الشتلات عند الحاجة إليها ، وبهم ذلك تمزج مكونات الخلطة بعد غربلتها جيدًا . ويوضح جدول (١٢ - ٣) مكونات مخلوطين من الخلائط المستخدمة فى عمل مكعبات التربة .

جدول (١٢ - ٣) : مكونات المخالط المستخدمة فى عمل مكعبات التربة :

المواد المستخدمة فى عمل الخلطة	النسبة المئوية للمكونات فى المخلوط	
	أ	ب
نشارة خشب ناعمة أو رقائق الخشب	٦٠	٨٠
تربة طمية	٢٥	١٥
رمل	١٥	٥

ثم تضاف الأسمدة التالية لكل متر مكعب من أى من المخلوطين :

٣ كجم سلفات نشادر

١,٥ كجم سوبر فوسفات

١,٥ كجم سلفات بوتاسيوم

بالإضافة إلى العناصر النادرة : الحديد ، والنحاس ، والزنك ، والمنجنيز .

تلى ذلك إضافة الماء للخلطة مع التقليب الجيد حتى تقطر المياه من بين الأصابع عند ضغط كمية من الخلطة المبللة باليد . وبعد ذلك تشكل الخلطة على هيئة مكعبات ٦ × ٦ سم ، أو ١٠ × ١٠ سم بواسطة آلة يدوية تتكون من عدة فجوات بالأبعاد المناسبة تعطى المكعب بالحجم والشكل المطلوبين . وتخضر المكعبات بضغط الآلة بقوة على كومة المخلوط ، ثم ترفع ، وبعاد ضغطها على الكومة مع تحريكها يمينًا ويسارًا لضمان ملء الفجوات بالمخلوط .

هذا .. وتستخدم المكعبات الكبيرة لنباتات الخيار ، والصغيرة لنباتات الطماطم . تتم الزراعة عقب تخضير المكعبات مباشرة ، ويراعى رصها متجاورة بدون فراغات بينها ، حتى لا تتهدل النباتات عند الرى (عبد المنعم والباز ١٩٨٣) .

١٢ - ٧ - ٣ : مخلوط معهد جون إنز

يتكون مخلوط معهد جون إنز John Innes أساسًا من التربة الطمية ، والبيت موس ، والرمل ، وتضاف له الأسمدة والحجر الجيرى لرفع الـ pH ، كما هو مبين فى جدول (١٢ - ٤)

جدول (١٢ - ٤) : مخلوط معهد جون إنز John Innes :

المكون	الأجزاء بالحجم لإنتاج الشتلات	الأجزاء بالحجم لنمو النباتات
تربة طمية	٢	٧
بيت موس	١	٣
رمل	١	٢
	رطل / ياردة مكعبة	
حجر جيرى مطحون	١,٥	١,٥
سوبر فوسفات (٢٠٪ P_2O_5)	٣	—
سماد ٥ - ١٠ - ٥	—	١٢

١٢ - ٧ - ٤ : مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا

تعتمد مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا فى تكوينها على التربة ، والبيت ، والبرليت بنسب متفاوتة ، كما هو مبين فى جدول (١٢ - ٥) .

ويضاف لهذه المكونات ١٢ - ١٧ رطلًا من الحجر الجيرى ، و ١٧ - ٢١ رطلًا من السوبرفوسفات (٢٠٪) لكل ياردة مكعبة من المخلوط (Lorenz & Maynerd ١٩٨٠) .

جدول (١٢ - ٥) : مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا :

المخلوط	نوع التربة المستخدمة	الأجزاء بالحجم التربة	البيت	البرليت Perlite
أ	طينية طمية Clay Loam	١	٢	٢
ب	رملية طينية طمية Sandy Clay Loam	١	١	١
جـ	رملية طمية Sandy Loam	٢	٢	صفر

١٢ - ٧ - ٥ : مخاليط جامعة كورنل

يستعمل بجامعة كورنل مخلوطان للزراعة يطلق عليهما اسم Cornell Peat-Mixes أساسهما البيت موس مع الفيرميكيوليت فى المخلوط الأول (أ) ، والبيت موس مع البرليت فى المخلوط الثانى (ب) . ويحوى مخلوط (أ) المكونات المبينة فى جدول (١٢ - ٦) . ويراعى عند تجهيز الخلطة ما يلى :

١ - يضاف السوبر فوسفات لكى يكون مصدرًا لكل من الفوسفور والكالسيوم .

٢ – يحسن توزيع النيتروجين في السماد المركب في الصورتين النترانية والأمونيومية ، حتى لا يحدث تسمم من الأمونيا .

٣ – يجب نثر السماد وتوزيعه جيدًا على البيت والفيرميكيوليت ، ويذاب الحديد والبوراكس في الماء ، ثم يرش على المخلوط .

٤ – تحسن إضافة مادة تساعد على بل المخلوط ، مثل مادة Aqua-gro .

أما مخلوط كورنل (ب) ، فلا يختلف عن مخلوط كورنل (أ) إلا في احتوائه على البرليت Perlite ، بدلًا من الفيرميكيوليت . ونظرًا لأن البرليت لا يحتوى على بوتاسيوم ، لذا يضاف للمخلوط كلوريد البوتاسيوم بمعدل ٣٠٠ جم/م³ (Boodley & Sheldrake ١٩٦٧) .

جدول (١٢ ـ ٦) : مكونات مخلوط كورنل (أ) .

المادة	الكمية التي تلزم لعمل ١ م³ من الخلطة
بيت موس	٠,٥ م³
فيرميكيوليت حجم ٢ ، ٣ ، ٤	٠,٥ م³
مسحوق الحجر الجيرى	٣,٠ كجم
مسحوق سوبر فوسفات أحادى	١,٢ كجم
سماد مركب ٥ ـ ١٠ ـ ٥ أو ٥ ـ ١٠ ـ ١٠	٣,٦ كجم
بوراكس (١١ ٪ بورون)	١٣,٠ جم
حديد مخلبى	٣٣,٠ جم

ويوضح جدول (١٢ – ٧) تركيب مخلوط ثالث لجامعة كورنل يستخدم مع النباتات الورقية ، ويدخل في تكوينه كل من : الفيرميكيوليت ، والبرليت مع البيت موس ، وذلك بالمقارنة بالمخلوطين أ ، ب (Boodley & Sheldrake ١٩٧٣) .

جدول (١٢ ـ ٧) : مقارنة بين مخاليط جامعة كورنل Cornell peat-lite Mixes

المخلوط	المكونات	الأسمدة والمواد الأخرى لكل م³					
		حجر جيرى	٢٠ ٪ سوبر فوسفات	نترات البوتاسيوم	عناصر صغرى[أ]	كبريتات حديد	سماد ٥ ـ ١٠ ـ ١٠
(أ)	٥٠ ٪ بيت (مخلوس) ٥٠ ٪ فيرميكيوليت	٣كجم	١,٢كجم	٠,٦كجم	٤٣جم		٦٤جم
(ب)	٥٠ ٪ بيت (مخلوس) ٥٠ ٪ برليت	٣كجم	١,٢كجم	٠,٦كجم	٤٣جم		١,٨كجم ٦٤جم
النباتات الورقية	٥٠ ٪ بيت (مخلوس) ٢٥ ٪ فيرميكيوليت ٢٥ ٪ برليت	١,٨كجم	١,٢كجم	٠,٦كجم[ب]	٤٣جم	١٦جم	١,٥كجم ٦٤جم

أ ـ عناصر دقيقة في صورة فرنز frits

ب ـ مادة مبللة مثل Triton B- 1956 أو Enhomid أو Aqua- Gro ... إلخ .

١٢ - ٧ - ٦ : مخاليط جامعة كاليفورنيا

تستخدم جامعة كاليفورنيا خمسة مخاليط للزراعة يطلق عليها اسم U.C. Mixes أساسها الرمل و البيت موس ، كما هو مبين فى جدول (١٢ - ٨)

وتضاف لكل مخلوط كمية معينة من الأسمدة والمواد التى تحسن من خواص المخلوط ، كما هو موضح بالتفصيل فى جدول (١٢ - ٩) (Matkin & Chandler ١٩٥٧) .

جدول (١٢ - ٨) : مكونات مخاليط جامعة كاليفورنيا .

المخلوط	النسبة المئوية للرمل الناعم	النسبة المئوية للبيت موس
أ	١٠٠	صفر
ب	٧٥	٢٥
جـ	٥٠	٥٠
د	٢٥	٧٥
هـ	صفر	١٠٠

جدول (١٢ - ٩) : كميات الأسمدة والمركبات الداخلة فى تركيب مخاليط جامعة كاليفورنيا .

المخلوط	المكونات[1] (٪ بالحجم) رمل	بيت موس	الوزن (بالحجم/ سم٣) وهو مشبع بالرطوبة	وهو مجفف فى الفرن	الحد الأقصى للمحتوى الرطوبى (٪ بالحجم)	الأسمدة اللازمة مع إمكانية التخزين (الكمية/ م٣)
أ	١٠٠	صفر	١,٨٧	١,٤٢	٤٣	٢٢٧ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٠,٧ كجم حجر جيرى دولومينى ١,١ كجم جبس
ب	٧٥	٢٥	١,٦٨	١,٢٢	٤٦	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٢,٠ كجم حجرى جيرى دولومينى ٠,٦ كجم كربونات الكالسيوم ٠,٦ كجم جبس
جـ	٥٠	٥٠	١,٥٠	١,٠١	٤٨	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٣,٤ كجم حجر جيرى دولومينى ١,١ كجم كربونات كالسيوم

جدول (١٢ - ٩) : يتبع

الخلوط	التكوينات[أ] (٪ بالحجم) رمل بيت موس		الوزن (بالجم/ سم٣) وهو مشبع بالرطوبة	وهو جاف في الفرن	الحد الأقصى للمحتوى الرطوبي (٪ بالحجم)	الأسمدة اللازمة مع إمكانية التخزين (الكمية/ م٣)
د	٢٥	٧٥	١,٠٦	٠,٥٤	٥١	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ٠,٩ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٢,٣ كجم حجر جيري دولوميتي ١,٨ كجم نترات كالسيوم
هـ	صفر	١٠٠	٠,٦٩	٠,١١	٥٩	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ٠,٥ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ١,١ كجم حجر جيري دولوميتي ٢,٣ كجم كربونات كالسيوم

(أ) يجب أن يتكون الرمل من حبيبات يتراوح قطرها من ٠,٥ ـ ٠,٠٥ مم ، وألا تتجاوز نسبة السلت والطين به ١٥٪ ، وألا تزيد نسبة الرمل الخشن به عن ١٢ ـ ١٥٪ . أما البيت ، فيجب أن يكون ناعماً وخالياً من الفطريات ومسببات الأمراض الأخرى .

جدول (١٢ ـ ١٠) المركبات التي تضاف للبيت في مخلوط كنزلي .

المادة	الكمية لكل ١ م٣ من البيت موس
	(بالكجم)
كربونات الكالسيوم وكربونات المغنسيوم Dolomatic lime	٩,٠
كبريتات البوتاسيوم	١,٤
السوبرفوسفات	١,٤
نترات الكالسيوم والأمونيوم	٠,٧
يوريا فورمالدهيد Ureaformaldehyde	٠,٧
	(بالجرام)
البوركس	١١,٨
كبريتات النحاس	٢١,٢
كبريتات الحديدوز	٣٥,٤
الحديد المخلبي	٣٥,٤
كبريتات المنجنيز	١٤,٢
كبريتات الزنك	١٤,٢
مولبيدات الصوديوم	٢,٤

١٢ - ٧ - ٧ : مخلوط كنزلي

يستخدم مخلوط كنزلي Kinsely peat mix في أيرلندا ، كما استخدم بنجاح في مصر . وأساسه البيت موس الذي تضاف له الأسمدة ، والحجر الجيري الدولوميتي بالكميات الموضحة في جدول

(١٢ - ١٠) . ويمكن استبدال العناصر الدقيقة المبينة فى الجدول بنحو ٤,٠ كجم فرت العناصر الدقيقة Fritted trace elements لكل متر مكعب من البيت (Kinsealy Research Centre ١٩٨٠) .

١٢ - ٧ - ٨ : مخاليط معهد أبحاث محاصيل الصوبات

تعتبر مخاليط معهد أبحاث محاصيل الصوبات Glasshouse Crops Research Institute Mixes فى بريطانيا ، وأساسها البيت والرمل ، كما هو مبين فى جدول (١٢ - ١١) .

جدول (١٢ - ١١) : مكونات مخاليط معهد أبحاث محاصيل الصوبات فى بريطانيا .

المكونات	مخلوط إنتاج الشتلات	مخلوط نمو النباتات
	الأجزاء بالحجم	
البيت موس	١	٣
الرمل	١	صفر
	الكميات لكل متر مكعب	
مسحوق الحجر الجيرى	٣,٢٥ كجم	٢,٥ كجم
الحجر الجيرى الدولومينى	—	٢,٥ كجم
سوبر فوسفات (٢٠ ٪)	٧٥٠ جم	١,٦ كجم
نترات بوتاسيوم	٣٧٠ جم	٨٠٠ جم
نترات أمونيوم	—	٣٧٠ جم
فرت العناصر الدقيقة Fritted Trace elements	—	٣٧٠ جم

١٢ - ٨ : الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط الزراعة

يوضح جدول (١٢ - ١٢) الصفات الفيزيائية لبعض المواد الأساسية التى تدخل فى عمل مخاليط الزراعة ومواصفات بعض هذه المخاليط ، كما يوضح جدول (١٢ - ١٣) الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط التربة التى تتكون من التربة والبرليت ، والبيت بنسب متفاوتة (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

جدول (١٢ - ١٢): الصفات الفيزيائية للمخاليط المستخدمة فى الزراعة ومكوناتها .

المادة	الكثافة الجافة (بالجم سم^{٣})	الكثافة المبتلة (بالجم سم^{٣})	القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة (٪ من الحجم)	المسامية الكلية (٪)	مسامية الهواء اثر الحركة (٪)
التربة الطمية الطينية	٠,٩٥	١,٥١	٥٤,٩	٥٩,٦	٤,٧
التربة الطمية الرملية	١,٥٨	١,٩٥	٣٥,٧	٣٧,٥	١,٨
البيت موس (سفاجنم)	٠,١١	٠,٧٠	٥٨,٨	٨٤,٢	٢٥,٤
البرليت ($\frac{١}{٨}$ - $\frac{١}{١٦}$ بوصة)	٠,٠٩	٠,٥٢	٤٢,٦	٥٧,٨	٣٣,٢
البرليت ($\frac{١}{٤}$ - $\frac{٥}{١٦}$ بوصة)	٠,١٠	٠,٢٩	١٩,٥	٧٣,٦	٥٣,٩
قشور الأرز	٠,١٠	٠,٢٣	١٢,٣	٨١,٠	٦٨,٧
رمل البناء	١,٦٨	١,٩٥	٢٦,٦	٣٦,٠	٩,٤
رمل ناعم	١,٤٤	١,٨٣	٣٨,٧	٤٤,٦	٥,٩
نشارة خشب	٠,٢١	١,٦٠	٣٨,٢	٨٠,٨	٤٢,٦
فير ميكوليت	٠,١١	٠,٦٥	٥٣,٠	٨٠,٥	٢٧,٥
مخلوط بنسبة ١ : ١ من التربة الطمية الطينية مع :					
البيت موس (سفاجنم)	٠,٥٥	١,١٨	٦١,٠	٧١,٠	١٠,٠
رمل البناء	١,٢٨	١,٦٩	٤٠,٨	٤٧,٠	٦,٢
رمل ناعم	١,٣٢	١,٧٤	٤١,٥	٤٧,٤	٦,٩
مخلوط بنسبة ١:١ من التربة الطمية الرملية مع:					
البيت موس (سفاجنم)	٠,٨٧	١,٤١	٥٢,٨	٥٩,١	٦,٣
نشارة الخشب	٠,٨٠	١,٣٣	٥٢,٧	٦٢,٨	١٠,١
مخلوط بنسبة ١:١ من الرمل الناعم مع :					
البيت موس (سفاجنم)	٠,٧٥	١,٢٣	٤٧,٣	٥٦,٧	٩,٤
البرليت ($\frac{١}{١٦}$ - $\frac{٣}{١٦}$ بوصة)	٠,٨٦	١,٢٩	٤٢,٦	٥٢,٠	٧,٦
مخلوط بنسبة ١:١ من البيت موس مع :					
البرليت ($\frac{١}{٤}$ - $\frac{٣}{١٦}$ بوصة)	٠,١١	٠,٦٣	٥١,٣	٧٤,٩	٢٣,٦

جدول (١٢ - ١٣): الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط التربة .

المخلوط (تربة - برليت - بيت)	الكثافة (بالحجم سم$^{-٣}$)	المسامية الكلية (٪)	المقدرة على الاحتفاظ بالماء (٪)	المسامية المشغولة بالهواء (٪ حجم)	سرعة تصريف الماء (سم ساعة$^{-١}$)
١٠ - صفر - صفر	١,١٥	٥٧,٠	٤٣,٩	١٣,١	٤,١
٩ - ١ - صفر	١,١٥	٥٩,٩	٤٢,٠	١٤,٩	٥,٣
٩ - صفر - ١	١,٠٥	٦٠,٧	٤٣,٧	١٧,٠	٤,٦
٨ - ١ - ١	١,٠٣	٦١,٣	٤٦,٠	١٥,٣	٦,٦
٧ - ٢ - ١	١,٠٣	٦١,٥	٤١,٨	١٩,٧	٥٠,٨
٧ - صفر - ٣	٠,٩٣	٦٤,٩	٤١,٠	٢٣,٩	٣٩,١
٧ - ١ - ٢	٠,٨٥	٦٧,٩	٤٥,٦	٢٢,٣	٣٥,٨
٧ - ٢ - ١	٠,٩٠	٦٦,٤	٤٤,٩	٢١,٥	٤٩,٠
٦ - ١ - ٣	٠,٧٢	٧٢,٥	٤٤,٢	٢٨,٣	٣٠,٠
٦ - ٢ - ٢	٠,٨٢	٦٩,٢	٤١,٢	٢٨,٠	٣١,٢
٦ - ٣ - ١	٠,٨٦	٦٧,٥	٤٣,٨	٢٣,٧	٣٤,٨
٥ - ٥ - صفر	٠,٨٢	٦٩,٣	٤٢,٤	٢٦,٩	٢٠,٣
٥ - صفر - ٥	٠,٦٩	٧٣,٤	٤٧,٦	٢٥,٨	٩٩,٦
٣ - ٧ - صفر	٠,٦٨	٧٣,٦	٣٩,٦	٣٤,٠	١٣٢,٦
٣ - صفر - ٧	٠,٤٨	٨١,٦	٥٧,٣	٢٣,٨	١٤٨,٣
٣ - ٦ - ١	٠,٥٤	٧٨,٧	٣٩,٥	٣٩,٢	١٠٨,٠
٣ - ١ - ٦	٠,٤٥	٨٢,٥	٥٣,٣	٢٧,٢	١٣٣,٢
٢ - ٧ - ١	٠,٤٦	٨٢,١	٣٨,٨	٤٣,٣	< ١٥٢
٢ - ١ - ٧	٠,٣٨	٨٤,٧	٦٣,٩	٢٠,٨	< ١٥٢
٢ - ٦ - ٢	٠,٤٠	٨٤,٣	٤٢,٠	٤٢,٣	< ١٥٢
٢ - ٢ - ٦	٠,٣٦	٨٥,٨	٥٣,٨	٣٢,٠	< ١٥٢
١ - ٩ - صفر	٠,٤٠	٨٤,٢	٤٠,٣	٤٣,٩	< ١٥٢
١ - ٨ - ١	٠,٣١	٨٧,٦	٣٨,١	٤٩,٥	< ١٥٢
١ - ٧ - ٢	٠,٣٠	٨٧,٩	٤٥,٩	٤٢,٠	< ١٥٢
١ - ٦ - ٣	٠,٢٩	٨٨,٣	٤٣,٢	٤٥,١	< ١٥٢
١ - ٣ - ٦	٠,٢٦	٨٩,٣	٥٥,٩	٣٣,٤	< ١٥٢
١ - ٢ - ٧	٠,٢٧	٨٨,٦	٦١,٠	٢٧,٦	< ١٥٢
١ - ١ - ٨	٠,٢٧	٨٨,٧	٦٤,٨	٢٣,٩	< ١٥٢
١ - صفر - ٩	٠,٢٢	٩١,١	٦٨,٦	٢٢,٥	< ١٥٢
صفر - ١٠ - صفر	٠,١٨	٩٢,٤	٣٦,٨	٥٥,٦	< ١٥٢
صفر - ٩ - ١	٠,١٧	٩٢,٧	٣٨,٧	٥٤,٠	< ١٥٢
صفر - ٧ - ٣	٠,١٤	٩٢,٨	٤٢,٥	٥٠,٣	< ١٥٢
صفر - ٥ - ٥	٠,١٤	٩٢,٤	٥١,٥	٤١,٩	< ١٥٢
صفر - ٣ - ٧	٠,١٢	٩٣,٨	٥٢,٦	٤١,٢	< ١٥٢
صفر - ١ - ٩	٠,١٨	٨٩,٨	٦٤,٦	٢٥,٢	< ١٥٢
صفر - صفر - ١٠	٠,١٠	٩٤,٤	٦٣,٨	٣٠,٦	< ١٥٢

١٢ - ٩ : المراجـــع

عبد المنعم ، محمد سامى ، وأحمد ممدوح الباز ، (١٩٨٣) . تربة من المخلفات المحلية لإنتاج شتلات الخضر . مشروع الأنشطة الزراعية الصغيرة . نشرة إرشادية .

Boodley, J.W. and R Sheldrake, Jr. 1967. Cornell peatlite mixes for commercial plant growing. Cornell Ext. Bul 1104. 11p.

Boodley, J.W. and R.Sheldrake Jr. 1973. Cornell peat-lite mixes for commercial plant growing. Cornell Univ. N.Y. State College of Agr. and Life Sciences, Information Bull. 43.

Douglas, J.S. 1976. Advanced guide to hydroponics. Pelham Books, London. 333p.

Hanan, J.J W.D Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N:Y. 530p.

Hasselfors Garden. 1982. The use of peat moss for scientific and horticultural purposes. Hasselfors, Sweden.

Kinsealy Research Centre, Dublin. 1980. Programme for early tomato production in peat. 38p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.) Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Matkin, O.A. and P.A. Chandler. 1957. The U.C. type soil mixes. In K.F. Baker (Ed.) 'The U.C. system for producing healthy container-grown plant' pp. 68-85. Univ. Calif, Div. Agr.Sci., Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.

Nelson, P.V. 1985 (3 rd ed.). Greenhouse operation and mangement. Reston Pub. Co. Inc.. Reston, Va. 598p.

الفصل الثالث عشر

تعقيم التربة والبيئات والموادالمستخدمة فى الزراعة

يجب الاهتمام بتعقيم التربة بين الزراعات المتتالية ، خاصة فى الزراعات المحمية بالصوبات ، لأن استمرار الزراعة فى نفس الأرض يؤدى إلى تفشى الأمراض والحشرات التى تعيش فى التربة . ويكون من الضرورى إما أن تعقم مرة أو مرتين سنويًا بين الزراعات ، أو تتبع دورة زراعية فيكون بذلك التعقيم على فترات أطول نسبيًا .

كما يلزم أيضًا تعقيم بيئات الزراعة التى تجهز من مواد قد تكون ملوثة بجراثيم الأمراض وبذور الحشائش ، مثل : التربة ، والأسمدة العضوية وغيرهما ، كما أن أوعية نمو النباتات ، مثل : القصارى التى يعاد استخدامها ، والصناديق الخشبية والمعدنية ، وطاولات الإنتاج السريع للشتلات تظل هى الأخرى بجراثيم الأمراض ، يلزم تعقيمها قبل إعادة استخدامها فى الزراعة .

هذا .. وتتنوع طرق التعقيم ، كما تختلف الطرق فى تكلفتها وفى التجهيزات اللازمة لها ، وفى مدى صلاحيتها تحت الظروف المختلفة ، ومدى مناسبتها لتعقيم البيئات والمواد المختلفة ، وهذا ما سنتناوله بالدراسة فى هذا الفصل . ويمكن لمن يرغب فى التعمق فى تفاصيل طرق التعقيم بالحرارة والمبيدات مراجعة Lawrence (١٩٥٦) ، و Baker (١٩٥٧) ، و Fletcher (١٩٨٤) ، و Nelson (١٩٨٥) .

١٣ - ١ : تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى

يقتصر تعقيم أو بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Solar Pasteurization of soil على المناطق ذات الجو الحار ، وفى الأراضى التى يمكن تركها بدون زراعة لمدة ٤٥ يومًا على الأقل .

١٣ - ١ - ١ : طريقة إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى

يحرث الحقل المراد تعقيمه جيدًا حتى عمق ٣٠ - ٣٥ سم ، ثم يروى جيدًا بالرش ، أو بالتنقيط ، أو بالغمر . وبعد أن تجف التربة إلى درجة تسمح بمرور الجرارات الزراعية عليها (ويستغرق ذلك مدة يوم أو يومين فى الأراضى الخفيفة) ، يغطى سطح التربة بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك نحو ٨٠ ميكرون ، وتشد جيدًا ، ثم تترك لمدة ٤ - ٦ أسابيع . هذا .. مع العلم أن شرائح البوليثيلين الرفيعة هذه تكون قليلة التكلفة ، ولها نفس فعالية الشرائح السميكة . وقد تترك مسافات بين شرائح البلاستيك للمرور عليها ، وتلك المسافات تكون غير معقمة ، وتشكل مصدرًا لإعادة إصابة الحقل . ويلزم المحافظة على شرائح البلاستيك أثناء التغطية من الأضرار التى يمكن أن تحدثها الطيور أو الماشية .

ويلزم لنجاح هذه الطريقة في تعقيم التربة مراعاة ما يلي :

١ - أن تظل التربة رطبة أثناء فترة التعقيم لزيادة حساسية الكائنات المسببة للأمراض الموجودة بها ، ولزيادة مقدرتها على التوصيل الحراري .

٢ - إطالة فترة التعقيم لمكافحة الكائنات المسببة للأمراض ، والتي تكون متعمقة في التربة ، لأن الحرارة لا ترتفع كثيرا ، حيث تتواجد هذه الكائنات .

١٣ - ١ - ٢ : تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسي على الكائنات المسببة للأمراض بالتربة

أمكن بواسطة التعقيم بالإشعاع الشمسي مكافحة العديد من الآفات التي تعيش في التربة وتصيب المحاصيل المختلفة ، كما هو مبين في جدول (١٣ - ١) ، وبالإضافة إلى الأمراض المبينة في الجدول ، فقد أفاد التعقيم بالإشعاع أيضا في مكافحة الحشائش بعد فترة طويلة بعد انتهاء فترة المعاملة ، ولم يقتصر ذلك على الحشائش الحولية فقط ، بل تعداها أيضا إلى العديد من الحشائش المعمرة من الأجناس الآتية :

Amaranthus, Anagallis, Avena, Capsella, Chenopodium, Cynodon, Digitaria, Eleusine, Fumaria, Lactuca, Mercurialis, Montia, Notobasis, Phalaris, Poa, Portulaca, Sisymbrium, Solanum, Stellaria & Xanthium.

هذا بالإضافة إلى العديد من النجيليات التي كانت شديدة الحساسية ، بينما لم تتأثر بعض الحشائش ، مثل : **Melilotus** .

ولم يكن هذه الطريقة تأثير فعّال على نيماتودا تعقد الجذور (Katan ١٩٨٠) .

جدول (١٣-١) : الآفات التي أمكن مكافحتها بنجاح بواسطة تعقيم التربة بالاشعاع الشمسي .

الآفة		المحاصيل
	Verticillium dahliae	الطماطم - الباذنجان - البطاطس
	Rhizoctonia solani	البطاطس - البصل
	Sclerotium rolfsii	الفول السودانى
	Pyrenochaeta lycopersici	الطماطم
	Fusarium spp. (Fusarium wilt)	القطن والطماطم والبصل
	Pratylenchus thornei	البطاطس
	Orobanche spp.	الجزر والباذنجان
أعفان الغرون	Pod rots	الفول السودانى
	Thielaviopsis basicola	القطن
	Pythium spp.	القطن

وقد وجد Jacobsohn وآخرون (١٩٨٠) أن تغطية التربة في حقل موبوء بشدة بالهالوك Orobanche aegyptiaca لمدة ٣٦ يومًا قبل الزراعة خلال الموسم الحار في أغسطس وسبتمبر أدت إلى مكافحة الهالوك بصورة جيدة ، حيث نما محصول الجزر بصورة طبيعية في الحقل المعامل ، بينما تقزمت نباتات الجزر ، وأصيبت بشدة بالهالوك في الحقل غير المعامل . هذا .. وقد وجد أن الغطاء البلاستيكي - والذي كان من النوع الأسود - أدى إلى رفع درجة حرارة التربة في الـ ٥ سم العلوية بمقدار ٨ - ١٢°م ، أي حتى ٥٦°م .

كما أوضح Katan أن درجات الحرارة وصلت في القطع التجريبية المغطاة إلى ٥٠°م على عمق ٥ سم ، وإلى ٤٤°م على عمق ٢٠ سم ، وكانت تلك الدرجات أعلى بمقدار ٨ - ١٢ درجة مما هي في القطع التجريبية غير المغطاة بالبلاستيك .

لكن تأثير التغطية بالبلاستيك لا يرجع فقط إلى الارتفاع في درجة الحرارة ، بل ربما يتضمن أيضًا نوعًا من المقاومة الحيوية ، إذ أن القطريات التي وضعت - تجريبيًا - على عمق كبير في التربة قد قضى عليها أيضًا ، برغم أن درجة الحرارة لم تكن كثيرة الارتفاع على هذه الأعماق .

وربما تحدث المكافحة الحيوية أثناء وبعد التغطية بالبلاستيك عن طريق :

١ - زيادة قدرة الكائنات المضادة للكائنات المسببة للأمراض على المنافسة تحت ظروف درجات الحرارة المرتفعة .

٢ - حدوث تغير في التوازن بين الكائنات الدقيقة في التربة لصالح الكائنات غير المرضية المنافسة .

١٣ - ١ - ٣ : تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسي على المحصول

أدى التعقيم بالإشعاع الشمسي إلى زيادة المحصول زيادة كبيرة عندما كانت التربة ملوثة بعوالم الأمراض ، وكانت الزيادة في المحصول كالتالي :

١ - ازداد محصول الطماطم بنسبة ٣٥٪ في حالة وجود الفطر V. dahliae ، والنيماتودا P. thornei بالتربة .

٢ - ازداد محصول الفول السوداني بنسبة ١٢٣٪ عند وجود الفطر S. rolfsii في التربة .

٣ - ازداد محصول الباذنجان بنسبة ٢١٥٪ عند وجود الفطر V. dahliae .

٤ - ازداد أيضًا محصول القطن ، والطماطم ، والبصل ، والجزر عند مكافحة الفطر V. dahliae بالإضافة إلى تحسين نوعية الفول السوداني (Katan ١٩٨٠) .

وقد درس Horn وآخرون (١٩٨٥) تأثير تعقيم التربة بالإشعاع الشمسي على محصول الفلفل والقاوون عند زراعتهما بالتوالي بعد التعقيم . وقد أجريت الدراسة في تكساس ، وكان التعقيم لمدة شهر واحد ، هو شهر يوليو ، واستخدم بولي إثيلين شفاف بسمك ٤٠ ميكرون . وبعد هذه الفترة أزيل الغطاء البلاستيكي من بعض القطع ، ورش بدهان عاكس للضوء في قطع أخرى .

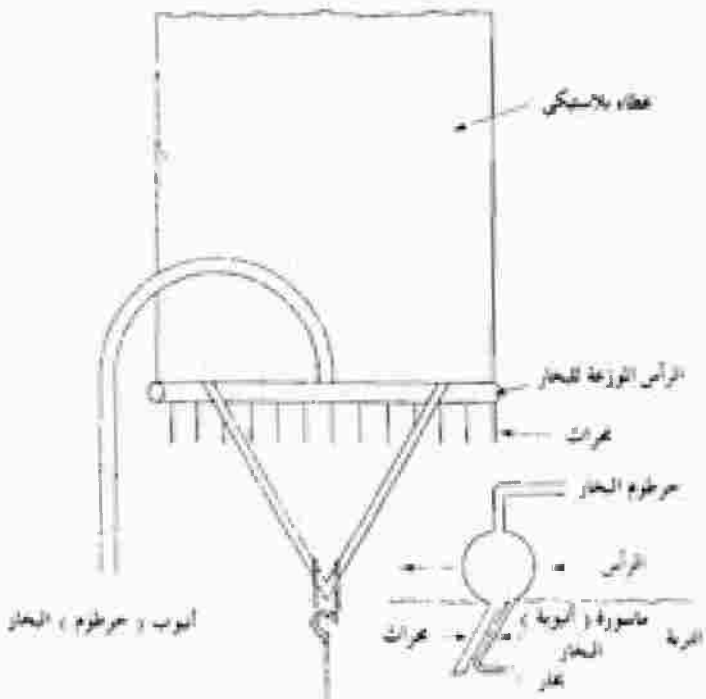
وقد وجد أن التعقيم بالإشعاع الشمسي أدى إلى زيادة محصول الفلفل بمقدار ٢٠٪ . وعند ترك الغطاء البلاستيكي في مكانه ، وطليه بدهان عاكس للضوء ازداد محصول الفلفل بمقدار ٥٣٪ ، عما هو في حالة عدم إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسي . كما كان هناك تأثير متبقٍ للتعقيم بالإشعاع الشمسي على محصول القاوون الذي زرع في الربيع التالي . هذا .. ولم يكن بالتربة كائنات ممرضة معينة يمكن أن يقال أن الزيادة في المحصول قد حدثت نتيجة للقضاء عليها .

١٣ - ٢ : التعقيم بالبخار

يعتبر التعقيم بالبخار من أكثر الطرق انتشارًا ، خاصة في البيوت المحمية (الصوبات) التي تتم الزراعة فيها بالبخار .

١٣ - ٢ - ١ : طرق التعقيم بالبخار

تعقم التربة تحتها بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة ، حتى تصل درجة حرارتها إلى ٨٠ - ٨٥°م . ويتم الحقن بالبخار من خلال أنابيب مثقبة تثبت في تربة البيوت المحمية على عمق ٣٠ سم ، مع تغطية سطح التربة أثناء التعقيم برقائق بلاستيكية للمحافظة على رفع درجة حرارة التربة . كما قد يتم حقن البخار في تربة الحقل أو البيوت المحمية من خلال أنابيب عمودية بطول ٤٠ - ٤٥ سم تبعد عن بعضها البعض بنحو ٢٢ سم ، وتثبت خلف حفارات صغيرة تتصل برأس موزعة للبخار ، ثم تصدر البخار بواسطة خرطوم ، وتتم تغطية المساحة المعاملة أولًا بأول للمحافظة على درجة الحرارة المرتفعة لمدة ٣٠ دقيقة (شكل ١٣ - ١) . وتعتبر هذه الطريقة أقل تكلفة من الطريقة السابقة .



شكل ١٣ - ١ : تعقيم تربة الحقل واليوت المحمية بالبخار (عن Nelson ١٩٨٥) .

كما قد تعامل التربة بالبخار من خلال أنابيب مثقبة تمتد فوق سطح التربة ، وتغطى برقائق من البلاستيك المقاوم للحرارة مع تثبيت حواف الرقائق جيدًا بواسطة التربة . ويؤدى ضخ البخار في الأنابيب المثقبة إلى رفع البلاستيك ، وحينئذ يُخفض ضغط البخار إلى الجنود الدنيا . وللحصول على أفضل النتائج يجب استمرار الغطاء والمعاملة بالبخار لمدة ٦ - ٨ ساعات . وتتوقف درجة تغلغل البخار في التربة على مدى العناية التي تعطى لفلاحتها . وتعتبر هذه الطريقة أقل الطرق تكلفة .

ويراعى دائمًا حرث التربة لعمق ٣٠ سم قبل إجراء عملية التعقيم ، مع تكسير الفلاقيل التي يزيد قطرها عن ٥ سم ، وألا تعامل بالبخار قبل جفافها ، حتى يتغلغل البخار خلالها بصورة جيدة (عرفاوى ١٩٨٤) . وعند تعقيم بيئات الزراعة وأوعية نمو النباتات بالبخار يراعى أن تستمر المعاملة لمدة ٣٠ دقيقة بعد أن تصل أبرد نقطة في الخلوط إلى درجة حرارة ٨٢°م (١٨٠°ف) ، ويتضمن ذلك أن يكون الحد الأدنى لدرجة الحرارة هو ٨٢°م لمدة ٣٠ دقيقة ، لكن معظم البيئة والمواد المعقمة تكون حرارتها مثل درجة حرارة البخار ، أى ١٠٠°م . ويراعى عند تعقيم الأحواض المستخدمة في الزراعة أن تفصل بينها مسافة ٢.٥ سم رأسيًا ، ومن الجانبين حتى يمكن أن يتخلل البخار بينها بسهولة .

وتؤدى هذه المعاملة إلى التخلص من معظم بذور الحشائش والكائنات المسببة للأمراض من فطريات ، وبكتريا ، ونيماتودا ، وفيروسات ، وكذلك الحشرات ، إلا أنها تبقى على بعض الكائنات المفيدة التي بإمكانها أن تناقس الكائنات الضارة على الأكسجين ، والمكان ، والغذاء ، وتحد من مقدرتها على البقاء ، لكن هذه الكائنات المفيدة يمكن القضاء عليها أيضًا إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة إلى ١٠٠°م . وهذا يفضل أن يكون التعقيم على درجة حرارة ٦٠° - ٧١°م لمدة ٣٠ دقيقة ، حيث يتم القضاء على معظم الكائنات الضارة مع الإبقاء بقدر الإمكان على الكائنات المفيدة . ويتحقق ذلك بأجهزة خاصة تقوم بخلط البخار بالهواء بدرجة معينة يمكن بواسطتها التحكم في درجة حرارة خلوط الغازين قبل دخولهما في البيئة المراد تعقيمها . ويوضح جدول (١٣ - ٢) درجات الحرارة اللازمة للقضاء على مختلف الآفات النباتية .

جدول (١٣ - ٢) : درجات الحرارة اللازمة (لمدة ٣٠ دقيقة) للقضاء على مختلف الآفات النباتية .

درجة الحرارة (م°) لمدة ٣٠ دقيقة	الكائنات التي يتم التخلص منها
٥٠	النيماتودا
٥٣	فطر *Rhizoctonia solani*
٦٠	معظم البكتريا المسببة للأمراض النباتية
٦٣	معظم الفطريات المسببة للأمراض
٦٠ - ٧١	الحشرات التي تعيش في التربة
٧٠	معظم الفيروسات المسببة للأمراض النباتية
٧١	كل البكتريا المسببة للأمراض النباتية
٧٠ - ٨٠	معظم بذور الحشائش
٩٥ - ١٠٠	بذور الحشائش والفيروسات المقاومة للحرارة

١٣ - ٢ - ٢ : حساب الاحتياجات الحرارية للتعقيم بالبخار

يلزم عادة نحو ٢٤ وحدة حرارية بريطانية لرفع درجة حرارة قدم مكعب واحد من بيئة الزراعة درجة واحدة فهرنهيتية ، إلا أنه يجب مضاعفة كمية الحرارة ، نظرًا لأن كفاءة عملية التعقيم بالبخار تكون عادة في حدود ٥٠٪ . ويعطي كل رطل من البخار ٩٧٠ وحدة حرارية بريطانية عند تحوله من بخار على درجة ٢١٢°ف إلى ماء على نفس الدرجة ، كما يعطي وحدة حرارية بريطانية أخرى عند كل انخفاض إضافي في درجة الحرارة قدره درجة واحدة فهرنهيتية . فإذا كان تعقيم بيئة الزراعة على درجة ١٨٠°ف ، فإن ذلك يعني انخفاض درجة حرارة الماء بمقدار ٣٢°ف ، معطيًا بذلك ٣٢ وحدة حرارية بريطانية أخرى . ويعني ذلك أن كل رطل من البخار ينتج ١٠٠٢ وحدة حرارية بريطانية ، وبذلك يلزم نحو ٦ أرطال من البخار لتعقيم قدم مكعب من الخلطة على درجة ١٨٠°ف . هذا .. وتقدر مقدرة أجهزة توليد البخار بقوة الحصان (hp) ، وهي التي تعادل ٣٣٤٧٥ وحدة حرارية بريطانية لكل حصان .

ويوجد البخار في الغلايات تحت ضغط حوالي ١٥ رطلًا على البوصة المربعة . وهذا الضغط لا يؤدي إلى رفع درجة حرارة البخار إلّا بقدر يسير لا يزيد كثيرًا من مقدرته على خزن الحرارة ، ولكنه يفيد في دفع البخار خلال البيئة . وبمجرد انطلاق البخار في البيئة ، فإنه يصبح تحت ضغط منخفض جدًا ، لا يزيد عن رطل واحد على البوصة المربعة (Nelson ١٩٨٥) .

١٣ - ٢ - ٣ : مشاكل التعقيم بالبخار ، وما يجب مراعاته لتجنبها

قد يتسبب التعقيم بالبخار في إحداث بعض المشاكل التي يمكن تجنبها بمراعاة ما يلي :

١ - أن تكون التربة أو مخلوط الزراعة مفككة ، حتى تسمح للبخار بالنفاذ من خلالها بصورة جيدة .

٢ - ألا يكون مخلوط التربة جافًا ، لأن التربة الجافة تكون عازلة للحرارة . ويفيد ترطيب التربة في إسراع عملية التعقيم ، لكن زيادة الرطوبة عن حد معين يبطيء مرة أخرى من عملية التعقيم ، نظرًا لأن الحرارة النوعية للماء تبلغ خمسة أضعاف الحرارة النوعية للتربة ، ويعني ذلك أن كمية الحرارة التي تلزم لرفع حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة تبلغ خمسة أضعاف كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وزن مماثل من التربة بنفس القدر ، وبذلك تصبح عملية التعقيم بطيئة ، ويزداد استهلاك الوقود .

ويفضل دائمًا أن تكون الرطوبة مماثلة للرطوبة المثالية عند زراعة البذور ، والتي تبلغ نحو ١٥٪ في المخاليط التي تدخل التربة في تكوينها . كما يجب أن تكون رطوبة مخلوط الزراعة متجانسة ، حتى يكون التعقيم متجانسًا .

٣ - لبذور بعض الحشائش القدرة على مقاومة الحرارة ، ويلزم لمكافحتها رفع درجة الحرارة إلى ٩٥ - ١٠٠°م . ولتجنب الحاجة إلى رفع درجة الحرارة كثيرًا ، فإنه يوصى بترطيب بيئة الزراعة لمدة ١ - ٢ أسبوع قبل الزراعة للسماح لهذه البذور ببدء الإنبات ، حيث يسهل التخلص منها بعد ذلك في درجة حرارة أقل بكثير .

٤ - تجب إضافة كل المكونات الأخرى لبيئة الزراعة قبل التعقيم ، نظرًا لأنه لا يطرأ عليها أى تغيير ، حتى لو ارتفعت حرارة أى من هذه المكونات إلى ١٠٠°م . ويستثنى من ذلك سماد الأزموكوت ، نظرًا لأن التعقيم قد يحدث تغيرات بغطائه ، الأمر الذى يزيد من سرعة تيسر العناصر منه . وفى هذه الحالة يجب عدم تأخير استعمال بيئة الزراعة عن ٢٠ يومًا بعد التعقيم ، حتى لا يزداد تركيز العناصر إلى درجة ضارة بالنباتات ، لكن التعقيم على درجة حرارة ٧١°م (١٦٠°ف) ليس له تأثير يذكر على سماد الأزموكوت .

٥ - يجب دائمًا توفير غطاء بلاستيكى عند تعقيم مخاليط التربة أو الأرض بالبخار . وتستخدم لذلك شرائح البولثيلين التى تستعمل لموسم واحد فقط ، لكن قد يعاد استخدامها عدة مرات خلال نفس الموسم . وقد تستخدم أغطية الفينيل Vinyl التى يمكن استخدامها ٢٥ مرة ، أو أغطية النايلون المغطاة بالنيوبرين neoprene-coated nylon ، وهذه يمكن استخدامها مائة مرة أو أكثر ، لكن كليهما أكثر تكلفة من البولثيلين .

٦ - يجب عدم زيادة فترة تعقيم مخاليط الزراعة المحتوية على التربة عن ٣٠ دقيقة ، لأن التعقيم بالبخار يعمل على تحول كميات كبيرة من المنجنيز الموجود فى التربة من حالة مثبتة إلى حالة ميسرة بدرجة تجعله سامًا للنباتات ، لكن هذه المشكلة لا تكون كبيرة فى مخاليط الزراعة التى لا تحتوى على التربة .

٧ - قد يؤدى البخار إلى إنتاج نيتروجين أمونيومى بكميات كبيرة عند استخدامه فى تعقيم بيئات الزراعة الغنية بالمادة العضوية ، وهى كل البيئات المحتوية على سماد عضوى ، أو البيت الشديد التحلل ، أو المكمورة . وقد يستمر إنتاج النيتروجين الأمونيومى لعدة اسابيع بعد التعقيم . وحقيقة ما يحدث هو أن الكائنات الدقيقة تتغذى على هذه المواد العضوية ، وتحصل منها على الكربون والنيتروجين وغيرها من المركبات . وتقوم البكتريا المنتجة للأمونيا ammonifying bacteria بتحويل النيتروجين فى المادة العضوية إلى نيتروجين أمونيومى ، ويلى ذلك قيام البكتريا المنتجة للنترات nitrifying bacteria بتحويل النيتروجين الأمونيومى إلى نتروجين نترانى . وتنمو معظم النباتات بصورة جيدة فى مخلوط من النيتروجين الأمونيومى والنتروجين النترانى ، وتظهر بالكثير من النباتات أعراض التسمم عند تغذيتها على النيتروجين الأمونيومى منفردًا . وعادة .. يتحول النيتروجين الأمونيومى بصفة مستمرة إلى نيتروجين نترانى بواسطة البكتريا المنتجة للنترات ، ولهذا فإنه يتواجد دائمًا مخلوط من صورتى الأزوت الأمونيومية والنترانية ، لكن التعقيم يؤدى إلى قتل كل البكتريا ، سواء المنتجة منها للأمونيوم ، أم المنتجة للنترات . وفى خلال أسابيع قليلة تستعيد البكتريا المنتجة للأمونيوم أعدادها ، وتنتج الأمونيوم من المادة العضوية بكميات كبيرة ، فى حين لا تستعيد البكتريا المنتجة للنترات أعدادها الطبيعية إلا بعد أسابيع قليلة أخرى . وفى خلال هذه الفترة يزداد تركيز الأمونيا لدرجة قد تحترق معها الجذور ، وتتقزم النباتات وتذبل ، لكن بمجرد تزايد أعداد البكتريا المنتجة للنترات ، فإنها تقوم بتحويل الأمونيا المنتجة إلى صورة نترانية أقل سُمية للنباتات ، وتكون أكثر عرضة للغسيل من التربة مع الرى . ولهذا السبب ، فإنه لا ينصح بإدخال السماد الحيوانى والمكمورة فى مخلوط الزراعة فى حالة تعقيمه بالحرارة (أو بأية طريقة أخرى) .

٨ – ومن المظاهر الأخرى لمخاليط الزراعة المعقمة بالبخار ، والتي تعرضت لدرجات حرارة أعلى ولمدة أطول مما يوصى به أنه ينمو بها فطر **Pezzia ostrachoderma** بأعداد كبيرة ، نظرًا لغياب المنافسة من الكائنات الأخرى . وينتج هذا الفطر جراثيم تكون في البداية بيضاء ، ثم تتحول إلى اللون الأصفر فالبني . وينمو كذلك الفطر **Pyronema sp.** ، منتجًا جراثيم وردية اللون . وهذه الفطريات لا تصيب النباتات ، ولا ضرر منها ، ولكن غزوها لمخاليط الزراعة المعقمة يؤكد حقيقة سهولة تكاثر أي من الكائنات الدقيقة في غياب المنافسة من الكائنات الدقيقة الأخرى (Baker & Roistacher ، ١٩٥٧ Nelson ، ١٩٨٥) .

١٣ – ٣ : التعقيم بالمبيدات

١٣ – ٣ – ١ : التعقيم بالفورمالدهيد

يستخدم الفورمالدهيد Formaldehyde في تعقيم مخاليط التربة بمعدل ٢,٥ ملعقة كبيرة في كوب ماء لكل بوشل (٣٠ لتر تقريبًا) من مخلوط التربة . ويجب ألا تقل درجة حرارة مخلوط التربة عن ١٣°م ، وأن يحاط المخلوط بالبلاستيك أثناء المعاملة .

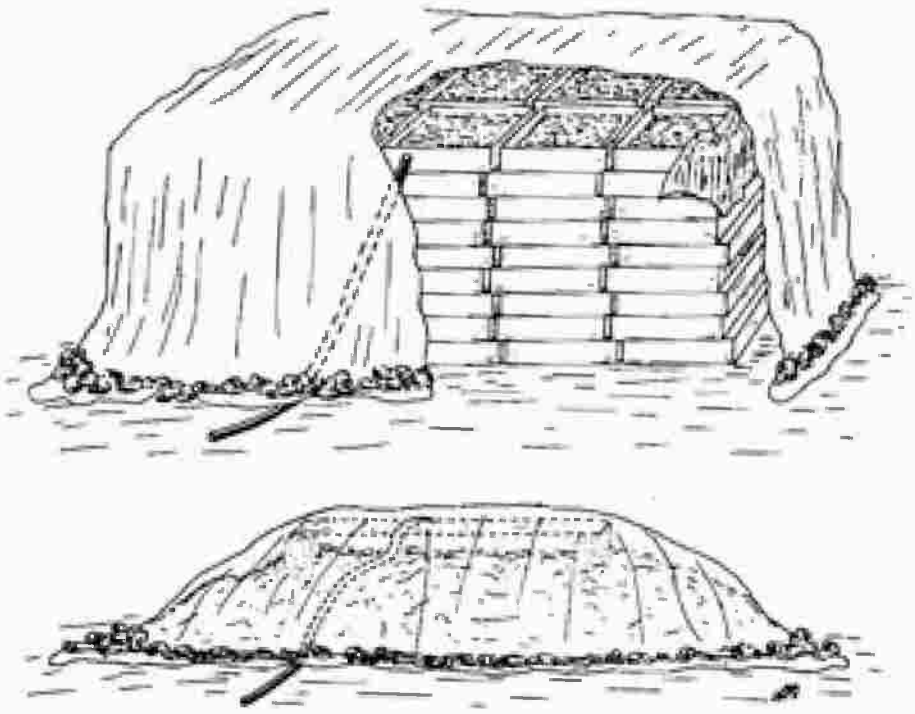
كما يستخدم الفورمالدهيد في تعقيم أوعية نمو النباتات بعد تخفيفه إلى تركيز ٥٪ . تغمر الأوعية والأدوات المراد تعقيمها في المحلول المخفف ، ثم تصفى منه ، وتترك تحت غطاء بلاستيكي لمدة ٢٤ ساعة ، ثم تكشف وترش بالماء عدة مرات إلى أن تختفي رائحة الفورمالدهيد . ويستغرق ذلك ٤ أيام . وللتأكد من أن الأوعية المعاملة قد أصبحت صالحة للزراعة يمكن ترك إحداها في كيس بلاستيكي مغلق لمدة ٢٤ ساعة ، ثم يكشف عن الرائحة .

كذلك يستخدم الفورمالدهيد المخفف في تعقيم تربة الحقل بعد تجهيزها . وتتم المعاملة برش المحلول على سطح التربة بمعدل ٢ quart/قدم٢ (أو حوالي ٢٠ لتر/ م٢) ، ثم تغطى التربة المعاملة بالبلاستيك لمدة يوم أو يومين ، وبعد ذلك يرفع الغطاء ، وتترك مهواة لمدة ١٠ – ١٤ يومًا قبل استعمالها في الزراعة .

ويراعى عند المعاملة بالفورمالدهيد استعمال قفازات بلاستيكية ، وألا تجرى المعاملة في أماكن بها نباتات ، وأن تظل الأحواض الخشبية المعاملة مبللة إلى أن تختفي منها رائحة الفورمالدهيد تمامًا (Mingm وآخرون ١٩٧١) .

١٣ – ٣ – ٢ : التعقيم ببروميد الميثايل

يتوفر بروميد الميثايل Methyl Bromide في حالة سائلة تحت ضغط إما في عبوات صغيرة زنة رطل ، أو أنابيب كبيرة ، مثل أنابيب البوتاجاز . يتبخر هذا السائل ويظل عند درجة حرارة ٤,٤°م بمجرد فتح غطاء العبوة . ولكي يتم التعقيم بصورة جيدة فإنه يلزم منظم خاص ينتقل بواسطته الغاز من العلب المعدنية عبر خراطيم بلاستيكية إلى التربة أو الأدوات التي تغطى جيدًا بغطاء من البلاستيك (شكل ١٣ – ٢) (Munnecke ، ١٩٥٧ Banadyga & Wells ، ١٩٦٢)



شكل ١٣ - ٢ : تعقيم مخاليط الزراعة وأوعية نمو النباتات ببروميد الميثايل . يلاحظ وجود مسافات بين الأحواض المراصة حتى يتخلل الغاز بينها بصورة جيدة ، كما يوضع التراب حول حافة الغطاء البلاستيكى لإحكام غلقه . يلاحظ أيضًا أن فوهة الخرطوم الناقل لبروميد الميثايل تكون فى منتصف الكومة من أعلى (عن Munnecke ١٩٥٧) .

يستخدم بروميد الميثايل بمعدل رطل لكل باردة مكعبة من مخلوط الزراعة (أو نحو ٦٠٠ جم لكل متر مكعب) . يترك مخلوط التربة معرضًا للغاز تحت الغطاء لمدة يوم على الأقل فى درجة حرارة ١٥°م أو أعلى من ذلك أو لمدة يومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . ولا تجب المعاملة فى درجة حرارة أقل من ذلك . وبعد المعاملة يترك المخلوط بدون غطاء لمدة يوم على الأقل فى الجو الدافىء ، ويومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . وبعد ذلك يمكن تداوله ، كما يمكن زراعة البذور بعد ٣ أيام من التهوية ، لكن يجب عدم زراعة الحقل والشتلات وغيرها من الأجزاء الخضرية قبل ٧ - ١٠ أيام من التهوية .

ولا يجب استخدام بروميد الميثايل فى الصوبات التى توجد بها نباتات نامية ، إلا إذا توفرت بها تهوية جيدة .

وعند تعقيم الأرض يجب حرثها حيثما أولًا لعمق ٣٠ سم ، وهو العمق الذى تنمو فيه معظم الجذور ، وتنتشر فيه الآفات ، ثم تروى وتترك حتى تصل رطوبتها إلى نحو ٥٠٪ من السعة الحقلية ، أى حتى تصبح مستحرثة ، وحينئذ تعامل بالمبيد .

وفى حالة تعقيم مساحات كبيرة من الأرض ، سواء فى الحقل أو فى البيوت المحمية (الصوبات) ، فإنه يلزم التحكم فى عملية التعقيم .. فتُعلَّق أولًا أنبوبة الغاز من ميزان زنبركى ، حتى يمكن معرفة كمية الغاز المنطلقة ، وبذلك يمكن التحكم فى الكمية المستخدمة فى المساحات المراد تعقيمها .

ويتم توصيل الغاز إلى التربة عبر أنابيب بلاستيكية بقطر نحو ٤ سم بها ثقوب متقابلة بقطر ١ ملليمتر تقريبًا كل حوالى ٢٠ سم . تمد هذه الأنابيب على سطح التربة المراد تعقيمها . وعند التعقيم يتم توصيلها بأنبوب الغاز الرئيسى . ويتم عادة مد أنابيب التعقيم البلاستيكية لطول ٥٠ متر ، وعلى بعد ١٠٠ سم من بعضها البعض ، وبذلك فإن كل أنبوب بلاستيكي يعقم شريط من الأرض مساحته ٥٠ م٢ (١ × ٥٠ م) . والعادة هى السماح للغاز بالانطلاق فى خطين من الأنابيب البلاستيكية فى المرة الواحدة ، وبذلك يعقم فى كل مرة ١٠٠ متر مربع من الأرض ، ويستخدم لذلك ٧ – ١٠ كجم من الميد .

هذا .. وتغطى كل المساحة المراد تعقيمها بشرائح بلاستيكية شفافة بعرض ٤ م تطوى حوافها على بعضها البعض ، مع إضافة التربة بين البلاستيك عند على الأطراف لمنع تسرب الغاز (شكل ١٣ – ٣) .

ويراعى عند التعقيم ألا تقل درجة حرارة التربة عن ٢٠°م ، كما يجب تسخين الغاز بإمراره أولًا خلال أنابيب في جهاز خاص ، حيث يتعرض الغاز لدرجة حرارة ١١٠°م ، ومع خروجه من الجهاز تكون حرارته قد وصلت إلى نحو ٨٠°م ، ومع وصوله عبر الخراطيم إلى التربة المراد تعقيمها تكون حرارته قد انخفضت إلى ما يقرب من ٢٠°م .

يترك الغطاء على المساحة المعاملة لمدة يوم أو يومين (يومين في درجة حرارة ١٠°م ، ويوم واحد في درجة حرارة ٢٠°م) ، ثم يرفع ويسمح بالتهوية الجيدة لمدة ثلاثة أيام ، ثم يبدأ في إعداد الأرض للزراعة ، على ألا تزرع قبل أسبوع من انتهاء عملية التهوية .

ونظرًا لأن بروميد الميثايل غاز شديد السمية وعديم الرائحة ، فإنه يخلط بالكلوروبكرين بنسبة ضئيلة ، حتى يمكن التنبه إلى رائحة الغاز في حالة تسربه .

ويؤدى التعقيم ببروميد الميثايل إلى قتل بذور الحشائش ، والنيماتودا ، ومعظم الفطريات ، والبكتريا ، والحشرات التي توجد في التربة .

١٣ - ٣ - ٣ : التعقيم بالكلوروبكرين

يستعمل الكلوروبكرين Chloropecrin في تعقيم مخاليط التربة بمعدل ٥ مل لكل قدم" من مخلوط الزراعة (حوالى ١٨٥ مل لكل متر مكعب من مخلوط التربة) ، أو نحو ٣٥ مل لكل متر مسطح من الأرض . ويجب ألا تقل درجة حرارة مخلوط التربة أثناء المعاملة عن ١٣°م ، كما يجب أن يمر أسبوعان بعد المعاملة قبل استخدام التربة في الزراعة .

كما يمكن استعمال الكلوروبكرين في تعقيم تربة الحقل أو البيوت المحمية بعد إعدادها للزراعة ، وذلك بمعدل ٢٠٠ لتر للفدان ، حيث يعطى ٣ مل من المبيد في كل حفنة على أبعاد ٢٥ × ٢٥ سم . ويجب رى الأرض بعد المعاملة مباشرة ، حتى لا يتسرب المبيد . كما تفضل تغطية المساحة المعاملة ، على أن يرفع الغطاء بعد ٣ - ٤ أيام ، وتترك لمدة ٧ - ١٠ أيام حتى يتم التخلص من كل آثار المبيد قبل زراعة البذور ، لأن الكلوروبكرين سام للنباتات ، سواء أوصلتها عن طريق الجذور أم عن طريق الهواء .

ويفيد الكلوروبكرين في التخلص من الحشرات ، والنيماتودا ، وبذور الحشائش ، وكل الفطريات ، ما عدا القليل المقاوم منها ، إلا أنه مرتفع الثمن ، وبسبب مضايقات للقائمين باستعماله (Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

وقد وجد أن التعقيم بالكلوروبكرين يؤدى إلى تحسين النمو بعد المعاملة ، حتى في غياب مسببات الأمراض . كما لوحظ أن تعداد البكتريا يرتفع في التربة المعاملة إلى ٢ - ٣ أضعاف التعداد العادى في التربة غير المعاملة لمدة مائة يوم بعد المعاملة ، ويصاحب ذلك تيسر النيتروجين من المادة العضوية في التربة بمقدار $\frac{1}{2}$ ١ - ٢ ضعف معدل التيسر في التربة غير المعاملة (Braverboer ١٩٥٥) .

١٣ – ٣ – ٤ : التعقيم بالسيستان

السيستان Sistan مبيد سائل يستخدم فى تعقيم أرض البيوت المحمية والأوعية ومخاليط التربة المستخدمة فى المشاتل ، كما يستخدم أيضًا فى تعقيم الحقول المكشوفة . وعند المعاملة يتحلل السيستان فى التربة ؛ وينطلق منه المركب الفعال ، وهو methyl isothiocyanate .

ويتميز السيستان بفعاليته ضد العديد من الآفات ، منها : النيماتودا ، وفطريات التربة ، وبعض الآفات الحيوانية ، والعديد من الحشائش الحولية ، كما يؤدى إلى زيادة فى الأزوت الميسر بالتربة .

ويجب ألا يستخدم المبيد إذا كانت درجة حرارة التربة أقل من ٧°م ، ويحسن ألا تقل عن ١٠°م .

وقد يستخدم فى تعقيم أرض الصوبات إما مع ماء الرى (بمعدل ١,٢ لتر فى ١٢٠ لتر ماء/ ١٠م٢) ، أو بالحقن على عمق ٢٠ سم على مسافات ٣٠ سم (بمعدل ١,٢ لتر/ ١٠م٢) .

هذا .. ويجب أن تمر ٧ أسابيع بين المعاملة والزراعة ، حيث تقفل الصوبة أو يحكم غطاء بلاستيكى على التربة لمدة أسبوعين بعد المعاملة ، ثم تحرث التربة جيدًا لعمق ٣٠ سم ، وتترك لمدة ٢ – ٣ أسابيع أخرى ، مع فتح منافذ التهوية ، ثم تحرث التربة مرة ثانية ، وتترك بحالتها لمدة أسبوعين آخرين . ولا يجب إعداد الأرض للزراعة قبل مرور خمسة أسابيع من أول حرثة بعد المعاملة . وفى حالة المعاملة عند ارتفاع درجة الحرارة يجب رش سطح التربة بالماء على فترات بعد المعاملة (نشرة المبيد ، شركة Unicrop) .

١٣ – ٣ – ٥ : التعقيم بالبازاميد

البازاميد Basamid مبيد يستخدم فى تعقيم التربة ، وهو حبيبى granular ، ويحتوى على ٩٨٪ دازوميت Dazomet .

والبازاميد فعال ضد النيماتودا وفطريات وحشرات التربة والحشائش النابتة . ويستخدم فى تعقيم الصوبات والمشاتل ، وأوعية الزراعة ، ومخاليط التربة .

عند المعاملة تنعم التربة جيدًا وترش بقليل من الماء ، ثم ينثر المبيد على سطح التربة ، ثم يثار سطح التربة بالعزيق السطحى ، أو ترش بالماء ، أو تغطى بالبلاستيك ، ثم تترك لمدة ٥ – ٧ أيام ، تحرث بعدها التربة وتهوى .

هذا .. ويجب ألا تقل درجة حرارة التربة أثناء المعاملة عن ٦°م ، وإلا تسرب المبيد بعمق فى التربة ، محدثًا أضرارًا بالنباتات بعد ذلك . وإذا كانت درجة حرارة التربة شديدة الارتفاع قلت فعالية المبيد ، نظرًا لسرعة تبخره فى الهواء الخارجى .

هذا .. ويستخدم البازاميد بمعدل يتراوح من ٤٠ – ٦٠ جم/م٢ من سطح الأرض . (نشرة المبيد ، شركة BASF) .

١٣ - ٣ - ٦ : التعقيم بمبيدات أخرى

١ الفابام Vapam :

يستخدم الفابام فى التخلص من النيماتودا ومعظم الحشائش والفطريات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . ويجب الرى بعد المعاملة مباشرة والانتظار لمدة ٢ - ٣ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة .

٢ - الدى دى D-D :

يستخدم الدى دى فى التخلص من النيماتودا والحشرات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . وتعامل به التربة بمعدل ٢٠٠ - ٣٧٥ لتر/ هكتار . ويجب الانتظار لمدة ٢ - ٤ أسابيع بعد المعاملة . وهو سام للنباتات .

٣ - الفورلكس Vorlex :

يستخدم الفورلكس فى التخلص من النيماتودا والحشائش والفطريات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . ويجب الانتظار لمدة ٢ - ٤ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة . وهو سام للنباتات . ويجب تغطية الأرض بالبلاستيك عقب المعاملة .

٤ - التمك Temik .

٥ - الفايدات Vydate

كلاهما يستخدم فى التخلص من النيماتودا وبعض الحشائش والفطريات ولا يجوز استخدامهما إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠° م على الأقل (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

وبصورة عامة .. فإن كل المبيدات التى تستخدم فى تعقيم التربة تعتبر سامة جدًا للنباتات ، ويجب عدم الزراعة فى التربة المعاملة إلا بعد انقضاء فترة كافية للتخلص من كل آثار المبيد . وتتوقف هذه الفترة على المبيد ، ودرجة الحرارة ، والرطوبة الأرضية ، وقوام التربة . وتقل المدة عند ارتفاع درجة الحرارة ، وعند اعتدال الرطوبة الأرضية ، لأن المبيد قد لا يتسرب بسهولة من التربة الزائدة الرطوبة .

ويجب المحافظة على التربة المعقمة من التلوث بعد التعقيم ، لأن الفطريات التى تلوث التربة تكون أكثر ضراوة فى التربة المعقمة ، عنها فى التربة غير المعقمة لغياب الكائنات المنافسة .

١٣ - ٤ : المراجـــع

عرقاوى ، نبيل (١٩٨٤) . البيوت البلاستيكية الزراعية وإنتاج الخضار والأزهار والفاكهة . المطبعة التعاونية ، دمشق - ١٩١ صفحة .

Baker, K.F. (Ed.). 1957. The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23. 332p.

Baker, K.F. and C.N. Roistacher. 1957. Heat treatment of soil. In K.F. Baker (Ed.)- 'The U.C. System for Producing Healthy Container-grown plants'; pp. 123-137. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.

Banadyga, A.A. and J.C. Wells. 1962. Vegetable plant production for commercial growers. N.C. Agr. Ext. Serv. Ext. Circ. No. 231. 18p.

Bravenboer, L. 1955. Soil disinfection with fumigants in glasshouse tomatoes. Rep. of the 14th Int. Hort. Cong., Netherlands; p. 641-646

Fletcher, J.T. 1984. Diseases of greenhouse plants. Longman, London. 351p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Hartz, T.K., C.R. Bogle and B. Villalon. 1985. Response of pepper and muskmelon to row solarization. HortScience 20: 699-701.

Jacobsohn, R., A. Greenberger, J. Katan, M. Levi and H.Alon. 1980. Control of Egyptian broomrape **(Orobanche aegyptiaca)** and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching weed Sci. 28: 312-316.

Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: studies and prospects. Plant Disease 64: 450-454

Lawrence, W.J.C. 1956. Soil sterilization. George Allen & Unwin Ltd., London. 171 p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard, 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, N.Y. 629 p.

Minges, P.A., A.A. Muka, A.F. Sherf and R.F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations. Cornell Univ. 36p.

Munnecke, D.E. 1957. Chemical treatment of nursery soils. In K.F. Baker (Ed). 'The U.C. System for producing healthy container-grown plants, pp. 197-209. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.

Nelson, P.V. 1958. (3rd ed.). Geenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia 598kp.

الفصل الرابع عشر

إنتاج شتلات الخضر

يعد استخدام الشتلات فى الزراعة إحدى طرق التكاثر الجنسى ، لأن البذور تستخدم فى إنتاج الشتلات فى غالبية المحاصيل ، إلا أن بعض الخضر تنتج شتلاتها بطرق التكاثر الخضرى ، مثال ذلك : البطاطا ، والقراوله .

وتنتج الشتلات بزراعة البذور فى مكان خاص يعرف بالمشتل ، وبعد أن يصل نمو البادرات إلى الحجم المناسب ، فإنها تنقل إلى الحقل الدائم .

١٤ - ١ : مزايا وعيوب استخدام الشتلات فى الزراعة

المزايـــا

لاستخدام الشتلات فى الزراعة بدلاً من الزراعة فى الحقل مباشرة العديد من المزايا التى يمكن إجازها فيما يلى :

١ - خفض نفقات الإنتاج ، نظرًا لأن فترة نمو النباتات فى المشتل (والتى تتراوح عادة من ٤ - ١٠ أسابيع حسب المحصول ، ودرجة الحرارة السائدة) لا تشغل النباتات أثناءها إلا مساحة محدودة من الأرض ، وفى ذلك توفير فى الأرض ،والمجهود الذى يبذل فى رعاية النباتات . وتجدر الإشارة إلى أن الفدان الواحد من المشتل ينتج عددًا من الشتلات يتراوح بين نحو ١٠٠ ألف شتلة فى الطماطم ، و ٢٥٠ ألف شتلة فى الفلفل والكرنب ، و ٧٥٠ ألف شتلة فى البصل (Ware & Macollum ١٩٨٠) . كما أن الشتلات التى تنتج من فدان واحد من المشتل يمكن أن تستخدم فى زراعة نحو ١٠ أفدنة من البصل والأسبرجس ، و ٢٠ - ٤٠ فدان من الكرنب والقنبيط والبروكولى ، و ١٠٠ - ٢٠٠ فدان من الطماطم ، ونحو فدان من البطاطا .

٢ - يمكن إنتخاب النباتات السليمة الخالية من الإصابات المرضية لشتلها ، واستبعاد النباتات غير المرغوبة .

٣ - إمكانية زراعة الخضروات التى تحتاج إلى موسم نمو طويل وذلك عندما تكون فترة الدفء قصيرة ، وذلك بالاستفادة من فترة نمو النباتات بالمشتل مع تدفئة المشاتل .

٤ - الإنتاج المبكر للخضروات بإنتاج الشتلات فى أماكن مُدفأة ، والاستفادة من الأسعار المرتفعة للمحصول المبكر .

٥ – إمكانية زراعة أكثر من محصول واحد فى نفس الحقل فى الموسم الواحد بتوفير الحقل أثناء فترة نمو الشتلات بالمشاتل .

٦ – سهولة خدمة النباتات فى المشتل – وهو مساحة محدودة – أكثر مما فى الحقل .

٧ – إمكانية حماية النباتات من التقلبات الجوية فى المشتل ، بينما يصعب أو يستحيل ذلك تحت ظروف الحقل .

٨ – إمكانية التوفير فى التقاوى عند الزراعة بالمشتل ، ولذلك أهمية كبيرة بالنسبة للأصناف الهجين التى ترتفع أسعار تقاويها .

٩ – تؤدى عملية تقليع النباتات بغرض شتلها إلى زيادة تفريع الجذور بعد الشتل ، وبالتالى زيادة تشعب المجموع الجذرى للنباتات المشتولة . ولا تحدث تلك الزيادة فى نمو الجذور فى النباتات التى تزرع فى أوعية لا يعاد استخدامها ، مثل : الأصص الورقية ، وأصص جفى ٧ ، أو ما شابه ذلك .

١٠ – قد يؤدى الشتل أحيانًا إلى زيادة طفيفة فى المحصول المبكر والمحصول الكلى ، خاصة إذا أُخذ فى الاعتبار أن الشتلات تنتج تحت ظروف متحكم فيها ، وأنها تشتمل على المسافة المرغوبة ، وهما أمران لا يسهل تحقيقهما فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل . ومن جهة أخرى .. فإن عملية الشتل ينتج عنها دائمًا توقف مؤقت فى النمو Chocking in growth عقب الشتل مباشرة ، وقد يدوم التوقف لفترة طويلة ، ويصحبه تأخير فى النضج ، ونقص فى المحصول الكلى إذا شتلت النباتات وهى كبيرة ، ولكن إذا شتلت النباتات فى العمر المناسب ، فإن فترة التوقف المؤقت عن النمو تكون قصيرة ، وسرعان ما يزول أثرها بسبب الزيادة التى تحدث فى تفريع الجذور بعد تقليع النباتات من المشتل .

العيـــوب

هناك عيوب لاستخدام الشتلات فى الزراعة ، وهى :

١ – قد تنتقل بعض مسببات الأمراض من منطقة لأخرى مع الشتلات ، مثل : تيمانودا تعقد الجذور ، وفطريات الذبول .

٢ – ولما سبق الذكر .. فإن الخضروات تتعرض لتوقف مؤقت فى النمو عقب شتلها ، وتتوقف شدة هذا التوقف ومدته على العوامل الآتية :

(أ) عدد مرات نقل النباتات ، وما يتبع ذلك من زيادة تقطيع الجذور : فأحيانًا تُفرَّد النباتات من الخطوط المتراصة على مسافات أوسع (حوالى ٣ × ٣ سم) ، وتسمى هذه العملية بالتفريد Pricking off ، وبعد أن تبلغ الحجم المناسب للشتل ، فإنها تنقل للمكان المستديم .

(ب) حجم النباتات عند الشتل : فكلما ازداد حجمه ، ازداد التوقف فى النمو عند الشتل .

(جـ) مدة بقاء النبات معرضًا للنقص فى كمية الماء التى يمتصها ، نتيجة لتقطيع الجذور .

(د) الظروف البيئية التى تؤثر على معدل النمو قبل أن يكوّن النبات جذوراً جديدة .

(هـ) نسبة أو مقدار الجذور المتبقية بالشتلة بدون تقطيع بعد تقليعها من المشتل .

(و) مقدرة الجذور المتبقية على امتصاص الماء .

(ز) سرعة تكوين الجذور الجديدة عقب الشتل .

(ح) معدل النمو الطبيعي للنبات ، حيث تتعرض النباتات السريعة النمو لأضرار أكبر عند الشتل عن النباتات البطيئة النمو (Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

١٤ – ٢ : تقسيم الخضر حسب مقدرتها على تحمل عملية الشتل

يمكن شتل جميع النباتات وهي ما زالت في طور البادرة عقب الإنبات مباشرة ، لكن الشتل لا يتم تجاريًا بهذه الطريقة ، لأنه لا يحقق المزايا المرجوة منه ، بالإضافة إلى صعوبة تداول النباتات وهي في هذه المرحلة من النمو ، كما يمكن شتل جميع النباتات أيضًا إذا كانت نامية في أوعية خاصة ، مثل : القصارى الورقية ، وقصارى البيت موس ، وأقراص الجفي ، لأنها تكون محتفظة بجذورها كاملة داخل أوعية النمو ، لكن عند الحديث عن تقسيم النباتات حسب تحملها لعملية الشتل ، فإننا نعني بذلك مقدرة الشتلات التي يتراوح عمرها عادة بين ٤ ، و ١٠ أسابيع ، والتي تقلع من المشاتل بدون صلايا ، على تحمل عملية الشتل . وتقسم النباتات تبعًا لذلك إلى ٣ مجاميع كالتالي :

١ – نباتات تتحمل الشتل ، مثل : الطماطم ، والخس ، والصليبيات .

٢ – نباتات تحتاج إلى عناية خاصة عند شتلها ، لأنها أقل تحملاً لعملية الشتل ، مثل : الباذنجان ، والفلفل ، والبصل ، والكرفس .

٣ – نباتات لا تتحمل الشتل ، مثل : البقوليات ، والقرعيات ، والذرة السكرية .

وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد من الخضر ما يتحمل الشتل بصورة جيدة ، لكنها لا تشتل أبدًا في الزراعة التجارية ، مثال ذلك : البنجر ، والجزر .

١٤ – ٣ : طبيعة المقدرة على تحمل الشتل

يلاحظ أن النباتات التي لا تتحمل الشتل يكون نموها الخضري كبيرًا بصورة عامة ، كما توجد علاقة قوية بين مقدرة النباتات على تحمل الشتل ، وبين مقدرتها على تكوين جذور جديدة بعد الشتل . فقد تميزت النباتات التي تتحمل الشتل بسرعة أكبر في تكوين الجذور ، لكن ذلك كان محددًا بعاملين أولهما : كمية الغذاء المخزن في النبات ، وهو الذي يستخدم في بناء أنسجة الجذور الجديدة ، وثانيهما عمر النبات ، حيث يقل معدل تكوين الجذور الجديدة مع تقدم النبات في العمر .

وقد أرجع النقص في معدل تكوين الجذور الجديدة مع تقدم النبات في العمر إلى أنه يحدث ترسيبٌ لكل من السيوبرين suberin ، واللجنين lignin في جُدر خلايا البشرة الداخلية (الإندوديرمز) والقشرة ، لأنه يؤدي إلى تقليل امتصاص الماء ، وتصبح المنطقة التي يحدث فيها هذا الترسيب غير ذات فائدة في امتصاص الماء وتوصيله إلى الأوعية الخشبية . وقد وجد ارتباط بين سرعة ترسيب السيوبرين في جدر خلايا الجذور وبين مقدرة النباتات على تحمل الشتل ، فيما حدث الترسيب في

أجزاء الجذور التى عمرها ٣ أيام فقط فى الفاصوليا ، لم يحدث الترسيب فى جذور نباتات الطماطم والكرنب إلا بعد أن وصل عمر الجذور إلى ٥ – ٦ أسابيع ، ولذلك تأثيره الكبير على المقدرة على امتصاص الماء . ففى حالة الفاصوليا حدث الترسيب فى أجزاء الجذور التى عمرها ٣ أيام وهى ما زالت نشطة فى الامتصاص ، أى فى منطقة الشعيرات الجذرية . أما فى الطماطم والكرنب ، فإن أجزاء الجذور التى أصبح عمرها ٥ – ٦ أسابيع كانت بطبيعتها غير قادرة على امتصاص الماء ، لأن منطقة الشعيرات الجذرية كانت قد انتقلت بعيدًا عنها ، أى أن الترسيب لم يكن مؤثرًا على امتصاص الرطوبة (Loomis ١٩٢٥) .

١٤ – ٤ : مراقد البذور (المشاتل) الحقلية

١٤ – ٤ – ١ : الشروط التى يجب توافرها فى مراقد البذور الحقلية

يجب أن تتوفر الشروط التالية فى مراقد البذور الحقلية :

١ – أن تكون تربتها خصبة لوجود أعداد كبيرة من النباتات التى تستمد غذاءها من طبقة من التربة يبلغ عمقها حوالى ٨ سم .

٢ – أن تكون خالية من مسببات الأمراض ، خاصة تلك التى تعيش فى التربة ، مثل : النيماتودا ، وفطريات وبكتريا الذبول .

٣ – أن تكون خالية من الأملاح الضارة والحشائش .

٤ – تفضل الأراضى الطمية الرملية ، أو الخفيفة عمومًا ، كما تفضل الأراضى العضوية إن وجدت لمشاتل الكرفس والخس . ولا تصلح الأراضى الطينية الثقيلة كمراقد للبذور ، لأنها تصبح صلبة وتتشقق عند جفافها ، وتصبح لزجة عندما تكون رطوبتها مرتفعة . وإذا تطلب الأمر استخدام الأراضى الثقيلة كمراقد للبذور ، وجبت تغطية البذور – التى تزرع فى سطور بخليط من الرمل والسماد البلدى (الحيوانى) القديم المتحلل بنسبة ١ : ١ .

٥ – يجب تسميد أرض المشتل جيدًا بالسماد البلدى القديم المتحلل بمعدل ١٥ – ٢٠ م٣ /فدان ، والأسمدة الكيمائية بمعدل : ١٠ – ٢٥ كجم ن ، و ٤٠ – ٦٠ كجم فو٢ أ٥ ، و ٢٠ كجم بو٢ا/ فدان مع خلط الأسمدة بتربة المشتل خلطًا جيدًا قبل الزراعة .

وتحضير السماد البلدى اللازم ... تقام كومة من طبقات التربة والمخلفات الحيوانية بنسبة ٣ : ١ مع استبدال جزء من التربة بالرمل إذا كانت تربة المشتل ثقيلة . تجهز الكومة قبل الحاجة إليها فى المشتل بسنة كاملة ، وترطب من آن لآخر لتشجيع تحلل المادة العضوية ، كما يجب أيضًا تقليبها من آن لآخر لجعلها تامة التجانس . وتغربل قبل إضافتها لمراقد البذور فى مناخل ذات ثقوب واسعة نسبيًا للعمل على تمام تجانسها ، وللتخلص من الأجزاء الكبيرة بالغلوط .

ومن الضرورى أن يكون السماد البلدى قديمًا وتام التحلل ، حتى لا يحدث أضرارًا بالنباتات من جراء تحلله فى المشتل ، وحتى لا يُلوث أرض المشتل ببذور الحشائش وبعوائم الأمراض التى تكثر بالأسمدة البلدية غير المتحللة ، ويؤدى التحلل إلى التخلص منها .

وفى حالة وجود أى شك لاحتمال تلوث السماد البلدى ببذور الحشائش أو جراثيم الأمراض ، فإنه يجب الاكتفاء بالأسمدة الكيمائية عند تسميد المشاتل . وينصح فى هذه الحالة باستخدام البيت موس المعدل فى ملء سطور الزراعة . يخلط البيت موس مع الرمل بنسبة ٣ بيت : ١ رمل ، ويعدل قبل خلطه بإضافة نحو ٢ كجم كربونات كالسيوم ناعمة ، و ٢٠٠ جم سلفات بوتاسيوم ، و ٢٠٠ جم سوبر فوسفات ، و ٤٠٠ جم نترات أمونيوم لكل مائة بيت .

١٤ - ٤ - ٢ : زراعة المشاتل الحقلية

تكون زراعة المشاتل الحقلية فى أحواض مساحتها ٢ × ٢ ، أو ٢ × ٣ ، أو ٣ × ٣ م نثرًا أو فى سطور . وتفضل الزراعة فى سطور (شكل ١٤ - ١) عن الزراعة نثرًا للأسباب التالية :

١ - تكون الزراعة فى سطور أكثر انتظامًا .

٢ - يسهل على البادرات رفع غطاء التربة وهى معاً فى السطر ، عما لو كانت منتثرة بالحوض .

٣ - يمكن مكافحة الحشائش بسهولة وبكفاءة أكبر .

٤ - تجد النباتات المساحة الكافية للنمو .

٥ - تصل أشعة الشمس إلى سطح التربة ، مما يقلل من حالات الإصابة بالذبول الطرى .

٦ - يمكن تقليع الشتلات بسهولة أكبر عند إعدادها للشتل (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

وتجب مراعاة أن تكون كثافة الزراعة بالقدر المناسب . ويتوقف ذلك على درجة حرارة التربة ، نظرًا لأن نسبة الإنبات تكون منخفضة نسبيًا فى كل من الحرارة المنخفضة والحرارة الشديدة الارتفاع . هذا .. وتؤدى الزراعة الكثيفة إلى إنتاج شتلات طويلة ورهيفة spindly ، فضلاً عن زيادة التكاليف بسبب ضرورة إجراء عملية خف للبادرات فى هذه الحالة . وتفضل أحيانًا زراعة البذور مبعثرة فى خطوط عريضة لإنتاج شتلات جيدة النمو ، وسميكة السيقان stocky .

هذا .. ويمكن الحصول على شتلات جيدة عندما تكون كثافة النباتات نحو ٣٥ نبات/متر طولى ، ولكن جرت العادة على زراعة نحو ٣٠٠ - ٤٠٠ بذرة/ متر طولى ، ثم الخف على نحو ٢٠٠ نبات بعد الإنبات .

وعمومًا .. فإن الكيلو جرام الواحد من البذور يزرع عادة فى مساحة :

١١٠ م٢ (١,٥ قيراط) بالنسبة للطماطم والفلفل والباذنجان والكرنب والقنبيط .

٢٢٥ م٢ (٣,٠ قيراط) بالنسبة للخس

٣٥٠ م٢ (٤,٥ قيراط) بالنسبة للكرفس

ويتراوح عمق الزراعة المناسب من ١ - ٢ سم حسب طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة ، فتكون الزراعة أعمق فى الأراضى الخفيفة ، وفى درجات الحرارة المرتفعة (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة ١٩٧٣) .

شكل ١٤ - ٦ : المشاتل الحقلية . مشتل بصل مزروع في سطور .

١٤ - ٤ - ٣ : معاملات المشاتل والمقاومة لمكافحة الآفات في المشاتل الحقلية

نظرًا لكثرة الآفات التي تتعرض لها النباتات في المشاتل الحقلية ، فإنه ينصح باتباع ما يلي :

١ - المقاومة الخشائش المعمرة والسعد برش الإيثايد ٧٢٪ بمعدل ٤ - ٥ لتر للفدان على الأرض النامية ، ثم يقلب جيدًا ، وتروى الأرض . ولا تزرع البذور قبل مضي ١ - ١,٥ شهر من المعاملة .

٢ - مقاومة الحشائش الحولية برش الإيثايد ٥٠٪ بمعدل ٤ كجم للفدان قبل الزراعة .

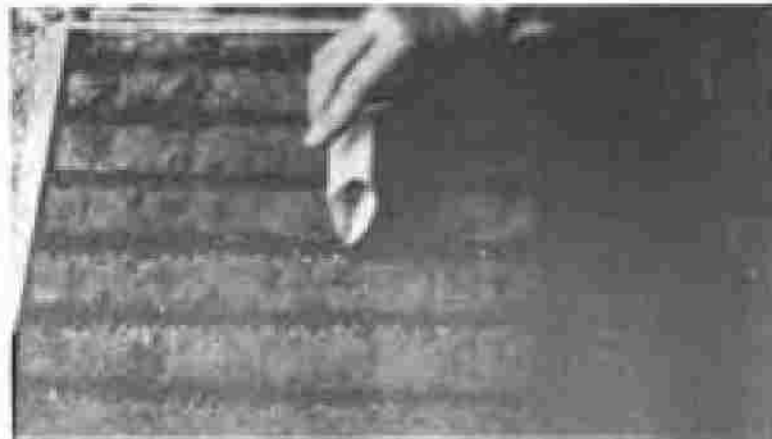
٤ – لمكافحة الآفات الحشرية ، مثل : الحفار ، أو الدودة القارضة ، أو النطاط يستعمل طعم سام مكون من أندرين ٥٠٪ قابل للبلل بمعدل ١ كجم للفدان ، أو أندرين ١٩,٥٪ مستحلب بمعدل ٢,٥ لتر للفدان مع ٢٥ كجم ردة ناعمة تخلط بنحو ٣٠ لتر ماء ، ثم ينثر الخليط بعد رى المشتل مباشرة .

٥ – لمكافحة مرض سقوط البادرات تعامل البذور قبل الزراعة بالبينلاكس/ كابتان بمعدل ١,٥ جم لكل كيلو جرام من البذور (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة ١٩٨٣) .

١٤ – ٥ : إنتاج شتلات الخضر فى أوعية خاصة بها ، وفى بيئات خاصة تنمو الجذور

تستخدم لإنتاج شتلات الخضر كافة الأوعية التى سبق بيانها فى الفصل الثانى عشر ، تملأ هذه الأوعية ببيئة الزراعة المناسبة ، وتنمو فيها الشتلات حتى تصبح جاهزة للشتل ، حيث تنقل للحقل الدائم بجذورها كاملة وما حولها من خليط التربة ، وبذلك تكون فرصة نجاح عملية الشتل أكبر بكثير عما فى حالة تقليع النباتات من تربة المشاتل الحقلية ، كما يمكن بهذه الطريقة شتل النباتات التى لا يمكن شتلها بالطرق العادية .

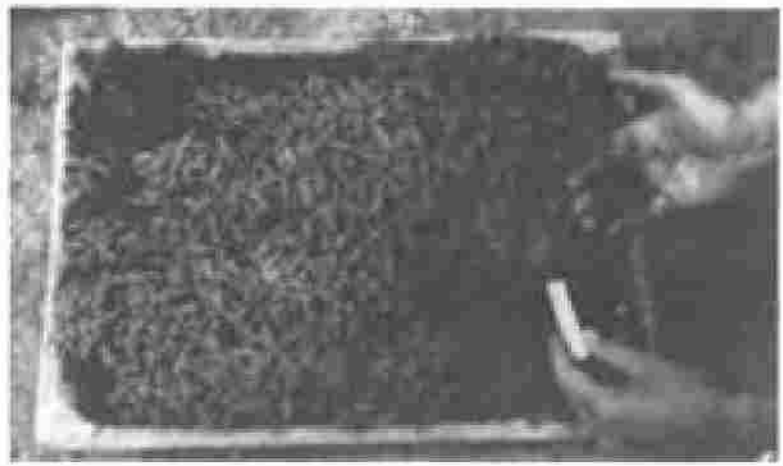
عند استعمال الصناديق (الطواولات) فى الزراعة ، فإنها تملأ بالخلطة المجهزة ، ثم يضغط عليها – خاصة عند الأركان وحول الجوانب – لتجنب انهيار الخلطة فى هذه الأماكن مستقبلاً . قبل ذلك إضافة المزيد من الخلطة على الصندوق ، ثم يسوى سطح التربة فى الصندوق مع مستوى القمة بإمرار قطعة من الخشب مثلاً . يلى ذلك استخدام لوحة خشبية – أبعادها كأبعاد الصندوق الداخلى – يضغط بها على التربة ، لتصبح مستوية ، وعلى مستوى أقل قليلاً من حافة الصندوق . وقد تستبدل هذه اللوحة بلوحة المسطر التى تفيد أيضاً فى عمل سطور الزراعة (شكل ١٤ – ٢) .



هذا .. وقد تبقى الشتلات فى نفس الحوض الذى شتلها فى الحقل ، أو قد يعاد شتلها فى حوض آخر على أبعاد أكبر ، حيث تبقى بها الى الشتل فى الحقل .

وفى الحالة الأولى – أى عند بقاء الشتلة فى نفس الحوض الذى شتلها بالحقل – يجب أن تكون السطور على بعد نحو ١٠ سم من بعضها البعض ، مع زراعة ١٥ – ٣٠ بذرة/ ١٠ سم طولية من السطر .

أما فى حالة تفريد البادرات فى أحواض أخرى ، فإن سطور زراعة البذور تكون على نحو ٥ سم من بعضها البعض ، مع زراعة ٣٠ – ٤٠ بذرة/ ١٠ سم طولية . وعند بدء ظهور الورقة الحقيقية الأولى – حيث يكون طول النبات ٥ – ٧ سم – تجرى عملية التفريد Pricking off ، فتروى الأحواض جيدًا قبل اقتلاع البادرات التى تقتلع بعد الرى بأكبر قدر من التربة (شكل ١٤ – ٣) ، ويعاد شتلها فى أحواض أخرى على مسافات أوسع ٣ × ٣ ، أو ٤ × ٤ ، أو ٥ × ٥ سم . ويستخدم القلم الرصاص أو الأصبع فى عمل الحفر التى تفرد فيها البادرات (شكل ١٤ – ٤) ، لكن يفضل استعمال لوحة التفريد spacing board لضمان حسن توزيع مسافات الزراعة والتوقف المسافة بين البادرات فى السطر وبين السطور وبعضها البعض على المدة التى تبقى خلالها الشتلات بأحواض الشتلة . يعاد أحيانًا تفريد البادرات مرة أخرى على مسافات أوسع ٨ × ٨ ، أو ١٠ × ١٠ سم ، لكن ذلك غالبًا ما يكون فى قصاع ورقية ، حتى لا تتأثر جذور النباتات عند الشتل .



شكل ١٤ – ٣ : تقليع البادرات عند بدء ظهور الورقة الحقيقية الأولى لشتلها على مسافات أكبر ، وهى العملية التى تعرف باسم pricking off .

عند إجراء عملية التفريد يجب التأكد من ضغط التربة جيدًا حول الجذور ، ويجب أن يكون

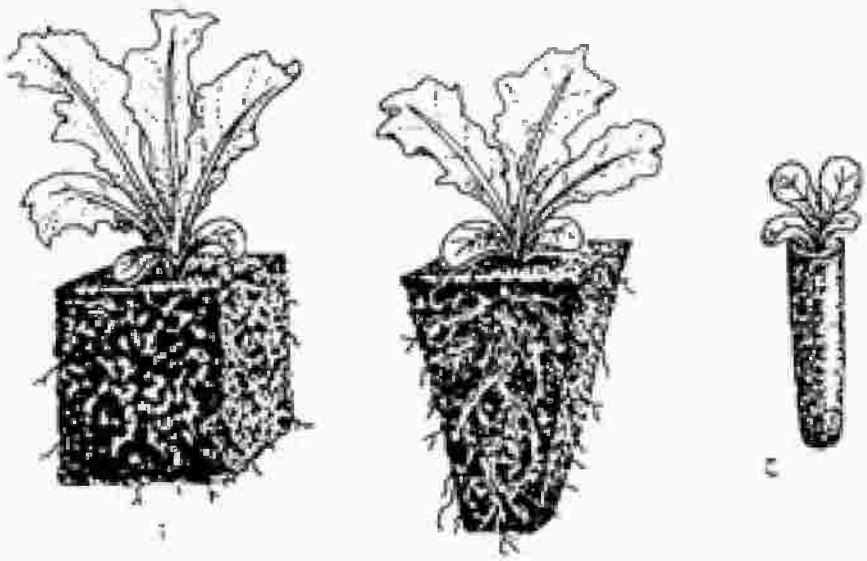
شكل ١٤ – ٤ : تفريد النادرات عند بدء ظهور الورقة الحقيقية الأولى على مسافات أكبر .

هذا .. وليس لعملية التفريد تأثير إيجابي على المحصول ، فرغم أنها تزيد من تفريع الجذور ، إلا أنه يصاحبها توقف مؤقت في النمو . والهدف الأساسي من إجرائها هو الاستغلال الأمثل للمساحات المخصصة لإنتاج الشتلات بالصوبات وبالمراقد المُدفأة والباردة . ويوضح شكل (١٤ – ٥) شتلات طماطم جاهزة للزراعة بعد استكمال نموها في الأحواض الخشبية (Banadyga & Wells ١٩٦٢) .

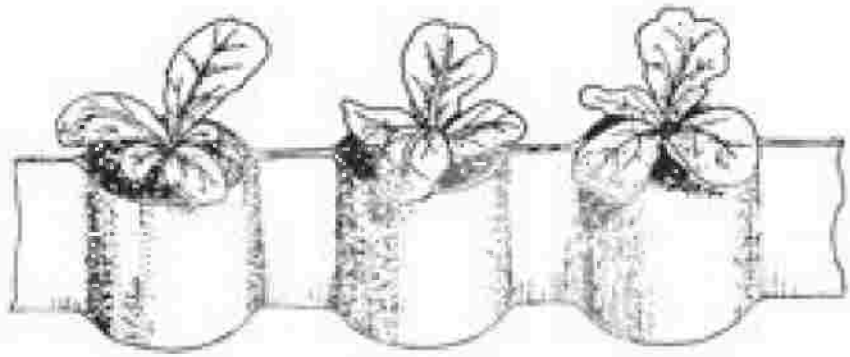
شكل ١٤ – ٥ : شتلات طماطم جاهزة للزراعة بعد استكمال نموها في الأحواض الخشبية .

إما إنتاج الشتلات فى صوانٍ (طاولات) الإنتاج السريع للشتلات Speedling trays ، فيتم بزراعة بذرة واحدة (فى حالة بذور الهجن المرتفعة الثمن) ، أو بذرتين (فى حالة الأصناف العادية) فى كل حفرة بالصينية ، على أن تخف على بادرة واحدة بكل حفرة بعد الإنبات . وعند الشتل تقلع الشتلات بسهولة بجذبها لأعلى من قاعدة الساق ، فتخرج جذورها كاملة مع صلية من بيئة الزراعة . ويساعد وجود البيت موس فى المحافظة على تماسك كل بيئة الزراعة فى كتلة واحدة (شكلا ١٤ - ٦ ، ١٤ - ٧) .

شكل ١٤ - ٦ : شتلة فلفل منتجة فى أنية الإنتاج السريع للشتلات Speedling tray .



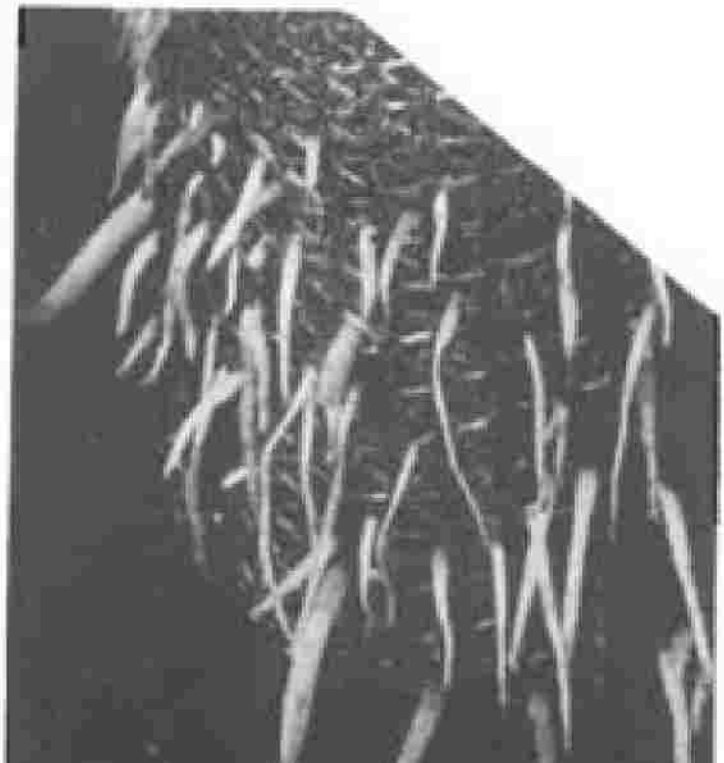
شكل ١٤ - ٧ : أمثلة لبعض طرق إنتاج الشتلات : أ) فى مكعب البيت موس ، ب) فى أنية الإنتاج السريع للشتلات speedling tray ، ج) تقنية شتلة السدادة Technicalture plug (وهى شبيهة بالـ speedling tray) ، د) فى حزام من الأصص الورقية يعرف باسم Bandolier system (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .



شكل (١٤ - ٧) : بتبع .

ولإنتاج الشتلات في الأصص الورقية لا يتطلب الأمر أكثر من فرد شريط الأصص في المكان المخصص لإنتاج الشتلات وملئه ببيئة الزراعة (شكل ١٤ - ٨) ، ثم زراعة البذور بنفس الطريقة السابقة .

ولا يختلف إنتاج الشتلات في أصص جفي ٧ ٢٧٧٧ عن الطريقتين السابقتين ، فتزرع البذور بعد فرد الأقراص وبلها بالطريقة التي سبق شرحها في الباب الثاني عشر ، وتترك النباتات حتى تصل إلى الحجم المناسب للشتل ، وتبرز الجذور من خلال الشبكة الملصقة بكتلة البيت (شكل ١٤ - ٩) .



هذا .. ومن الأهمية بمكان أن توضع أوانى الزراعة أيا كانت (أصص جفى ، أم أصص ورقية ، أم مكعبات تربة ، أم أوانى الإنتاج السريع للشتلات) على شريحة من البولسترين ، لأن ذلك يحقق المزايا التالية :

١ – ضمان عدم نمو الجذور فى التربة ، وبالتالى عدم تقطعها عند نقلها إلى الحقل .

٢ – عدم إصابة النباتات بأى من الآفات التى قد توجد فى التربة ، مثل فطريات الذبول ، وأعفان الجذور ، والنيماتودا .

٣ – سهولة نقل أعداد كبيرة من الشتلات إلى الحقل لتواجدها على شريحة بلاستيكية واحدة ، فيمكن بذلك حملها إلى الصوانى (الطاولات) التى خصص لذلك الغرض .

١٤ – ٦ : إنتاج شتلات الخضر على نطاق تجارى واسع

يفضل بعض المزارعين شراء احتياجاتهم من شتلات الخضر من جهات أو شركات ذات خبرة فى هذا المجال . وتقوم هذه الشركات بإنتاج الشتلات بأعداد هائلة تصل إلى مئات الملايين سنويًا حسب تعاقدات مسبقة مع المزارعين لتوريد الشتلات فى مواعيد معينة حسب رغبة المزارعين . وعادة ما تكون هذه الشركات فى مناطق تتوفر بها الظروف البيئية المناسبة لإنتاج الشتلات ، أو تتوفر لديها إمكانيات الزراعة المحمية لإنتاج الشتلات فى غير موسمها . ففى الولايات المتحدة مثلاً تنتج الولايات الجنوبية مئات الملايين من شتلات الخضر الصيفية للزراعة فى الولايات الشمالية بمجرد تحسن الظروف الجوية فى بداية الربيع . وفى مصر تقوم وزارة الزراعة وبعض الشركات بإنتاج شتلات الخضر لمن يرغب من المزارعين نظير زيادة طفيفة على ثمن التقاوى . ويضمن المزارع بذلك حصوله على شتلات جيدة فى الموعد المناسب له ، خاصة من الأصناف الهجين التى تكون تقاويها مرتفعة الثمن ، ويخشى عليها من الإصابة بمرض سقوط البادرات (الذبول الطرى) الذى قد يقضى عليها فى المشاتل .

ونظرًا لأن الإنتاج التجارى للشتلات يتطلب عادة إنتاج ملايين الشتلات خلال فترة زمنية وجيزة ، الأمر الذى قد يصعب تحقيقه بالطرق التقليدية ، لذا اتجهت الشركات الكبيرة نحو ميكنة عملية ملء أوعية نمو النباتات ببيئات الزراعة وزراعتها . ويوضح شكل (١٤ – ١٠) طريقة زراعة البذور آليًا على المسافات المرغوبة . ويستخدم لذلك قرص متصل بجهاز تفريغ ، وبه ثقوب أصغر قليلاً من حجم البذور ، وعلى الأبعاد المرغوبة للزراعة . يوضع القرص على البذور وبتشغيل جهاز التفريغ تتعلق بذرة بكل ثقب . وعند وضع القرص على سطح آنية الزراعة ، وإيقاف التفريغ تسقط البذور على سطح المهاد ، حيث تغطى بعد ذلك بالقليل من بيئة الزراعة . كما يوضح شكل (١٤ – ١١) آلة أكثر كفاءة تقوم بتعبئة وزراعة من ١٠٠ – ٣٠٠ ألف إناء زراعة يوميًا حسب حجم الأوعية المستخدمة .

شكل ١٤ – ١٠ : آلة لزراعة البذور في أوعية إنتاج الشتلات . تتكون الآلة من قرص متصل بجهاز تفريغ ، وبه ثقوب أصغر قليلاً من حجم البذور ، وعلى الأبعاد المرغوبة للزراعة . تعلق البذور بالثقوب عند تشغيل جهاز التفريغ ، حيث يمكن إسقاطها بسهولة على سطح مهاد الزراعة بوضع القرص على سطح المهاد ، ثم إيقاف التفريغ .

١٤ - ٧ : رعاية المشاتل

يجب توفير الرعاية التالية للمشاتل ، حتى يمكن الحصول على شتلات قوية النمو ، خالية من الأمراض

١ - تجب مكافحة الأمراض والحشرات والحشائش حيثما من بداية الإنبات .

٢ - تجب عدم محاولة دفع النباتات للنمو السريع غير الطبيعي عن طريق التسميد الغزير ، أو برفع درجة الحرارة .

٣ - يعتبر الخف عملية ضرورية لمنع تزاحم النباتات . وتتراوح المسافة التي تترك عادة بين النباتات من ½ سم على أقل تقدير إلى ٣ سم ، وهي المسافة المفضلة .

٤ - يجب توفير درجة الحرارة المناسبة لنمو الشتلات بزراعتها في المراقد المدفأة ، أو الباردة ، أو في الصوبات ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية المحفظة ... إلخ

٥ - يجب توفير التهوية الكافية للنباتات عند إنتاجها في الصوبات ، أو في المراقد المدفأة أو الباردة ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية . وتزداد الحاجة إلى التهوية بازدياد عمر النبات ، وبارتفاع درجة الحرارة .

٦ - الري : تجب العناية بالري قبل ظهور البادرات ، حتى لا تجرف البذور مع ماء الري ، أو تتعجن التربة . ويجب تجنب جفاف مراقد البذور في أي وقت ، أو زيادة رطوبتها إلى درجة التشبع إلا في حالات خاصة ، كما في الكرفس ، فالرطوبة يجب أن تظل دائمًا في الحدود المثلى .

ويلاحظ أن بقاء سطح التربة رطبًا بصفة دائمة يشجع على الإصابة بمرض الذبول الطري (سقوط البادرات) ، وعليه .. فإنه يلزم بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة أن ينظم الري ، بحيث يكون غزيرًا ، ثم تترك المراقد بدون ري إلى أن تبدأ ظهور أعراض الحاجة للري على البادرات . وتزداد الحاجة للري بطبيعة الحال في الأيام الحارة أو الصاقعة ، عنها في الأيام الباردة ، أو الأيام الملبدة بالغيوم . ويحسن عدم ري المشاتل في الأيام الملبدة بالغيوم إلا عند الضرورة .

ويفضل ري المشاتل في الصباح ، لأن الري وقت الظهيرة يزيد من فرصة الإصابة بلفحة الشمس sunscald وفي حالة الري في المساء قد لا تجف النباتات قبل حلول الليل ، كما أن الري يعمل على خفض درجة حرارة أرض مرقد البذور . ومن مزايا الري المبكر إعطاء الفرصة لأن ترتفع درجة حرارة أرض المرقد بفعل حرارة وسط النهار ، وقبل أن يحل المساء .

هذا .. ويجب ري المراقد ريًا غزيرًا قبل إجراء عملية الشتل ، وذلك حتى يمكن تقليعها بسهولة مع كمية كبيرة من التربة عالقة بها .

٧ - التسميد : يمكن تسميد المراقد أثناء إعدادها للزراعة كما سبق بيانه ، كما يمكن عند الحاجة إضافة الأسمدة بعد الإنبات نثرًا ، أو مع ماء الري .

٨ - يجرى أحيانًا للشتلات المُفْرَدة في الأحواض الخشبية أو المعدنية أو البلاستيكية عملية فصل للتربة في مكعبات blocking قبل الشتل بعشرة أيام ، وذلك بتقطيع جذور النباتات بإمرار نصل

سكين مثلاً فى التربة بين النباتات ، بحيث يصبح كل نبات محاطاً بكتلة من التربة مساحتها ٣ × ٣ سم تقريباً وتؤدى هذه العملية إلى تقطيع الجذور الكبيرة ، وتشجيع تكوين جذور جانبية جديدة .

٩ – إجراء عملية التقسية hardening قبل الشتل بنحو ٧ – ١٠ أيام (حسب فترة بقاء النباتات فى المشتل) ، وذلك بتقليل الرى ، وتعريض النباتات لظروف الحقول المكشوفة بتخفيض التدفئة أو التظليل تدريجياً (Thompson & Kelly ١٩٥٧)

١٤ – ٨ : درجات الحرارة المناسبة لإنتاج شتلات الخضر

يجب أن تتوفر لشتلات الخضر درجات الحرارة المناسبة لنموها ، كما هو مبين فى جدول (١٤ – ١) ، لأن درجات الحرارة الشديدة الانخفاض تؤدى إلى بطء شديد فى الإنبات والنمو ، وقد تنهى بعض النباتات ذات الحولين للإزهار المبكر إذا تعرضت لدرجات الحرارة المنخفضة . هذا بالإضافة إلى أن الحرارة المنخفضة تضر كل الخضر الصيفية الحساسة للبرودة . أما الحرارة المرتفعة ، فإنها تؤدى إلى إنتاج شتلات رفيعة وطويلة ورهيفة spindly .

ويمكن القول إجمالاً أن خضر الجو البارد تلزمها درجة حرارة قدرها ١٦ – ١٨°م نهاراً ، و ١٠ – ١٣°م ليلاً . أما خضر الجو الدافئ ، فتلزمها حرارة أعلى من ذلك بنحو خمس درجات مئوية .

جدول (١٤ ـ ١) : درجات الحرارة المناسبة لانتاج شتلات الخضر

المحصول	درجة حرارة النهار (م°)	درجة حرارة الليل (م°)
البروكولى	١٦ ـ ١٨	١٣ ـ ١٦
كرنب بروكسل	١٦ ـ ١٨	١٣ ـ ١٦
الكرنب	١٣ ـ ١٦	١٠ ـ ١٣
الكرفس	١٨ ـ ٢١	١٦ ـ ١٨
الباذنجان	٢١ ـ ٢٧	١٨ ـ ٢١
الخس	١٣ ـ ١٦	١٠ ـ ١٣
القاوون (فى أصص جيفى)	٢١ ـ ٢٤	١٦ ـ ١٨
البصل	١٦ ـ ١٨	١٣ ـ ١٦
الفلفل	١٨ ـ ٢١	١٦ ـ ١٨
الطماطم	١٨ ـ ٢١	١٦ ـ ١٨
البطيخ (فى أصص جيفى)	٢١ ـ ٢٧	١٨ ـ ٢١

١٤ – ٩ : أقلمة أو تقسية الشتلات

الأقلمة أو التقسية Hardening هى عملية يُراد منها تهيئة الشتلات لتحمل الظروف البيئية غير المناسبة بعد الشتل ، كدرجات الحرارة المرتفعة ، أو المنخفضة ، أو الرياح الجافة ، أو نقص الرطوبة الأرضية ، أو الأضرار التى قد تتعرض لها النباتات أثناء عملية الشتل .

وبالنسبة لنباتات الجو البارد التي تتحمل البرودة بطبيعتها ، فإن الأقلمة تجعلها أكثر تحملاً للبرودة ، وبمعدل يتناسب مع مقدار النقص في نموها نتيجة لعملية الأقلمة . أما بالنسبة لنباتات الموسم الدافيء ، فإنها لا تكتسب سوى قدر ضئيل من التأقلم ضد البرودة . ولكن كلا النوعين من النباتات يختزن في أنسجته المواد الكربوهيدراتية التي تساعده على تكوين جذور جديدة بعد الشتل .

١٤- ٩ - ١ : طرق الأقلمة

تعتمد كل طرق الأقلمة على تعريض النباتات لظروف تؤدي إلى تقليل معدل النمو الخضري ، وزيادة المخزون النباتي من المواد الكربوهيدراتية . وتختلف طرق الأقلمة التي يمكن اتباعها حسب نوع المشتل والوسائل المتبعة لحماية الشتلات به . ويمكن إجمال أنواع المشاتل فيما يلي :

١ - المشاتل الحقلية المكشوفة .

٢ - المشاتل الحقلية المظللة .

٣ - المشاتل المحمية في الصوبات البلاستيكية أو الزجاجية .

٤ - المراقد المدفأة ومشاتل الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

ويستخدم مع كل نوع من المشاتل ما يناسبه من طرق الأقلمة التالية :

١ - تقليل مياه الري

يتم ذلك بطريقة تدريجية بتقليل الكمية التي تعطى في الرية الواحدة مع زيادة الفترة بين الريات ، لكن يجب ألا تترك النباتات بدون ري إلى أن تذبل وتجف .

٢ - تعريض النباتات لدرجات حرارة منخفضة .

يتم ذلك أيضًا بصورة تدريجية ، فتعرض النباتات لدرجات حرارة أقل من الدرجة المثلى للنمو . وتجدر ملاحظة أن النباتات تفقد في اليوم الدافيء ما تكون قد اكتسبته من أقلمة في يوم بارد . كما يجب عدم تعريض النباتات لدرجات حرارة شديدة الانخفاض ، أو تعريضها للحرارة المنخفضة لمدة طويلة ، خاصة في حالة النباتات ذات الحولين ، لأن هذه المعاملة تهيؤها للإزهار ، وتعرضها للإزهار المبكر ، فتفقد قيمتها التجارية . ويتم خفض الحرارة بتقليل التدفئة مع زيادة التهوية في الصوبات أو في المراقد المدفأة ، أو بنقل النباتات إلى مراقد غير مدفأة .

ومما تجدر ملاحظته أن التعريض للبرودة ليس ضروريًا ، وأن أي معاملة تؤدي إلى إيقاف النمو يمكن أن تفي بالغرض . وهو أمر يمكن تحقيقه بتقليل الري ، وعليه .. فإن نقل النباتات من الصوبة أو من المراقد المدفأة ليس أمرًا ضروريًا إلا عند الحاجة للمساحات التي تشغلها النباتات لأغراض أخرى .

٣ - في المراقد الحقلية المكشوفة يصعب التحكم في الرطوبة الأرضية في المواسم الممطرة . وفي هذه الحالات يمكن تقليل امتصاص النباتات للرطوبة برفعها قليلاً بشوكة أو بتقطيع جذورها من

الجانبين بإمرار نصل حاد فى التربة على بعد نحو ٣ سم من خط النبات . ويحسن تقطيع الجذور من أحد الجانبين أولًا ، ثم بعد نحو ٣ أيام من الجانب الآخر .

٤ – فى حالة المراقد المغطاة المظللة تجرى الأقلمة بتعريض النباتات لضوء الشمس المباشر بصورة تدريجية برفع شباك التظليل ، وزيادة المساحة غير المظللة من المشتل تدريجيًا .

يجب أن تجرى جميع طرق الأقلمة بصورة تدريجية ، وإلا انتفى الغرض منها ، وهو عدم تعريض البادرات الرهيفة لتغير مفاجىء يقضى عليها .

هذا .. ويجب ألا تزيد فترة الأقلمة عن ٧ – ١٠ أيام ، نظرًا لأن زيادتها عن ذلك تجعل النباتات بطيئة فى استعادة نموها الطبيعى بعد الشتل . وفى حالة الطماطم تؤدى المغالاة فى الأقلمة إلى تقليل المحصول المبكر . وعمومًا .. يفضل أن يظل معدل النمو معتدلًا طوال فترة إنتاج الشتلة عن جعله سريعًا فى البداية ، ثم إيقاف النمو فجأة بمعاملات أقلمة شديدة .

هذا .. وتتبع طرق الأقلمة أيضًا عند الرغبة فى وقف نمو الشتلات لأى سبب كان ، كأن تكون قد كبرت فى الحجم ، وأصبحت صالحة للشتل قبل أن يعد الحقل للزراعة ، أو كأن يكون الجو ما زال باردًا خارج البيوت المحمية أو المراقد المدفأة بدرجة لا يمكن معها شتل النباتات .

١٤ – ٩ – ٢ : التغيرات المصاحبة لعملية الأقلمة

تؤدى الأقلمة إلى إحداث التغيرات التالية بالبادرات

١ – التغيرات المورفولوجية

(أ) ينقص معدل نمو النباتات .

(ب) تكتسب الأوراق لونًا أخضر داكنًا ، وتكون أصغر من مثيلاتها غير المؤقلمة التى من نفس العمر .

(جـ) يظهر لون أحمر وردى على النبات ، خاصة على السيقان وأعناق الأوراق وعروقها .

٢ – التغيرات التشريحية

تحدث زيادة فى سمك طبقة الأدمة Cuticle مع زيادة سمك الطبقة الشمعية على أوراق الكرنب وبعض النباتات الأخرى .

٣ – التغيرات الفسيولوجية

(أ) زيادة نسبة المركبات المحبة للماء hydrophyllic colloids فى النبات .

(ب) نقص نسبة الماء الحر فى النبات ، وهو الماء القابل للتجمد .

(جـ) زيادة نسبة السكريات .

(د) زيادة نسبة المادة الجافة

(هـ) نقص معدل النتح من وحدة المساحة

(و) زيادة مقدرة نباتات الموسم البارد على تحمل درجات الحرارة المنخفضة التي تقل عن درجة التجمد . فنباتات الكرنب المؤقلمة تتجمد على درجة حرارة – ٥,٦ م° ، بالمقارنة بدرجة – ٢,١ م° التي تتجمد عليها النباتات غير المؤقلمة . أما نباتات الموسم الدافئ ، كالطماطم ، فلا تزداد مقدرتها على تحمل البرودة .

هذا .. ولا يدوم تأثير الأقلمة بعد الشتل أكثر من المدة التي استغرقتها عملية الأقلمة ، كما تحدث التغيرات أثناء الأقلمة ، وتعود النباتات خلالها الطبيعية بعد الشتل بصورة تدريجية .

ويتضح من أبحاث Rosa (١٩٢١) أن معظم التغيرات التي تحدث نتيجة الأقلمة في الكرنب (وهي الزيادة في نسبة المادة الجافة ، والنقص في نسبة الرطوبة ، والنقص في نسبة الماء القابل للتجمد في حرارة – ٥ م°) تحدث بعد يومين من الأقلمة في المراقد الباردة ، ويتبع ذلك تغير أقل عند زيادة الأقلمة إلى ٤ أيام ، ثم تغيرات قليلة جدًا عند زيادتها إلى ٦ أيام أو أكثر . أي أن إجراء الأقلمة لمدة أسبوع يكون كافيًا ويفي بالغرض .

١٤ – ٩ – ٣ : علاقة التغيرات التي تحدث أثناء الأقلمة بمقدرة النباتات على تحمل عملية الشتل

يعد نقص معدل النمو وصغر حجم الأوراق وحجم النبات وزيادة الطبقة الشمعية على الأوراق في النباتات المؤقلمة من أهم التغيرات التي تؤدي إلى نقص معدل النتح في النباتات المؤقلمة ، عنه في النباتات غير المؤقلمة ، ويساعد ذلك على تحمل النباتات لعملية الشتل ، نظرًا لأن مقدرتها على امتصاص الرطوبة الأرضية تكون منخفضة بعد الشتل بقليل ، كما أن تراكم المواد الكربوهيدراتية – خاصة السكريات – في النبات يجعلها أكثر مقدرة على تحمل عملية الشتل ، نظرًا لأن هذه المواد تستخدم في تكوين الجذور الجديدة التي يجتاجها النبات بعد الشتل .

أما بالنسبة لزيادة مقدرة نباتات الموسم البارد على تحمل الصقيع ، فإنها ترجع إلى نقص نسبة الماء الحر القابل للتجمد ، وزيادة نسبة البروتينات المائية للماء عند الأقلمة ، كما أن النباتات المؤقلمة تكون أكثر مقاومة لكل من البلزمة Plasmolysis ، وسرعة العودة للحالة الطبيعية deplasmolysis ، الأمر الذي يجعل بروتوبلازم خلاياها أقل تعرضًا للضرر الذي يحدث عادة عند الصقيع .

كما أن زيادة سمك الطبقة الشمعية على أوراق الكرنب ذات أهمية في حمايتها من أضرار الصقيع . فقد وجد أن النباتات التي يتكون بها طبقة شمعية أشد سمكًا على أسطح أوراقها تكون هي الأكثر مقاومة لتكوين بلورات ثلجية في أنسجتها ، وهي التي تحدث بها ظاهرة تحت التبريد under cooling ، وهي ظاهرة هامة تلعب دورًا كبيرًا في تحمل النباتات لأضرار الحرارة المنخفضة (عن Thompson & Kells ١٩٥٧) .

ويتضح كذلك من أبحاث Rosa (١٩٢١) على الكرنب أن النباتات المؤقلمة – سواء بالتعريض لدرجات الحرارة المنخفضة ، أو بتقليل الرطوبة الأرضية – تظل أكثر مقدرة على تحمل درجات الحرارة المنخفضة ، نظرًا لأن نسبة الماء القابل للتجمد فيها تكون أقل مما هي في النباتات غير المؤقلمة .

١٤ - ٩ - ٤ : رش الشتلات بالمحاليل السكرية كبديل للأقلمة

يمكن لأوراق وسيقان نباتات الطماطم أن تمتص السكروز من خلال أنسجة البشرة السليمة إذا رشت النباتات بمحلول مخفف من السكروز . وقد أوضحت دراسات Smith & Zink (١٩٥١) أن نباتات الطماطم المؤقلمة جزئيًا أو غير المؤقلمة كانت قادرة على امتصاص وتخزين واستعمال السكروز عند رش الأوراق بمحلول مائى من السكروز ، كما كانت النباتات المعاملة بهذه الطريقة أكثر قدرة على تحمل صدمة الشتل ، وأكثر مقدرة على تحمل الظروف التى تزيد من استهلاك المواد الكربوهيدراتية (كتخزين الشتلات مدة ٥٠ ساعة فى الظلام ، أو تعريضها لدرجات حرارة مرتفعة) . أما النباتات المؤقلمة جيدًا ، فلم يكن للرش بالسكروز تأثير عليها .

كما أوضحت دراسات Levin (١٩٥٩) أن رش نباتات الكرنب بالسكريات السداسية والخماسية أدى إلى زيادة أقلمة النباتات وتحملها للصقيع ، ولكن بدرجة أقل مما يحدث فى حالة أقلمة النباتات بتعريضها لدرجة حرارة منخفضة . هذا .. برغم أن الزيادة فى الضغط الأسموزى كانت أكبر فى حالة الرش بالسكريات السداسية ، عنه بالأقلمة العادية . وعليه .. فإن الزيادة التى تحدث فى السكريات فى النباتات المؤقلمة لا تشكل سوى جزء من التغيرات التى تحدث نتيجة الأقلمة . هذا .. وقد كانت معاملات الرش بكل من الدكستروز أو الفراكتوز أو الرايبوز بتركيز ٠,٥ مولار .

يتضح مما تقدم أنه ينصح برش الشتلات بمحلول السكروز عندما لا تكون النباتات مؤقلمة جيدًا ، أو عند الرغبة فى شحنها لمسافات بعيدة ، أو عندما يكون الشتل فى الجو الحار .

١٤ - ١٠ : مواصفات الشتلة الجيدة

تكون الشتلة جيدة عندما تصل إلى الحجم المناسب ، ويتوقف ذلك على الفصول . وعمومًا .. يجب أن يكون المجموع الجذرى جيدًا ومتشعبًا ، وأن يتراوح طول المجموع الخضرى من ١٠ - ١٥ سم ، وألا تكون ساق البادرة عصوية أو متخشبة ، بل وسطًا بين ذلك . ويفضل أن تكون الأوراق جيدة النمو وبلون أخضر داكن ، بالإضافة إلى ضرورة خلو الشتلة من الآفات .

وقد تؤدى عملية الأقلمة إلى اصفرار الأوراق السفلى بالشتلة . وقد تتلون عروق الورقة أو ساق الشتلة بلون أحمر مشوب بالأحمر أو البنفسجى ، لكن هذه الأعراض سريعًا ما تزول ، وتستعيد النباتات نموها الطبيعى عقب الشتل .

وتتوقف الفترة اللازمة لوصول النبات إلى الحجم المناسب للشتل على الفصول ودرجة الحرارة السائدة ، فتطول فترة بقاء النبات فى المشتل فى الجو البارد ، وتقل فى الجو الحار ، وتتراوح عمومًا من :

٤ - ٦ أسابيع فى الصليبيات

٦ - ٨ أسابيع فى الباذنجانيات الثمرية .

٨ – ١٢ أسبوع فى الكرفس والبصل .

٤٠ – ٤٥ أسبوع فى الطيون .

١٤ – ١١ : مواصفات الشتلات التى لا يجوز استعمالها

عندما تكون الشتلة طويلة ورهيفة وضعيفة ، أو متقزمة ، أو متخشبة ، أو ذات نمو جذرى ضعيف ، أو مصابة بالأمراض ، فإنه لا يجوز استخدامها فى الزراعة ، لأن النتيجة المؤكدة لذلك هى ضعف المحصول ، وفشل الزراعة . وفيما يلى شرح للعوامل التى تؤدى إلى ظهور أى من الحالات السابقة الذكر ، حتى يمكن تجنبها أو معالجة الأمر إذا استدعى الحال استخدامها فى الزراعة .

الشتلات الطويلة الرهيفة الضعيفة

تؤدى أى من العوامل الآتية – منفردة أو مجتمعة – إلى أن تصبح البادرات رهيفة (leggy) :

١ – تزاحم البادرات فى المشتل .

٢ – زيادة الرطوبة الأرضية لفترة طويلة .

٣ – عندما يميل الطقس إلى الحرارة المرتفعة مع زيادة الرطوبة الأرضية .

٤ – انخفاض شدة الإضاءة أو التظليل .

وبصفة عامة .. فإن النباتات النامية فى الصوبات ، أو فى المراقد البادرة أو المدفأة (خاصة تلك التى تكون مزدحمة ، والتى تنمو فى جو مليد بالغيوم) تكون رهيفة وعصيرية ، وذات سلاميات طويلة بشكل غير طبيعى ، ويقل بها الكلوروفيل ، ويكون نموها الخضرى بلون أخضر شاحب مصفر ، ويسود فيها تكوين الأنسجة البارنشيمية ، ويقل تكوين الجذر الخلوية الملجنة أو المسوبرة . كما يكثر فى مثل هذه الظروف مرض الذبول الطرى ، حيث تهاجم الفطريات المسببة له أنسجة النباتات الضعيفة بسهولة بالقرب من مستوى سطح التربة . ولا تصلح هذه الشتلات للمشتل ، وغالبًا ما تموت ، نظرًا لنقص محتواها من الغذاء المخزن الذى يحتاجه النبات عقب الشتل لتكوين الجذور الجديدة . وتفيد عملية الأقلمة فى تحسين وضع مثل هذه النباتات إلى حد ما (Walker ، ١٩٥٧ ، Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

الشتلات المتقزمة

يجب استبعاد الشتلات المتقزمة النمو عند الشتل . وقد يرجع التقزم إلى أحد العوامل التالية :

١ – انخفاض درجة الحرارة ، وفى هذه الحالة يكون النمو الجذرى طبيعيًا ، ويظهر لون أخضر مشوب بالحمرة ، أو بنفسجى بعروق الأوراق ، وعلى قاعدة ساق النبات .

٢ – الإصابة بالأمراض ، سواء بالجذور (أعفان الجذور) ، أم بقاعدة الساق (عفن الرقبة) ، أم بالنمو الخضرى .

٣ – زيادة تركيز الأملاح : وفى هذه الحالة تتحلل بعض الأنسجة الورقية وتتلون بلون أسود . وقد ترجع زيادة تركيز الأملاح إما إلى تعقيم التربة فى درجة حرارة أعلى من ٧١°م ، أو إلى زيادة التسميد . ويجب – إن أمكن – إزالة الأملاح الزائدة بالغسيل الجيد لتربة المشتل .

٤ – نقص العناصر ، وأهمها فى المشاتل عنصرا الأزوت والفوسفور ويؤدى نقص الأزوت إلى تلون الأوراق – خاصة السفلية منها – بلون أصفر ، بينما يؤدى نقص الفوسفور إلى ظهور لون قرمزى بالأوراق ، خاصة على السطح السفلى وبالعروق والساق .

الشتلات المتخشبة

يرجع تخشب الشتلات إلى التمادى فى عملية الأقلمة ، وبتوقف نمو هذه الشتلات لفترة أطول بعد الشتل . ويحتاج الأمر إلى تشجيع النباتات على النمو عقب الشتل بتسميدها بالمحاليل البادئة ، وهى محاليل مخففة لبعض الأسمدة تضاف إلى جانب جذور النباتات أثناء شتلها (أنظر الفصل الثامن عشر) .

ضعف النمو الجذرى

قد يرجع ضعف النمو الجذرى للشتلات إلى

١ – سوء التهوية بسبب زيادة الرطوبة الأرضية ، أو زيادة الصرف .

٢ – نقص مستوى التسميد .

٣ – زيادة ملوحة التربة .

٤ – انخفاض درجة الحرارة .

٥ – تخلف مواد سامة فى تربة المشتل بعد التعقيم ، أو بعد مكافحة الحشائش بالمبيدات (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

الإصابة بالأمراض

يعتبر مرض الذبول الطرى ، أو تساقط البادرات أهم أمراض المشاتل . فهذا المرض يقضى على النباتات وهى ما زالت فى طور البادرة ، وقد لا تموت بعض البادرات ، لكنها تظل مصابة بالفطر عند قاعدة الساق . وغالبًا ما تتطور الإصابة فى هذه النباتات بعد شتلها . والعامل الرئيسى المسبب لانتشار مرض تساقط البادرات هو ارتفاع الرطوبة الأرضية فى أرض المشتل بصفة دائمة ، خاصة عندما يصاحب ذلك ارتفاع فى درجة الحرارة . ويمكن أحيانًا مشاهدة نمو أخضر طحلى على سطح التربة فى المشاتل . ويعتبر ذلك دليلًا أكيدًا على زيادة الرطوبة ، وضعف التهوية ، ويصاحبه فى الغالب ظهور مرض تساقط البادرات . أما آفات الجذور ، مثل : النيماتودا ، وفطريات الذبول ، فهذه يجب تجنبها تمامًا ، حتى لا تنتشر هذه الآفات من المشتل إلى الحقول بواسطة الشتلات المصابة .

١٤ - ١٢: تقليم الشتلات

تجرى عملية التقليم pruning بإزالة جزء من الجذور أو المجموع الخضرى للشتلات ، والغرض منها تسهيل عملية الشتل ، إلّا أن التجارب قد أثبتت أن عملية التقليم ضارة للنباتات ، وينصح بعدم إجرائها . فقد قام Kraus (١٩٤٢) بتقليم جزء من المجموع الخضرى لشتلات كل من : الخس ، والقنبيط ، والكرفس ، والفلفل ، والبصل ، وتحصل على النتائج الآتية :

١ - لم تحدث أية زيادة فى نسبة نجاح النباتات فى عملية الشتل نتيجة لتقليم الشتلات .

٢ - أدى التقليم الجائر إلى تأخير تكوين الرؤوس فى الخس ، وإلى تقليل المحصول المبكر فى القنبيط ، ولم يتأثر المحصول فى باقى الخضروات التى دُرست .

٣ - كان فقد الماء بالنتح من النبات أكثر فى النباتات غير المقلمة ، عنه فى النباتات المقلمة ، وكان ذلك راجعًا للأسباب الآتية :

(أ) كان النمو الخضرى أكبر فى النباتات غير المقلمة .

(ب) كان لدى النباتات غير المقلمة مخزون أكبر من المواد الكربوهيدراتية بالأوراق ساعد النبات على تكوين جذور جديدة بسرعة بعد الشتل ، مما زاد من مقدرة النبات على امتصاص الماء ، ومن ثم أدى إلى زيادة النتح . كما كانت النباتات غير المقلمة أكثر قدرة على تمثيل المواد الغذائية اللازمة لنمو الجذور .

كما وجد أيضًا أن تقليم جذور وأوراق البصل أدى إلى نقص كبير فى المحصول .

وبالنسبة للطماطم .. فإن عملية التقليم تضر أيضًا بكل من المحصول المبكر والمحصول الكلى . ورغم أن إزالة القمة النامية وجزء من الساق يؤديان إلى تشجيع نمو الأفرع الجانبية مبكرًا ، إلا أنه ثبت بالدراسة أن إجراء هذه العملية فى وقت مبكر - والنباتات فى عمر ٦ أسابيع - لا ينتج عنها أى تأثير جوهرى على المحصول الكلى أو المحصول المبكر ، وأن إجراءها فى وقت متأخر - والنباتات بعمر ٧ - ٨ أسابيع - يحدث نقصًا جوهريًا فى كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى .

وقد يساعد تقليم النباتات الكبيرة الطويلة الرفيعة leggy إلى تسهيل عملية الشتل - خاصة فى حالة الشتل الآلى - وإلى تجنب الأضرار التى تحدث للنباتات بفعل هز الرياح لها ، لكن هذه العملية لا ينصح باتباعها أيضًا إلّا إذا كانت النباتات زائدة الطول ورفيعة بشكل ملحوظ ، لأن الجزء المزال من النبات يحتوى على مخزون هام من المواد الكربوهيدراتية يكون النبات فى أمس الحاجة إليه بعد الشتل لتكوين جذور جديدة بسرعة ، خاصة عندما لا تكون النباتات قد سبق تفريدها ، وبالتالى لم تكون مجموعًا جذريًا كثيفًا متفرعًا .

١٤ - ١٣ : المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٧٣) . من البرامج التدريبية : حاصلات الخضر والنباتات الطبية والعطرية . الجزء التاسع . القاهرة - ٣٣٦ صفحة .

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة - ٤٢٢ صفحة .

مرسي ، مصطفى علي ، وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثاني : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

Banadyga, A.A. and J.C. Wells. 1962. Vegetable plant production for commercial growers. N.C. Agr. Ext. Serv., Ext. Circ. No. 231. 18p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th ed.) Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

Fordham, R. and A.G. Biggs. 1985. Principles of vegetable crop production. Collins Professional and Technical Books, London. 215p.

Kraus, J.E. 1942. Effects of partial defoliation at transplanting time on subsequent growth and yield of lettuce, cauliflower, celery, peppers, and onions. U.S.D.A. Tech. Bul. 829.

Levitt, G. 1959. Effects of artificial increases in sugar content on frost hardiness. Pl.Phys. 34: 401-402.

Loomis, W.E. 1925. Studies on the transplanting of vegetable plants. Cornell Agr. Exp. Sta. Mem 87.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Rosa, J.T. 1921. Investigations on the hardening process in vegetable plants. Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 48.

Smith, P.G. and F.W. Zink. 1951. Effect of sucrose foliage spray on tomato transplants. Proc. Amer. Sci. Hort. Sci. 58: 168-178

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill book Co., N.Y. 611p.

Walker, J.C. 1957. Plant pathology. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 707p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

الفصل الخامس عشر

زراعة الخضر فى الحقل الدائم

نتطرق فى هذا الفصل إلى دراسة عدد من العمليات الفلاحية التى تتعلق بإعداد حقل الخضر للزراعة ، ثم طرق الزراعة المتبعة فى الحقل الدائم .

١٥ - ١ : توفير الصرف المناسب لمزارع الخضر

يعتبر تحسين الصرف خطوة أساسية لنجاح زراعة الخضروات ، وإن كان بعضها ، مثل الكرسون المائى ، ينمو جيدًا فى الأراضى ذات نسبة الرطوبة الأرضية العالية . وترجع أهمية الاهتمام بالصرف إلى الأسباب التالية :

١ - يؤدى الصرف السيء إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضى . وقد يؤدى ذلك إلى زيادة مؤقتة فى النمو ، لكن تلك الزيادة سرعان ما يعقبها نقص كبير فى المحصول ، نتيجة زيادة تركيز الأملاح ، وعليه .. فإن خفض منسوب الماء الأرضى يصبح ضرورة حتمية .

٢ - يزيد الصرف الجيد من تهوية التربة .

٣ - يسمح الصرف الجيد بالزراعة المبكرة فى الربيع ، لأن الحرارة النوعية specific heat للتربة الجافة = ٠,٢ ، أى أن الصرف الجيد يقلل من كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة التربة فى الربيع .

٤ - يساعد الصرف الجيد أيضًا - ولنفس السبب - على التبكير فى النضج ، حيث تكون التربة أدفأ من مثيلتها الرديئة الصرف . ويلاحظ ذلك فى الأراضى الرملية.وتصنف الأراضى حسب حالة الصرف بها إلى أربعة أقسام حسب ما هو مبين فى جدول (١٥ - ١) .

وبرغم أنه لا ينصح باستخدام الأراضى الرديئة والسيئة الصرف فى زراعة الخضر ، إلا أن زراعتها قد تكون اقتصادية إذا توفرت عدة شروط خاصة بالرى هى كما يلى :

١ - يجب أن يكون الرى خفيفًا ، وعلى فترات متقاربة .

٢ - يفضل الرى بالرش حتى يمكن التحكم فى كمية الماء وتوزيعها على سطح التربة .

٣ - يجب تجنب الرى الغزير أثناء موسم نمو ونشاط النباتات ، لأن ذلك يعنى ارتفاع منسوب الماء الأرضى إلى منطقة نمو الجذور .

٤ – يجب غسل الأملاح من منطقة نمو الجذور بريّة غزيرة أثناء خلو الأرض من النباتات ، أو خلال فترة السكون في النباتات المعمرة التي تمر بتلك الفترة .

وبصورة عامة .. فإن ارتفاع منسوب الماء الأرضي يستلزم تقليل مياه الري ، وقد يكون ذلك مرغوبًا إن كان الري مكلفًا ، لكن يجب ألا يغيب عن الذهن أن منطقة نمو الجذور تكون محدودة تحت هذه الظروف ، ويتأثر المحصول تبعًا لذلك (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

جدول (١٥ ـ ١) تصنيف الأراضي حسب حالة الصرف .

التصنيف	بعد مستوى الماء الأرضي
جيد	الماء الأرضي على عمق أكثر من ٢١٠ سم ، ويجوز أن يرتفع حتى عمق ١٨٠ سم مدة ٣٠ يوماً في السنة
مقبول	الماء الأرضي على عمق ١٨٠ سم ، ويجوز أن يرتفع حتى عمق ١٢٠ سم مدة ٣٠ يوماً في السنة .
ردىء	توجد بعض القلويات على سطح التربة . الماء الأرضي على عمق ١٢٠ ـ ١٨٠ سم ، ويرتفع إلى عمق ٩٠ سم مدة ٣٠ يوماً في السنة .
سيء	الماء الأرضي على عمق أقل من ١٢٠ سم ، ويرتفع . في هذه الحالات تكون المصارف الطبيعية والصناعية بعيدة جداً عن موقع الحقل بدرجة تجعل من الصعب الحصول على صرف جيد .

١٥ – ٢ : عمليات تجهيز حقل الخضر للزراعة

يتم إعداد حقل الخضر للزراعة بعدد من العمليات الفلاحية الهامة ، وفيما يلي شرح لهذه العمليات .

١٥ – ٢ – ١ : إزالة بقايا المحصول السابق

تزال بقايا المحصول السابق في الحالات التالية :

١ – عند الرغبة في استعمالها ، كما هو الحال في مصر بالنسبة لعيدان الذرة ونباتات القطن .

٢ – عندما يعوق وجودها العمليات الزراعية اللازمة تمهيد الأرض .

٣ – عندما تكون مأوى للحشرات ، ومصدرًا لانتشار العدوى بالأمراض .

١٥ – ٢ – ٢ : الحـــرث

يمكن تعريف الحرث Plowing بأنه عملية تفكيك الطبقة السطحية للتربة باستعمال المحاريث

فوائد الحرث

١ – اقتلاع الحشائش وبقايا المحصول السابق ، ودفنها التربة .

٢ – خلط الأسمدة العضوية المضافة بالتربة .

٣ – التخلص من كثير من الحشرات الضارة ، نتيجة انقلاع الحشائش التي تكون مأوى لها ، ونتيجة قلب التربة ، وتعرض الحشرات للشمس والطيور .

٤ – تفكيك الطبقة السطحية من التربة ، وجعلها مهدًا صالحًا لزراعة البذور .

أنواع المحاريث : يوجد نوعان رئيسيان من المحاريث .

١ – المحاريث الحفارة : ويقتصر عملها على إثارة الطبقة السطحية من التربة ، دون العمل على قلبها ، ومنها المحراث البلدي . وهذه تعمل على تفكيك الطبقة السطحية من التربة لعمق نحو ١٥ سم .

٢ – المحاريث القلابة : وهذه تعمل على تفكيك الطبقة السطحية من التربة حتى عمق نحو ٢٥ سم ، ثم قلبها . ويساعد ذلك على دفن الحشائش ، وبقايا النباتات ، والأسمدة العضوية بالتربة . وقد يصل عمقها أحيانًا إلى ٤٠ سم .

وإلى جانب هذين النوعين توجد محاريث تحت التربة التي تعمل على تفكيك الطبقات الصماء ، والمحاريث التي تستخدم في شق القنوات والمصارف .

طريقة الحكم على صلاحية الأرض للحرث

لا يجوز حرث الأرض الجافة ، أو الأرض التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الرطوبة ، بل يجب أن يتم الحرث عندما تكون نسبة الرطوبة بالتربة نحو ٤٠ – ٥٠٪ من سعتها الحقلية . وتعرف الأرض في هذه الحالة بأنها أرض مستحرثة . ويوجد عدد من الطرق التي يمكن الاستدلال بها على أن الأرض في حالة صالحة للحرث ، وهي كالتالي :

١ – يكون سطح الأرض المستحرثة جافًا ، وبه شقوق قليلة العمق .

٢ – إذا أخذت عينة من التربة من عمق ١٠ سم ، وضغط عليها بين الأصابع ، تكونت منها كتل وتجمعات مفككة . وإذا تعجنت ، فإنها تكون زائدة الرطوبة ، أما إذا تفككت بسهولة ولم تكن متماسكة ، فإنها تكون قد جفت أكثر من اللازم .

٣ – يمكن الحكم على صلاحية الأرض للحرث بتجريب الحرث لمسافة قصيرة ، فإذا ظل سلاح المحراث نظيفًا ، بينما التربة غير جافة ، كانت الأرض مستحرثة ، أما إذا تجمع الطين على السلاح ، فإن ذلك يعني أن التربة ما زالت زائدة الرطوبة .

هذا .. ويؤدي حرث الأرض الزائدة الرطوبة إلى تعجنها ، لأن حبيبات التربة تكون محاطة بغشاء سميك نسبيًا من الرطوبة . وبعمل المحراث على ضغط هذه الحبيبات ، وبالتالي انزلاقها ، وسكون الحبيبات الصغيرة بين الحبيبات الكبيرة ، ومن ثم يقل الفراغ بين الحبيبات ، وتصبح التربة عجينية القوام .

أما حرث الأرض القليلة الرطوبة ، فإنه يؤدي إلى تكوين كتل (قلاقيل) كبيرة ، لأن حبيباتها تتماسك فيما بينها ، نتيجة نقص الغشاء المائي المحيط بها . وبالإضافة إلى ذلك .. فإن حرث الأرض الجافة يتطلب مجهودًا كبيرًا يصل إلى ٢,٥ ضعف المجهود اللازم لحرث الأرض المستحرثة . وفي هذه الحالة يصبح يرى الأرض ربة حقيقة ، وتركها لتستحرث ثم تحرث .

العمق المناسب للحرث

يتوقف العمق المناسب للحرث على العوامل الآتية :

١ – طبيعة الأرض : فيكون الحرث سطحيًا فى الأراضى الرملية التى تكون مفككة بطبيعتها ، وعميقًا فى الأراضى الثقيلة المتماسكة لتحسين التهوية بها .

٢ – طبيعة نمو المحصول المراد زراعته : فبينما يلزم حرث الأرض لعمق ٣٠ – ٣٥ سم عند زراعة الخضروات التى تكون جذورًا وسيقانًا متدرنة تحت سطح التربة ، كالبطاطس ، والبطاطا ، والقلقاس ، والجزر ، فإن الخضروات الأخرى يكفى معها حرث الأرض لعمق نحو ١٥ سم .

٣ – أنواع الحشائش المنتشرة بالحقل : فالحشائش المعمرة يلزم معها الحرث السطحى مع جمع الأجزاء المقطعة خارج الحقل بعد الحرث . أما الحشائش الحولية التى تتكاثر بالبذرة ، فيجب معها إجراء الحرث العميق ، مع قلب الطبقة السطحية من التربة لوقف إنبات البذور .

٤ – العامل الاقتصادى : فلا تجب زيادة عمق الحرث عما يلزم لإنتاج محصول اقتصادى من أجل التوفير فى نفقات الإنتاج .

النقاط التى تجب مراعاتها عند الحرث

تجب مراعاة النقاط التالية عند إجراء عملية الحرث :

١ – لا يجرى الحرث إلا والأرض مستحرثة .

٢ – أن تكون خطوط الحرث مستقيمة ومتلاصقة ، حتى لا تترك أجزاء من الأرض بدون حرث . وتسمى مثل هذه المناطق بالآسة أو البلاطة .

٣ – أن تتعامد الحرثات المتتابعة مع بعضها البعض ، وأن تتعامد الحرثة الأولى مع خطوط المحصول السابق ، والحرثة الأخيرة مع اتجاه التخطيط .

٤ – تضاف الأسمدة العضوية للتربة قبل الحرثة الأخيرة .

٥ – يكون الحرث أعمق فى الأراضى الثقيلة ، عنه فى الأراضى الخفيفة . كما يجب تغيير عمق الحرث من سنة لأخرى لمنع تكوين طبقة صماء تحت سطح التربة .

المساحة التى يمكن حرثها يوميًا

يمكن عادة حرث نحو نصف فدان يوميًا بالفراث البلدى ، تزيد إلى ثلثى فدان فى الحرثة الثانية . أما بالجرار ، فيمكن حرث نحو ٤ – ٨ فدان يوميًا .

١٥ – ٢ – ٣ : التشيط

تجرى عملية التشيط بإثارة التربة لعمق ٥ سم فقط بواسطة الأمشاط ، وهى تعقب الحرث ، والغرض منها زيادة تنعيم التربة لتكون مهدًا جيدًا للبذور . وقد تجرى لتغطية البذور عقب نثرها على سطح التربة .

١٥ - ٢ - ٤ : التزحيف

تجرى عملية التزحيف harrowing بغرض زيادة تنعيم التربة ، وتتم بالزحافة البلدية أو الأفرنجية عقب كل حرثة . وتستعمل زحافة ثقيلة في الأراضي الرملية لمحاولة ضغط التربة لتزيد فقط تلامس حبيبات التربة مع سطح البذور .

١٥ - ٢ - ٥ : التقصيب

تجرى عملية التقصيب عادة كل ٣ سنوات بغرض تسوية الأرض في حالة عدم استوائها ، وتتم بالقصابة بعد الانتهاء من حرث الأرض . وتفيد فيما يلي :

١ - إحكام الري .

٢ - عدم تجمع السماد في الأماكن المنخفضة .

٣ - تقليل تزهير الأملاح في الأماكن المرتفعة .

١٥ - ٢ - ٦ : التبتين أو التقسيم إلى أحواض

يتم تقسيم الأرض إلى أحواض بإقامة البتون بواسطة البتانة ، وتسمى هذه العملية بالتبتين . وتتوقف مساحة الأحواض على نوع التربة ، ودرجة استوائها ، ونوع الخضر المراد زراعتها ، وعادة ما تتراوح مساحتها من ١,٥ × ٢ م إلى ٣ × ٤ م .

وعندما يكون الحقل قصيرًا والأرض مستوية ، فإنه يقسم بعمل قنوات بعرض ١ - ١,٥ م تمتد عموديًا على القناة المستديمة . ويقال إن هذه القنوات تمتد من رأس الحقل (عند مصدر المياه أو القناة الرئيسية) إلى ذيله . تقسم المسافة بين هذه القنوات بتبتون طولية موازية لها ، ويتم الري على جانبي القنوات الحقلية . أما لو كانت الأرض شديدة الانحدار ، فلن يمكن إجراء الري بهذه الطريقة ، وسيتحتم تقسيم المسافة بين القنوات الحقلية بتبتون أخرى عرضية .

أما عندما يكون الحقل طويلًا وتمتد المسافة أكثر من ٢٠٠ م ، فإنه يقسم إلى قنوات حقلية عمودية على القناة الرئيسية ، على أن تبعد عن بعضها بمسافة ٥٠ م ، ثم تقام قنوات أخرى عمودية عليها بعرض ٧٥ سم ، وتسمى بقنوات التوصيل ، لأنها هي التي تقوم بتوصيل مياه الري إلى الأحواض .

١٥ - ٢ - ٧ : التخطيط

من أهم مزايا الزراعة على خطوط (خبوب) بالمقارنة بالزراعة في الأحواض ما يلي :

١ - إحكام عملية الري .

٢ - تهيئة تربة مفككة جيدة لنمو محاصيل الخضر الجذرية ، مثل : الجزر ، والبنجر ، واللفت ، خاصة في الأراضي الثقيلة .

٣ – إمكان تكويم التراب حول النباتات ، وتلك عملية هامة فى بعض الخاصيل ، كالطماطم لتشجيع تكوين جذور عرضية ، ولكى تصبح النباتات فى وسط المصطبة ، وكالبطاطس لمنع وصول الضوء إلى الدرنات .

٤ – عدم تعرض الثمار لمياه الرى والطين ، مما يؤدى إلى تلوثها ، أو تعرضها للعفن . ويفيد ذلك فى الشليك ، والطماطم ، والفرعيات .

٥ – سهولة المرور فى الحقل بعد ريه لإجراء العمليات الزراعية اللازمة .

٦ – سهولة إجراء عملية العزيق مبكرًا قبل أن تصبح الحشائش منافسة للمحصول المزروع .

إقامة الخطوط (الحبوب)

تقام الخطوط فى اتجاه موازٍ لطول الأرض ، ولكن الاتجاه يتوقف أساسًا على موعد الزراعة . ففى الأشهر الباردة يجب أن يكون التخطيط من الشرق للغرب ، والزراعة على الريشة الجنوبية لتتوفر الحرارة اللازمة لإنبات البذور . أما التخطيط من الشمال للجنوب ، فإنه يتميز بتوزيع الحرارة والإضاءة بالتساوى على ريشتى الزراعة .

تقام القنوات والبتون عمودية على الخطوط ، وبعد إقامة الخطوط ، وبذلك يتم تقسيم الأرض إلى أجزاء متساوية فى العرض يسمى كل جزء منها بالشريحة أو الفردة ، وتكون محصورة بين قناة وبتن .

يلى ذلك تقسيم الأرض إلى حواويل . والحوّال عبارة عن عدد من الخطوط التى تروى معًا ، والتى تتصل من أحد طرفيها بقناة الرى ، ومن الطرف الآخر بالبتن . ويسمى الخط الأخير بالرباط . ويتوقف عدد الخطوط بالحوّال على طبيعة الأرض ، فيقل العدد فى الأراضى الرملية حتى لا يفقد جزء كبير من ماء الرى ، ويزيد فى الأراضى الطينية الثقيلة للمساعدة فى زيادة كمية مياه الرى التى تنفذ فى التربة . ويكون عدد الخطوط بالحوّال عادة من ٦ – ٨ . ويفضل تقليل العدد حتى يمكن التحكم فى إجراء عملية الرى ، وتفادى غرق المحصول .

مسح الخطوط ومعايرتها

بعد إقامة الخطوط وتقسيم الأرض إلى شرائح يتم فتح الخطوط بالفأس ، وتتعهد إحدى ريشتى الخط أو كلتيهما لتسهيل مرور مياه الرى ، ولتحضير مهد جيد لزراعة البذور والشتلات . وتسمى تلك العملية بالمسح .

يلى ذلك رى الأرض للتعرف على المستوى الذى يصل إليه الماء فى الخطوط . ويفيد ذلك فى الأراضى الثقيلة ، حتى يمكن زراعة البذور فوق حد الماء مباشرة ليصلها بالشع ، وبذلك لا تتصلب التربة فوق البذور . وتسمى هذه العملية بالمعايرة .

ريشة الخط ، وعرض الخط

الريشة هى جانب الخط أو المصطبة . ويطلق على الريشة المستخدمة فى الزراعة اسم الريشة العمالة ، والريشة غير المستعملة فى الزراعة اسم الريشة البطالة . أما عرض الخط أو المصطبة ،

فيتحدد بالمسافة بين قمتي أو بين قاعي خطين متجاورين . ويعبر عن عرض الخط في مصر بعدد الخطوط في القصبتين ، أي في ٧١٠ سم (مرسي وآخرون ١٩٥٩) .

المصاطب

لا تختلف المصاطب عن الخطوط إلا في كونها أعرض لتتسع للنمو الخضري الكبير للنباتات التي تنمو عليها . فبينما يتراوح عرض الخط من ٥٠ سم ، أو أقل إلى ٨٠ أو ٩٠ سم ، نجد أن المصاطب يتراوح عرضها من ١٠٠ – ٢٤٠ سم حسب المحصول . ومن أمثلة محاصيل الخضر التي تزرع على مصاطب : الطماطم ، والبطيخ ، والشمام ، والقرع العسلي ، والقثاء وغيرها . ويوضح شكل (١٥ – ١) طريقة إقامة المصاطب لزراعة الطماطم آليًا بالبذور مباشرة في الحقل .

شكل ١٥ – ١ : إقامة مصاطب الطماطم لغرض زراعتها آليا بالبذور مباشرة في الحقل .

١٥ – ٣ : الشـــتل

تجب مراعاة الأمور التالية عند إجراء عملية الشتل :

١ – يجب ري مراقد البذور ، سواء أكانت مراقد حقلية ، أم أحواضًا خشبية ، أم بلاستيكية ريةً خفيفة في اليوم السابق للشتل ، وذلك لتسهيل تفليعها بأكبر جزء من المجموع الجذري ، ونجزء من التربة أو مخلوط الزراعة حول الجذور . أما في حالة أقراص جيفي ، فيجب ريها ريةً غزيرة قبل الشتل مباشرة ، كذلك تروى الشتلات النامية في الأصص الورقية ، أو أصص البيت ، أو طاولات النمو

السريع للشتلات ، أو مكعبات البيت رية غزيرة قبل الشتل ، لأن رى الحقل بعد الشتل مباشرة لا يفيد كثيرًا فى بل مكعبات البيت وغيرها من الأوعية المماثلة قبل عدة أيام . وقد أوضحت دراسات Cox (١٩٨٤) فى هذا المجال نقص محصول الخس والكرات أبو شوشة بشكل جوهرى فى حالة عدم رى مكعبات البيت قبل الشتل ، مع تأخير الرى بعد الشتل .

٢ – يجب دائمًا شتل النباتات فى نفس يوم تقليعها . وفى خلال الفترة من التقليع حتى الشتل تجب المحافظة على الجذور رطبة ، والنموات الخضرية جافة نسبيًا مع وضعها فى الظل . أما إذا استدعى الأمر ترك النباتات دون شتل حتى اليوم التالى ، فيجب لف جذورها مع بيت موس مبلل ، أو أى مادة شبيهة .

٣ – يجب أن تكون الأرض مُعدة جيدًا ، إذ أن تثبيت النباتات جيدًا فى التربة والتأكد من ملامسة حبيبات التربة لجذور النباتات يعد أمرًا ضروريًا لنجاح الشتل ، ولا يمكن تحقيق ذلك إذا كانت التربة مليئة بالفلاقيل (كتل التربة) وغير معدة جيدًا .

٤ – أفضل الشتلات هى : باستثناء الخس والكرفس – ما يبلغ طولها نحو ١٥ سم موزعة بالتساوى بين المجموعين الجذرى والخضرى ، وما يتراوح عمرها من ٦ – ١٠ أسابيع . ويمكن الاستفادة من الشتلات الأكبر حتى ٢٠ سم بنجاح ، ولكن الشتلات الأطول من ذلك يصعب شتلها ، وتزداد نسبة فشلها .

والأهم من الحجم هو خلو الشتلة من الأمراض ، وقوة نموها ، وصدقها للصنف . وعليه .. يجب التخلص من كل الشتلات التى تظهر عليها أعراض غير طبيعية قبل الشتل .

٥ – أفضل جو للشتل هو الذى يصاحبه نقص فى معدل النتح ، ويحدث ذلك عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نسبيًا ، وشدة الإضاءة منخفضة ، والهواء ساكنًا ، والرطوبة النسبية مرتفعة ، أى فى الأيام الملبدة بالغيوم . كما يفضل الشتل بعد الظهيرة لإعطاء النباتات فرصة لتعود على البيئة الجديدة خلال فترة ارتفاع الرطوبة النسبية أثناء الليل . كما يكون الشتل ناجحًا أيضًا بعد أو قبل المطر الخفيف مباشرة (Ware & Macollum ١٩٨٠) .

٦ – طريقة الشتل : قد يجرى الشتل فى وجود الماء ، أو تروى الشتلات بعد الشتل مباشرة . والشتل فى وجود الماء هو الطريقة المتبعة فى مصر ، ولكن يعاب عليه عدم ضمان بقاء الشتلة فى الوضع الصحيح ، كما قد تغطى القمة النامية للنباتات بالطين ، مما يؤدى إلى موتها . بالإضافة إلى الصعوبات الناتجة عن المرور فى الأرض وهى موحلة ، وهدم الخطوط نتيجة لذلك .

وفى حالة الرى بعد الشتل ، فإنه يلزم رى الحقل قبل الشتل بعدة أيام ، حتى لا تكون الأرض شديدة الجفاف . وبعد أن تصل الرطوبة الأرضية إلى الدرجة المناسبة (أى بعد أن تكون الأرض مستحرثة) يجرى الشتل الذى يمكن أن يتم فى هذه الحالة أما يدويًا أو آليًا .

والشتل اليدوى يتم إما فى وجود الماء ، أو فى الأرض المستحرثة . ففى حالة الشتل فى وجود الماء تغرس الشتلة من جذرها بالأصبع فى الطين ، ويثبت جذرها بكتلة تربة صغيرة جافة . أما الشتل اليدوى فى الأرض المستحرثة ، فإنه يجرى بعمل حفرة لكل نبات عند حد الماء توضع بها الشتلة ،

ويثبت حولها بالتراب جيدًا . ويلزم رى الحقل بعد الشتل أولًا بأول ، خاصة فى الأيام الحارة ، ولا يجوز التأخير فى الرى لحين الانتهاء من شتل مساحة كبيرة إلّا فى الأيام المليدة بالغيوم ، وفى الظروف التى لا تشجع على النتح السريع ، وعندما لا تكون التربة جافة قبل الشتل ، أو عندما يضاف بعض من ماء الرى إلى كل حفرة عند الشتل ، حيث تثبت الجذور فى الحفرة أولًا بقليل من التراب ثم يضاف الماء للحفرة ، وبعد امتصاصه تملأ بقية الحفرة بتربة جافة . والغرض من ذلك هو منع تصلب التربة المشبعة بالرطوبة حول ساق النبات بعد جفاف التربة . والأفضل الاستعاضة عن الماء المضاف بالمحاليل السمادية البادئة starter solutions . ويكفى لذلك نحو ١٠٠ – ٢٠٠ مل من المحلول السمادى/ نبات . ويعطى ذلك دفعة قوية نحو النباتات ، وزيادة فى المحصول ، خاصة فى الأراضى الفقيرة أو غير المسمدة جيدًا ، ولكن ينصح بإضافة المحاليل البادئة ، حتى ولو كانت التربة مسمدة جيدًا . بعد الانتهاء من عملية الشتل اليدوى يتم الرى إما بالطريقة العادية عبر قنوات المصاطب ، أو بالرش حسب الطريقة المتبعة .

وفى حالة الشتل الآلى تقوم الآلة بفتح خطين ، ويقوم عاملان راكبان على الآلة بإسقاط الشتلات ، ثم تقوم الآلة بإضافة بعض الماء أو محلول سمادى إلى جانب النبات ، وضم التربة حوله . ويتم تحديد مسافة الشتل آليًا كذلك . ويعطى الشتل الآلى نتائج جيدة عندما تكون التربة مخدومة جيدًا وليست شديدة الجفاف . ويمكن بهذه الطريقة زراعة ١٠ أفدنة يوميًا ، ولا يتطلب الأمر سوى سائق جرار وعاملين معه لإسقاط الشتلات .

وسواء أكان الشتل آليًا أم يدويًا ، فإنه يجب أن يكون على عمق يزيد بمقدار ٢ – ٣ سم عن العمق الذى كانت عليه النباتات فى المشتل . ويجب أن تبقى القمة النامية مكشوفة تمامًا ، كما يجب أن يكون الشتل عميقًا إلى درجة تمنع الساق من الانحناء على سطح التربة والتعرض للإصابة بلفحة الشمس أو للأضرار الناتجة من الاحتكاك بسطح التربة ، نتيجة تعرضها للهز بفعل الرياح . هذا .. بالإضافة إلى أن بعض النباتات – كالطماطم – تكون جذورًا عرضية تخرج من منطقة الساق المدفونة فى التربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

١٥ – ٤ : زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم

قد يكون التكاثر بزراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم ، ويتم ذلك إما يدويًا أو آليًا . وتجرى الزراعة الآلية بما يسمى بالبذّارات seeders أو seed drills ، حيث تقوم الآلة بفتح خندقين لوضع السماد فى المكان المناسب ، ويكون ذلك عادة على بعد ٥ سم على جانبى البذور ونحو ٥ سم لأسفل ، ثم تقوم الآلة بإضافة السماد بالكمية المطلوبة ، وفى نفس الوقت تتم تهيئة مرقد البذور وتسويته بالارتفاع المطلوب ، وتزرع فيه البذور بالكميات المطلوبة ، وعلى المسافات والعمق المطلوبين . وفى النهاية تقوم الآلة بضغط التربة جيدًا على البذور ، تلافيًا لانتقالها من مكانها عقب الرى .

١٥ - ٤ - ١ : طرق الزراعة فى حالة الرى السطحى

الزراعة نثرًا فى أحواض

تتبع طريقة الزراعة نثرًا فى أحواض فى زراعة بعض الخضر ، كالملوخية ، والجرجير ، والبقدونس ، والسانخ ، حيث تنثر البذور على سطح الأحواض ، ثم تغطى بالتربة بإمرار قطعة خشبية لمنع جرف المياه لها ، وإحمايتها من التقاط الطيور ، ولتوفير الرطوبة المناسبة حولها . وتحسن تقسيم البذور المخصصة للمساحة إلى أجزاء ، حتى لا تزيد كثافة الزراعة فى بعض الأحواض ، وتقل عن اللازم فى أحواض أخرى .

الزراعة سرًا فى سطور

قد يكون ذلك فى سطور بالأحواض ، أو على جانبى الخطوط ، أو على جانب واحد . يتم عمل عجلر رفيعة بسن الفأس ، أو بوتد تُسَرُّ فيها البذور على الأبعاد المطلوبة ، ثم تغطى بالتراب . وتفضل هذه الطريقة عن الزراعة نثرًا فى الأحواض لسهولة خدمة النباتات ، وكذلك تفضل عن الزراعة فى جور على الخطوط ، لأن النباتات تكون أكثر انتظامًا فى توزيعها ، ولكن يصعب إجراء العزيق بين النباتات فى هذه الحالة .

الزراعة فى جور (حفر)

قد تكون الجور فى الأحواض ، كما هو متبع عند زراعة الفول فى الأراضى الملحية ، ولكن الأغلب أن تكون الجور على جانب أو جانبى الخطوط أو المصاطب . ويتم عمل الجور بالوتد أو المنقرة على العمق والأبعاد المطلوبة ، على أن تكون عند حد الماء مباشرة . وفى الأراضى الملحية يجب أن تكون الزراعة فى الثلث السفلى من الخط ، لأن الأملاح تتزهر فى قمة الخط . ويزرع عادة بكل جورة من ٣ - ٤ بذور . وتكون الزراعة إما عفيراً أو حراثى .

وفى حالة الزراعة العفير تزرع البذور الجافة فى تربة جافة ، وتروى الأرض عقب الزراعة مباشرة . وينصح باتباع هذه الطريقة فى الأراضى الرملية والخفيفة لضمان توفر الرطوبة اللازمة للإنبات .

أما الزراعة الحراثى ، فهى زراعة البذور الجافة أو المنقوعة فى الماء أو المستنبتة فى أرض مستحرثة ، أى أرض بها نحو ٤٠ - ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية . وعادة لا تروى الأرض إلا بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة . وتتبع هذه الطريقة فى زراعة :

١ - القرعيات فى الجو البارد مع ضرورة تلسين البذور أولًا .

٢ - البقوليات لأنها لا تتحمل نسبة مرتفعة من الرطوبة فى التربة ، وتزرع البذور الجافة فى الأرض المستحرثة .

١٥ - ٤ - ٢ : طرق الزراعة فى حالة الرى بالرش أو بالتنقيط

عندما يكون رى الحقل بطريقة الرش أو بالتنقيط ، فلا تلزم إقامة الأحواض أو الخطوط (الخبوب) furrows لأنهما ضروريان فقط لتنظيم عملية الرى السطحى . والشيع عادة فى حالة الرى بالرش أو بالتنقيط أن تكون الزراعة إما سرًا ، أو فى جور فى خطوط متوازية بامتداد الحقل ، دون حاجة لإقامة البتون أو خطوط وقنوات الرى . ويضاف إلى هاتين الطريقتين إمكانية الزراعة نثرًا فى حالة الرى بالرش .

تغطية خطوط الزراعة بشرائط البولثيلين

أمكن تطوير هذه الطريقة للزراعة فى هولندا . توضع شرائط من البولثيلين الشفاف بعرض ٢٠ سم على خطوط زراعة البذور فى الحقل بعد الزراعة مباشرة مع دفن جوانب الشريط على امتداد الخط فى التربة ، ويجرى ذلك مع زراعة البذور فى عملية واحدة بآلات خاصة . يؤدى وجود هذا الشريط إلى رفع درجة حرارة التربة والمحافظة على الرطوبة حول البذور ، ومنع تكوين قشور التربة soil crusts التى تعوق الإنبات ، وبذلك يمكن التبكير فى الزراعة ، مع تحسين نسبة الإنبات . هذا ويرفع البولثيلين عند اكتمال الإنبات باستخدام آلات خاصة ، ويكون ذلك بعد نحو ١٠ - ٢٠ يومًا من الزراعة (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

وأيًا كانت طريقة الزراعة ، فإنه يجب تغطية البذور جيدًا لضمان ملامستها للتربة . وفى حالة الزراعة نثرًا فى أحواض يُثار سطح التربة ، ويسمى ذلك « جربعة » البذور وتفيد تغطية البذور بطبقة من الرمل بدلًا من التربة فى حالات الزراعة فى الأراضى الثقيلة ، وعند زراعة بذور رهيفة ، وعند الخوف من جفاف التربة سريعًا ، لأن الرمل يعمل كطبقة عازلة تمنع جفاف التربة . وفى حالة الزراعة بالطريقة الخراقى تلزم تغطية التربة بالرى الرطب ، ثم بطبقة من التراب الخاف لمنع تشقق التربة فوق البذور ، كما لا تضغط التربة كثيرًا فوق البذور .

١٥ - ٤ - ٣ : عمق الزراعة

يتوقف عمق الزراعة المناسب على العوامل التالية :

١ - حجم البذور : كلما ازداد حجم البذور ، ازداد عمق الزراعة ، ولكن ذلك لا يعنى أن أكبر البذور حجمًا تكون أكثرها عمقًا فى الزراعة ، فالفاصوليا بذورها أكبر من البسلة ، ولكن البسلة تزرع على عمق أكبر ، لأن فلقاتها تبقى تحت سطح التربة عند الإنبات ، بينما تبذل بادرة الفاصوليا مجهودًا كبيرًا فى رفع فلقاتها فوق سطح التربة . ويكون الغطاء رقيقًا فى البذور الصغيرة جدًا كالكرفس .

٢ - سرعة إنبات البذور : تكون الزراعة على عمق أكبر فى البذور البطيئة الإنبات ، كالفلفل ، والبنجر ، عنه فى البذور السريعة الإنبات ، كالكرنب ، واللفت ، والطماطم .

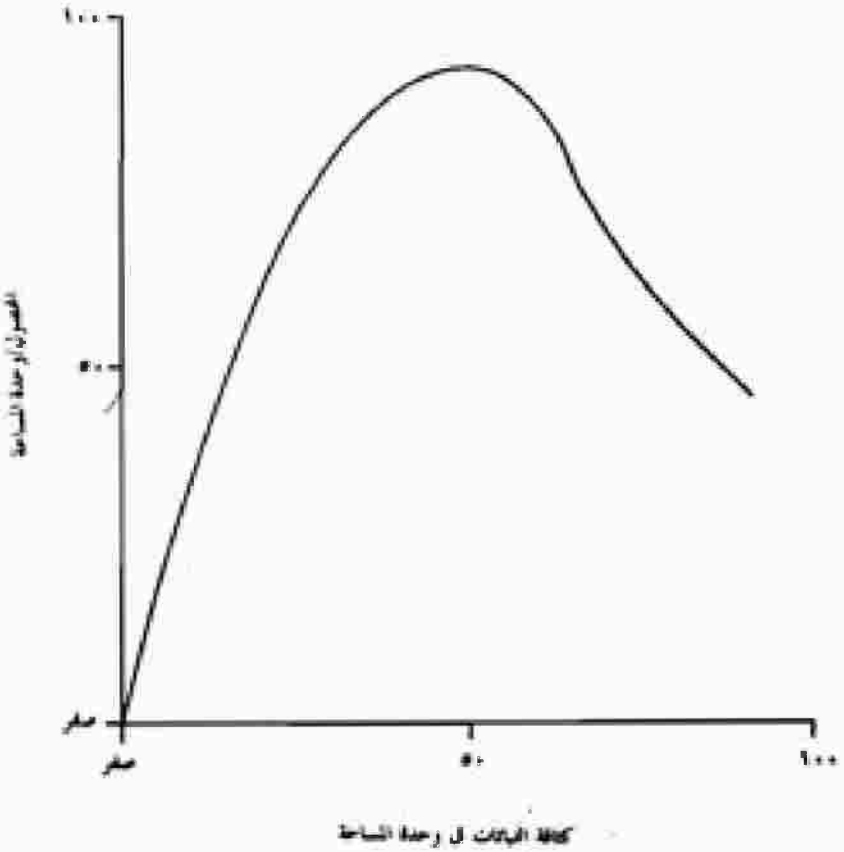
٣ - درجة الحرارة السائدة : تكون الزراعة على عمق أكبر صيفًا عنه شتاء بسبب تعرض الطبقة السطحية للتربة للجفاف صيفًا .

٤ – قوام التربة : تكون الزراعة على عمق أكبر فى الأراضى الرملية والخفيفة ، عنه فى الأراضى الثقيلة .

وكقاعدة عامة .. فإن عمق الزراعة يكون نحو ٤ أمثال قطر البذور (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

١٥ – ٤ – ٤ : مسافة الزراعة

يقصد بمسافة الزراعة المسافة بين النباتات فى الخط ، وكذلك المسافة بين الخطوط . ويلاحظ أن نقص مسافة الزراعة ، سواء بين الخطوط ، أم بين النباتات فى الخط الواحد يتبعه دائمًا زيادة المحصول من وحدة المساحة إلى أن تصبح النباتات متزاحمة بدرجة أكثر من اللازم ، حيث يتبع ذلك نقص المحصول (شكل ١٥ – ٢) . ويتداخل عامل المحصول مع عامل نوعية الثمار أو الدرنات أو الجذور ... إلخ ، حيث يبدأ حجم العضو النباتى (الثمرة أو الدرنة أو الجذر) فى النقصان مع وصول كثافة الزراعة إلى حد معين .



شكل ١٥ – ٢ : تأثير عدد النباتات فى وحدة المساحة (كثافة الزراعة) على المحصول .

فقد وجد فى حالة البنجر مثلاً أن المحصول يزداد بزيادة كثافة الزراعة . وعندما يكون المحصول أعلى ما يمكن يكون حجم الجذور نحو نصف حجمها فى حالة مسافات الزراعة الواسعة . (أى أقل كثافة للنباتات فى وحدة المساحة) . وعندما يكون حجم الجذر الواحد أكبر ما يمكن يكون المحصول من وحدة المساحة أقل من ٥٠٪ من أعلى محصول ممكن .

وتتأثر مسافة الزراعة المناسبة بالعوامل التالية :

١ – مدى توفر مياه الرى أو مياه الأمطار : فتزداد مسافة الزراعة عند نقص كمية المياه المتوفرة .

٢ – خصوبة التربة : فتزداد مسافة الزراعة فى الأراضى الفقيرة .

٣ – كميات الأسمدة المستعملة : فتزداد مسافة الزراعة عند نقص كميات الأسمدة .

٤ – تزداد مسافة الزراعة فى حالة وجود طبقة صماء hard pan .

٥ – يمكن إنقاص المسافة بين الخطوط بدرجة أكبر فى حالة الزراعة اليدوية ، عنه عند الزراعة الآلية .

٦ – تجب زيادة كثافة الزراعة فى حالة إجراء الحصاد آليًا دفعة واحدة .

٧ – تتوقف مسافة الزراعة على الصنف المستعمل ومقدار نموه .

٨ – تتوقف مسافة الزراعة على عدد النباتات التى تترك بالجورة الواحدة .

٩ – يمكن عن طريق التحكم فى مسافة الزراعة التحكم فى حجم رؤوس الكرنب ، والخس ، وأقراص القنبيط ، وعدد حجم النورات الجانبية فى البروكولى ، وأبصال البصل ، ودرنات البطاطس ، وجذور البنجر ، واللفت ، والروتاباجا ، والجزر وغيرهم ، حيث تعطى المسافات الضيقة أحجامًا أصغر .

ويوضح جدول (١٥ – ٢) المدى المناسب لمسافات الزراعة التى ينصح بها فى محاصيل الخضر تحت الظروف المختلفة . ويمكن تحديد المسافة المناسبة من واقع هذه الظروف وحسب العوامل التى سبق ذكرها .

جدول (١٥-٢) مسافات الزراعة التى ينصح بها فى محاصيل الخضر .

المحصول	المسافة بين النباتات فى الخط (سم)	المسافة بين الخطوط (سم)
الخرشوف	١٠٠ - ١٨٠	١٢٠ - ٢٤٠
القلقاس	٣٠ - ٤٥	٩٠ - ٢١٠
الفول الرومى	٢٠ - ٢٥	٥٠ - ١٢٠
الفاصوليا: القصيرة	٥ - ١٠	٤٥ - ٩٠
الطويلة	١٥ - ٢٥	٩٠ - ١٢٠
فاصوليا الليما: القصيرة	١٥ - ٢٠	٤٥ - ٩٠
الطويلة	٢٠ - ٣٠	٩٠ - ١٢٠
البنجر	٥ - ١٠	٤٥ - ٩٠
البروكولى	٣٠ - ٦٠	٥٠ - ١٠٠

جدول (١٥ - ٢) : يتبع .

المحصول	المسافة بين النباتات فى الخط(سم)	المسافة بين الخطوط (سم)
كرنب بروكسل	٤٥ ـ ٦٠	٦٠ ـ ١٠٠
الكرنب : المبكر	٣٠ ـ ٤٥	٦٠ ـ ٩٠
المتأخر	٤٠ ـ ٧٥	٦٠ ـ ١٠٠
الكاردون	٣٠ ـ ٤٥	٩٠ ـ ١٢٠
الجزر	٣ ـ ٧	٤٠ ـ ٩٠
القنبيط	٣٠ ـ ٦٠	٦٠ ـ ١٢٠
السيليباك	١٠ ـ ١٥	٦٠ ـ ٩٠
الكرفس	١٥ ـ ٣٠	٤٥ ـ ١٠٠
السلق السويسرى	٣٠ ـ ٤٠	٦٠ ـ ٩٠
الشيكوريا	١٠ ـ ٢٥	٤٥ ـ ٦٠
الكرنب الصينى	٢٥ ـ ٤٥	٤٥ ـ ٩٠
الشيف	٣٠ ـ ٤٥	٦٠ ـ ٩٠
الكولارد	٣٠ ـ ٦٠	٦٠ ـ ٩٠
الذرة السكرية	٢٥ ـ ٤٠	٩٠ ـ ١٢٠
أذرة السلاطة	٥ ـ ١٠	٣٠ ـ ٤٥
اللوبيا	١٥ ـ ٣٠	٩٠ ـ ١٢٠
حب الرشاد	٥ ـ ١٠	٣٠ ـ ٤٥
الخيار	٣٠	٩٠ ـ ١٨٠
الداندليون	٨ ـ ١٥	٣٥ ـ ٦٠
القلقاس	٦٠ ـ ٧٥	١٠٠ ـ ١٢٠
الباذنجان	٤٥ ـ ٩٠	٦٠ ـ ١٣٥
الفندباه	٢٠ ـ ٣٠	٤٥ ـ ٦٠
الفينوكيا	١٠ ـ ٣٠	٦٠ ـ ١٢٠
الثوم	٥ ـ ٨	٤٥ ـ ٦٠
فجل الحصان	٣٠ ـ ٤٥	٧٥ ـ ٩٠
الطرطوفة	٣٥ ـ ٤٥	١٠٠ ـ ١٢٠
الكيل	٤٥ ـ ٦٠	٦٠ ـ ٩٠
كرنب أبو ركبة	١٠ ـ ١٥	٣٠ ـ ٩٠
الكرات أبو شوشة	٥ ـ ١٥	٣٠ ـ ٩٠
الخس : الرومى	٢٥ ـ ٣٥	٤٥ ـ ٦٠
ذات الرؤوس	٢٥ ـ ٣٥	٤٥ ـ ٦٠
الورقى	٢٥ ـ ٣٠	٤٥ ـ ٦٠
الفاصوليا	٣٠ ـ ٤٠	١٥٠ ـ ٢٤٠
المسترد	١٥ ـ ٢٥	٣٠ ـ ٩٠
السانخ النيوزيلاندى	٢٥ ـ ٥٠	٩٠ ـ ١٥٠
الباميا	٣٠ ـ ٦٠	٦٠ ـ ١٥٠
البصل	٥ ـ ١٠	٤٥ ـ ٩٠
البقدونس	١٠ ـ ٣٠	٣٠ ـ ٤٥
الجزر الأبيض	١٠ ـ ١٥	٤٥ ـ ٩٠
البسلة	٣ ـ ٨	٦٠ ـ ١٢٠
الفلفل	٣٠ ـ ٦٠	٤٥ ـ ٩٠

جدول (١٥ – ٢) : يتبع .

المحصول	المسافة بين النباتات في الخط(سم)	المسافة بين الخطوط (سم)
البطاطس	٢٥ ـ ٣٠	٧٥ ـ ١٠٠
الفرع العسل	٩٠ ـ ١٥٠	٢٤٠ ـ ٣٦٠
الفجل : الحادي	١,٥ ـ ٢,٥	٣٠ ـ ٤٥
الشتوي (ذو الحولين)	١٠ ـ ١٥	٤٥ ـ ٩٠
الروبارب	٩٠ ـ ١٢٠	٩٠ ـ ٢٠٠
الروزيل	٩٠ ـ ١١٥	١٥٠ ـ ١٨٠
الروناجا	١٥ ـ ٢٠	٤٥ ـ ٩٠
السلسفيل	٥ ـ ١٠	٤٥ ـ ٩٠
الشالوت	١٥ ـ ٢٥	١٠٠ ـ ١٨٠
الحميض	١,٥ ـ ٢,٥	٣٠ ـ ٤٥
السبانخ	٥ ـ ١٥	٣٠ ـ ٩٠
الفرع : القائم	٣٠ ـ ٧٥	٩٠ ـ ١٢٠
الزاحف	٩٠ ـ ٣٠٠	١٨٠ ـ ٣٠٠
البطاطا	٢٥ ـ ٤٥	٩٠ ـ ١٢٠
الطماطم : الأرضية	٣٠ ـ ٧٠	٩٠ ـ ١٨٠
التي ترى على أسلاك	٣٠ ـ ٦٠	٩٠ ـ ١٢٠
اللفت	٥ ـ ١٥	٣٠ ـ ٩٠
الكرسون الماني	نثرا	
البطيخ	٦٠ ـ ٩٠	١٨٠ ـ ٢٤٠

١٥ – ٤ – ٥ : الخف

يؤدي الخف Thinning إلى منع تزاحم النباتات ، وبالتالي يحصل كل نبات على الحيز المناسب للنمو ، ويعطي محصولاً جيدًا .

وأنسب وقت لإجراء عملية الخف هو بعد زوال أي خطر محتمل قد تتعرض له النباتات من جراء التقلبات الجوية أو الإصابات الحشرية . كما يجب عدم تأخيره أكثر من اللازم ، تجنبًا لتزاحم النباتات . وتجرى عملية الخف عادة بعد ظهور أول ورقتين حقيقيتين . كما أنها قد تجرى على دفعتين ، ويترك في المرة الأولى نباتان في الجورة .

وتجرى عملية الخف بإزالة النباتات الضعيفة النمو والشاذة ، ويُبقى على النباتات القوية السليمة الخالية من الإصابات المرضية والحشرية .

ويحسن أن تُزال النباتات غير المرغوبة بقرطها من فوق سطح التربة ، حتى لا تتخلخل التربة حول النباتات المتبقية . كما يحسن ري الحقل عقب الخف .

ونظرًا لأن عملية الخف تكون مكلفة ، فإن الاتجاه هو نحو زراعة القدر المناسب من البذور على المسافات المرغوبة ، مع الاستغناء عن عملية الخف كلية .

١٥ - ٤ - ٦ : الترقيع

تجرى عملية الترقيع بغرض إعادة زراعة الجور الخالية ، أى التى فشلت فى الإنبات ، أو التى ماتت الشتلات فيها عقب الشتل . وتزداد نسبة الغياب عندما تكون الرطوبة الأرضية غير ملائمة للإنبات ، أو عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة كثيرًا عن المجال الملائم لإنبات بذور المحصول المزروع ، أو فى حالات الإصابات المرضية أو الحشرية ، كذلك قد يعود الغياب إلى نقص نسبة الإنبات فى التقاوى المستخدمة فى الزراعة .

ويجب أن تجرى عملية الترقيع بعد مرور فترة كافية للإنبات الجيد حسب المحصول ودرجة الحرارة وطريقة الزراعة ، كما يجب عدم تأخير الترقيع ، حتى تكون النباتات متجانسة فى النمو فى كل الحقل . وطبيعى أن عملية الترقيع يجب أن تجرى ببذور نفس الصنف الذى سبقت زراعته فى الحقل .

وإذا كانت الجور الخالية قليلة ، فإنه يمكن إجراء عملية الترقيع ببذور سبق نقعها فى الماء مع زراعتها بالطريقة الجافة إذا كانت الرطوبة الأرضية مناسبة ، أو يجرى الترقيع بالطريقة العفير ، مع رى كل جورة على حدة يدويًا . أما إذا كانت نسبة الجور الخالية مرتفعة ، فإن الترقيع يتم قبل أو بعد ريّة المياه حسب المحصول ، وطريقة زراعته ، ونوع التربة .

١٥ - ٥ : طرق التحكم فى كثافة الزراعة

كانت زراعة البذور تتم بطريقة يدوية أو بالبذارات البسيطة ، مع إجراء عملية الخف بعد الإنبات لخفض كثافة النباتات إلى المستوى المرغوب . وظلت هذه الطرق هى السائدة إلى أن أصبحت عملية الخف مكلفة للغاية مع ارتفاع أجور العمالة الزراعية ، نظرًا لأنها تتطلب مجهودًا كبيرًا وساعات عمل كثيرة .

وقد اتجه الأمر فى البداية نحو تقليل الجهد المبذول فى عملية الخف بإنقاص كمية التقاوى لوحدة المساحة مع استخدام بذور عالية الجودة ذات نسبة إنبات عالية . وقد أفاد ذلك كثيرًا فى خفض تكاليف عملية الخف ، لكن مع استمرار النقص فى الأيدى العاملة المتوفرة للمجال الزراعى وارتفاع أجورها استلزم الأمر إيجاد طرق أخرى للزراعة يمكن الاستغناء بها كلية عن عملية الخف . وفيما يلى عرض لبعض هذه الطرق المتبعة فى زراعة محاصيل الخضر .

١٥ - ٥ - ١ : استخدام شرائط البذور فى الزراعة

شرائط البذور Seed Tapes عبارة عن لفائف على شكل شرائط تثبت فيها البذور على الأبعاد المرغوبة . وعند الزراعة يفك الشريط على خط الزراعة ، بحيث تكون البذور لأسفل والشريط لأعلى . ومع الرى تذوب المادة اللاصقة للبذور ، وتصبح بذلك فى التربة على المسافات المرغوبة . ويُصنع الشريط نفسه من مواد قابلة للذوبان ، بحيث لا يعوق إنبات البذور . وقد تضاف له بعض الأسمدة أو المبيدات حسب الحاجة .

هذا .. ولم ينتشر استعمال شرائط البذور إلّا فى الزراعة بالحدائق المنزلية ، نظرًا لأن استعمالها يزيد كثيرًا من تكاليف التقاوى .

١٥ – ٥ – ٢ : استخدام البذور المغلفة فى الزراعة

يعتبر الغرض الأساسى من عملية التغليف هو تنظيم حجم البذور بغرض التحكم فى مسافات الزراعة ، سواء أكانت الزراعة يدوية ، أم آلية . تغلف البذور بمواد خاملة ، بحيث تكبر قليلًا فى الحجم ، ويسهل تداولها منفردة .

مزايا وعيوب تغليف البذور

من أهم مزايا تغليف البذور ما يلى :

١ – زيادة حجم البذور ، بحيث يمكن التحكم فيها وزراعتها على الأبعاد المرغوبة ، كما لو كانت بذور كبيرة الحجم .

٢ – التوفير فى ثمن التقاوى فى حالة البذرة الهجين المرتفعة الثمن .

٣ – الاستغناء عن عملية الخف .

٤ – تجانس النمو

٥ – الاستغناء عن عملية التفريد المبكر pricking off المكلفة عند زراعة الشتلات .

٦ – يتأخر إنبات البذور المغلفة ١ – ٢ يومًا ، ويسمح ذلك بإنبات الحشائش أولًا ، فيمكن التخلص منها .

٧ – يمكن إضافة بعض المواد لأغلفة البذور ، كالمبيدات الحشرية والفطرية ، أو بعض العناصر السمادية ، أو منظمات النمو . وقد يمكن إضافة بعض المواد الملونة التى تجعل البذور بلون يصعب تمييزه بواسطة الطيور أو الحيوانات الأخرى .

وقد استخدمت البذور المغلفة بنجاح فى الطماطم والفلفل ، والكرنب ، والقنبيط ، والخس ، والجزر ، والكرفس ، والبقدونس ، والبنجر وغيرها من محاصيل الخضر ، لكن يعاب على تغليف البذور مايلى :

١ – تحتاج البذور المغلفة لقدر أكبر من الرطوبة الأرضية للإنبات بغرض إذابة الأغلفة . وقد يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى تأخير أو عدم انتظام الإنبات .

٢ – يتأخر الإنبات حوالى ١ – ٢ يوم .

٣ – تزداد تكاليف التقاوى .

٤ – يزداد وزن وحجم البذور ، فتزيد بذلك مصاريف تعبئتها ونقلها .

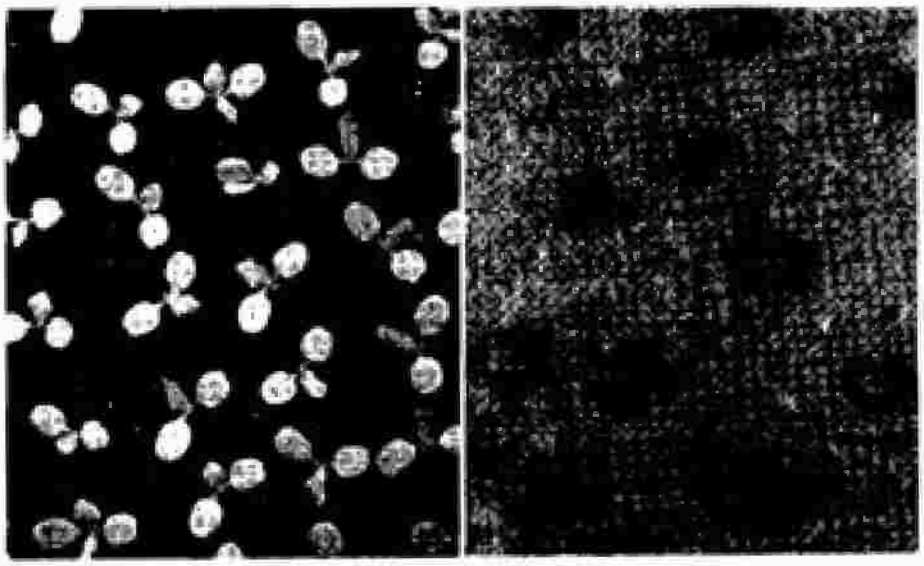
٥ – قد تتجمع أكثر من بذرة واحدة فى الحبة المغلفة (Purdy وآخرون ١٩٦١) .

وتوجد ثلاثة أنواع من البذور المغلفة :

١ – البذور المغلفة الكبيرة : وهى ذات حجم كبير ، وكروية تقريبًا ، وبتراوح قطرها من ٣,٧٥ – ٤,٧٥ مم . وتحتوى فى حالة الخس على ١٣٠٠٠ – ١٧٠٠٠ بذرة بكل كيلو جرام ، ويعنى ذلك أن وزن الحبة الواحدة يبلغ ٤٠ – ٥٠ ضعف وزن بذرة الخس غير المغلفة .

٢ – البذور المغلفة الصغيرة mini pellets : وهي بيضاوية الشكل تقريبًا ، وتتبع الشكل العام للبذرة ، حيث تحاط البذرة بالقليل من المادة المغلفة . وهي في الحس تزن ١٠ – ١٥ ضعف وزن البذرة غير المغلفة ، ويحتوى الكيلو جرام منها على ٤٠٠٠٠ – ٦٥٠٠٠ بذرة . وهذه البذور لا يمكن إحكام زراعتها تمامًا على المسافات المرغوبة .

٣ – البذور المغلفة المشقة split pellets : وهي مستديرة إلى بيضاوية ، وتنشق وتخرج منها البذور بسهولة في الوسط الرطب (شكل ١٥ – ٣) ، وهي عادة بقطر ٢,٧٥ – ٣,٥٠ مم للحس ، وتحوى من ٢٠٠٠٠ – ٣٠٠٠٠ بذرة بكل كيلو جرام (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .



شكل ١٥ – ٣ : بذور حس مغلفة بطريقة الحبة المشقة Split pellets ، والبادرات التي تنتج من زراعتها منفردة .

طريقة تغليف البذور

تتم عملية تغليف البذور بإحاطتها بطبقة من المواد الخاملة ، مثل : الـ fly ash ، أو field spar أو celite ، أو betonite ، أو vermiculite . ومعظم هذه المواد عبارة عن مواد متعادلة غير عضوية ، يتراوح فيها الـ pH من ٦,٥ إلى ٧ ، ويضاف للمواد الخاملة بلاستيك قابل للذوبان في الماء ليجعلها قابلة للالتصاق (Crocker & Barton ١٩٥٣) .

فمثلاً .. أمكن في الطماطم والخيار إنتاج بذور مغلفة جيدة استعملت بنجاح في الزراعة . غطيت البذرة أولاً بالفيرميكوليت المخلوط بسماد تخليه ١٠ – ٣٤ – صفر للاستفادة منه كسماد وكعامل لاصق ، كما أضيف فحم نباتي active charcoal لحماية البذور النابتة من أضرار مبيدات الحشائش ، وبهذه الطريقة كان وزن الحبة الواحدة ١,٥ جم (Haugh & Kromer ١٩٧٢) .

ويؤدى التغليف إلى زيادة حجم ووزن البذرة الواحدة (جدول ١٥ - ٣) ، لكنها تظل محتفظة بشكلها العادى ، إما كروية ، أو بيضاوية أو مستطيلة ، لأن محاولة جعل البذور البيضاوية أو المستطيلة كروية الشكل يعنى زيادة حجمها بدرجة كبيرة .

جدول (١٥ - ٣) : وزن وحجم بذور عدد من الخضروات بعد التغليف :

المحصول	قطر البذرة المغلفة	عدد أضعاف الزيادة فى الوزن	وزن ١٠٠٠ بذرة مغلفة (جم)
الهندباء	٣ - ٣,٥	١٥ - ٢٠	٢٥ - ٤٠
الخيار	٦ - ٨	١٠ - ١٤	٣٠٠ - ٥٠٠
القنبيط	٣ - ٣,٥	٨ - ١٢	٢٥ - ٤٠
الشيكوريا	٣ - ٣,٥	١٥ - ٢٠	٢٥ - ٤٠
كرنب أبو ركبة	٣ - ٣,٥	١٠ - ١٢	٢٥ - ٤٠
الفلفل	٤,٥ - ٥,٥	٩ - ١٢	٦٠ - ١٠٠
الكرات	٣ - ٣,٥	٩ - ١١	٢٥ - ٤٠
القنجل	٣ - ٣,٥	٣ - ٤	٢٥ - ٤٠
الخس	٣ - ٣,٥	٢٥ - ٣٠	٢٥ - ٤٠
الطماطم	٣,٥ - ٤	١٠ - ١٢	٥٠ - ٦٠
البصل	٣ - ٣,٥	٨ - ١٦	٢٥ - ٤٠
الجزر	٣ - ٣,٥	٣٠ - ٣٥	٢٥ - ٤٠

١٥ - ٥ - ٣ : زراعة البذور بطريقة الـ plug-mix

تتلخص الزراعة بطريقة الـ plug mix بخلط البذور المراد زراعتها جيدًا مع مخلوط مبلل من السماد العضوى الصناعى (الكومبوست) ، والبيت ، والفيرميكيوليت ، والبرليت ، والجير ، والأسمدة ، والمبيدات الفطرية ، ثم تؤخذ منه كميات بحجم ٢٥ - ٥٠ مل تسمى plugs ، وتوضع فى التربة على الأبعاد المرغوبة . وتحتوى كل كمية من المخلوط (plug) على عدد معين من البذور ، وبذلك ينمو عدد من البادرات معًا فى كل جورة .

وتتبع هذه الطريقة بنجاح مع الطماطم . ويفضل فى حالة الزراعة فى الجو البارد استنبات البذور أولًا ، حتى يبرز الجذير قبل خلطها مع خلطة الزراعة ، لأن الطماطم يمكنها النمو فى درجات حرارة أقل من تلك التى تلزم للإنبات .

١٥ - ٥ - ٤ : زراعة البذور على مسافات محددة

توجد أنواع مختلفة من الآلات لزراعة البذور على مسافات محددة ، منها ما يستخدم فيه حزام belt ، أو قرص plate متحرك وبه ثقوب تسمح بمرور البذور على مسافات محددة ، ومنها ما تستخدم فيه عجلة بها انخفاضات تستقر فيها البذور seed wheel لتوضع فى مكانها المطلوب بخط الزراعة مباشرة ، بالإضافة إلى أنواع أخرى . وفى جميع الحالات يتطلب نجاح زراعة البذور على مسافات محددة ما يلى :

١ – أن يُجهّز الحقل بصورة جيدة ، فيكون مهاد الزراعة ناعمًا ومسطحًا ، حتى يمكن التحكم فى مسافة وعمق الزراعة .

٢ – أن تكون البذور ذات نسبة إنبات مرتفعة ، ومتجانسة فى الحجم ، ومنتظمة الشكل . ويحسن استخدام البذور المغلفة لضمان تجانسها فى الشكل .

٣ – مكافحة الحشائش جيدًا بمبيدات الحشائش .

١٥ – ٥ – ٥ : زراعة البذور وهى محمولة فى سوائل خاصة

عند زراعة البذور وهى محمولة فى سوائل خاصة Fluced drilling يستعمل جيل gel من نوع خاص قد تعلق فيه البذور وهى جافة ، ثم ترش فى التربة ، أو تستنبت البذور أولًا ، ثم تعلق فى الجيل وتزرع بعد ذلك . والطريقة الثانية هى الشائعة ، لأن البذور تستنبت أولًا تحت ظروف مثالية من الحرارة والضوء والتهوية ، ثم تفصل البذور النابتة (أى التى برز فيها الجذير) عن غير النابتة بواسطة تيار من الماء فى أنابيب (مواسير) مائلة ، حيث يساعد الجذير الموجود فى البذور النابتة على دفعها مع تيار الماء ، بينما تبقى البذور غير النابتة فى مكانها ، أو يكون تحركها قليلًا . ويسمح ذلك بضمان الحصول على إنبات بنسبة ١٠٠٪ فى الحقل ، وإلى جانب استخدام الجيل ، فإن البذور المستنبتة يمكن أن تعلق فى كمية محدودة من الماء ، كما قد تعلق فى الجيل ، ثم تزرع وهى فى خلطة خاصة أساسها البيت موس تسمى plug mix ، بحيث تحتوى كل جورة على كمية من الخلطة بها عدد محدود من البذور .

ومن أكثر أنواع الجيل استعمالًا النوع المسمى polyacrylic gel . ويعمل الخلط الجيد للبذور مع الجيل واختيار الكثافة المناسبة منه إلى ضمان بقاء البذور معلقة به لحين زراعتها .

هذا .. ولا تفيد هذه الطريقة فى زراعة البذور على الأبعاد المرغوب فيها ، وإنما بالكثافة التى يتم تحديدها مسبقًا . وتجرى محاولات لإنتاج آلات يمكن بواسطتها زراعة البذور المستنبتة والمحمولة فى السوائل على المسافات المرغوبة .

ومن الأهمية بمكان المحافظة على رطوبة التربة بعد الزراعة ، وحتى إنبات البذور ، نظرًا لأن جفاف التربة يؤدى إلى نقص كبير فى الإنبات (Gray ١٩٨١) .

هذا .. وقد تكون الظروف الجوية غير مناسبة للزراعة بعد إعداد مُعلّق البذور المستنبتة مع الجيل ، وفى هذه الحالة يفضل تخزين المعلق لحين تحسن الظروف الجوية . فقد أمكن مثلًا تخزين البذور المستنبتة من الكرنب ، والجزر ، والخس لمدة ١٥ يومًا فى درجة حرارة ٥°م فى جو عادى أو مرطب . أما محاصيل الجو الدافئ ، مثل الفلفل ، والطماطم ، والذرة السكرية ، فقد أمكن تخزين معلق بذورها المستنبتة مع الجيل لمدة ١ – ٢ أسبوع فى درجة حرارة ٦ – ١٠° م فى جو مرطب . كذلك أمكن حفظ بذور الطماطم المستنبتة فى الجيل التجارى Natrosol 250 HHR على درجة الصفر المئوى لمدة ١٢ يومًا ، دون أن يتأثر إنبات البذور بعد ذلك (Wallace & Fieldhouse ١٩٨٢) .

وتحقق زراعة البذور ، وهى محمولة فى سوائل خاصة المزايا التالية :

١ – تستنبت البذور أولًا تحت ظروف مثالية للإنبات ، الأمر الذى يضمن إنباتها ، كما يضمن عدم

دخول البذور فى طور سكون ثانوى كما يحدث مثلاً عند زراعة بذور الخس فى درجات الحرارة المرتفعة .

٢ – سرعة ظهور البادرات على سطح التربة ، لأن استنبات البذور قبل الزراعة يقصر الفترة اللازمة للإنبات ، وبالتالى تقل فرصة حدوث الأضرار للبادرات من جراء الإصابة بالأمراض والحشرات ، أو التعرض لظروف بيئية غير مناسبة .

٣ – يمكن استعمال الجبل كحامل للعناصر الغذائية ومنظمات النمو والمبيدات ، الأمر الذى يزيد من توفير الحماية للبادرات فى مراحل نموها الأولى . ومن الأمثلة الناجحة فى هذا الشأن ما يلى :

(أ) زيادة معدل تكوين العقد الجذرية على جذور البقوليات بإضافة البكتريا الخاصة بذلك إلى الجبل مع البذور المستنبتة .

(ب) مكافحة مرض العفن الأبيض فى البصل بكفاءة بإضافة المبيد إيبروديون iprodione للجبل مع البذور المستنبتة .

(جـ) زيادة معدل نمو الخس بإضافة التحضير التجارى سايتكس Cytex (الذى يحتوى على سيتوكينين) للجبل قبل الزراعة بمعدل ١٣ مل من السايتكس/ لكل لتر من الجبل ، وهى ربع الكمية التى تستخدم عادة رشًّا على النباتات (Gray ١٩٨١) .

(د) أمكن إدخال عدد من منظمات النمو فى نباتات الطماطم أثناء مرحلة الإنبات ، وهى باكلوبوترازول paclobutrazol (وهو مثبط للنمو يزيد من نسبة الجذور إلى الأوراق ، وأفاد مع التفاح فى تجنب مشكلة النقص الرطوبى فى النباتات بعد الشتل) وداميتوزايد daminozide (وهو مثبط النمو المعروف باسم الألار Alar أو SADH) وجليوفوسيت glyphosate والأوكسين 2,4-D الذى استخدم فى نباتات أخرى للمساعدة على التجذير (Pombo وآخرون ١٩٨٥) .

هذا .. ويساعد تلامس الجذير النامى مع هذه المركبات على سرعة امتصاصه لها . كما لم تتأثر خصائص الجبل بإضافة أى من هذه المركبات إليه .

ومن أهم المزايا التى تحققت لكل محصول من الخضر ما يلى :

١ – فى الجزر : تجانس الإنبات وزيادة نسبته تحت ظروف بيئية متباينة ، مع التبكير فى الإنبات بنحو ٧ – ١٠ أيام (Finch-Savage ١٩٨٤ أ ، ب) وزيادة المحصول المبكر جوهريًا .

٢ – الكرفس والخس : زيادة نسبة الإنبات ، والتبكير فى الإنبات بنحو ١٠ أيام فى الكرفس ، ونحو ٥ – ٧ أيام فى الخس .

٣ – البنجر : زيادة نسبة الإنبات ، والتبكير فى الإنبات بنحو ٥ أيام .

٤ – الطماطم : زيادة نسبة الإنبات حتى مع إجراء الزراعة وحرارة التربة ١٠° م ، والتبكير فى الإنبات مدة يومين فى حرارة ٢٠°م ، وستة أيام فى حرارة ١٢ – ١٥° م ، و١٥ – ١٧ يومًا فى حرارة ٩ – ١١°م وزيادة النمو والتبكير فى النضج بنحو ٧ أيام .

١٥ - ٦ : اختيار الموعد المناسب للزراعة

١٥ - ٦ - ١ : العوامل المؤثرة على اختيار الموعد المناسب للزراعة

يتأثر اختيار الموعد المناسب للزراعة فى منطقة ما بالعديد من العوامل ، نوجزها فيما يلى :

١ - المحصول المراد زراعته : فلكل محصول ظروفه البيئية الخاصة التى تلائم نموه وتطوره .

٢ - الصنف : فالأصناف قد تختلف فى مدى تأثرها بالعوامل البيئية . فمثلاً .. تختلف أصناف البصل فى احتياجاتها من الفترة الضوئية لتكوين الأبصال ، وتختلف أصناف الكرنب فى احتياجاتها من الحرارة المنخفضة حتى تتهيأ للإزهار ، وكذلك تختلف أصناف السباغ فى سرعة استجابتها لنهار الطويل عند إزهارها .

٣ - الظروف البيئية السائدة فى منطقة الإنتاج ، خاصة درجات الحرارة ، وطول الفترة الضوئية ، إلا أن الرياح الحارة الجافة ، والعواصف الرملية ، وموسم الأمطار تتدخل أيضًا فى اختيار الموعد المناسب للزراعة . فلا تجب مثلاً زراعة الطماطم فى المواعيد التى يحدث فيها الإزهار فى أوقات تشتد فيها الحرارة أو البرودة ، لأنها لا تعقد ثمارها تحت هذه الظروف ، كما أن ثمار الفلفل لا تعقد فى المواسم التى تشتد فيها الرياح الحارة الجافة . وإذا اعتمدت الزراعة على ماء المطر ، فلا بد من إدخال موسم الأمطار فى الحسبان عند اختيار موعد الزراعة .

٤ - طبيعة التربة فى منطقة الإنتاج : فالأراضى الرملية والخفيفة تكون أكثر دفئًا فى الشتاء وبداية الربيع ، مما يسمح بالزراعة المبكرة فيها ، بالمقارنة بالأراضى الثقيلة .

٥ - العامل الاقتصادى : فنجد أن المحصول يكون مرتفعًا والأسعار منخفضة فى أكثر العروات مناسبة للمحصول المزروع ، بينما يكون المحصول منخفضًا والأسعار عالية فى العروات التى لا تناسب نمو المحصول . وعلى المنتج أن يوازن بين هذين العاملين - الإنتاج والأسعار - عند اختيار موعد الزراعة .

ويمكن بالتجربة والممارسة مع الإحاطة بالعوامل السابقة تحديد مواعيد الزراعة المناسبة لكل محصول فى كل منطقة من مناطق الإنتاج . هذا .. ويطلق على هذه المواعيد اسم عروات . فالعروة الصيفية مثلاً هى التى تزرع فى يناير وفبراير ، وتنمو النباتات خلال فصل الربيع ، وتعطى محصولها فى بداية فصل الصيف .

١٥ - ٦ - ٢ : الزراعات المتابعة من نفس المحصول فى الموسم الواحد

عندما تسمح العوامل السابقة الذكر بزراعة المحصول على مدى فترة زمنية طويلة ، فإنه يكون من الأفضل تقسيم المساحة المراد زراعتها إلى مساحات أصغر تزرع فى مواعيد متتابعة ، بحيث يمكن توزيع أعباء الأعمال الحقلية للمساحة ككل على مدى فترة زمنية أطول ، خاصة بالنسبة لعملية الحصاد التى تتطلب أيدٍ عاملة كثيرة ، وبحيث يمكن تجنب حصاد المساحة كلها فى وقت واحد ، وما يستتبع ذلك من مشاكل فى الشحن والتسويق ، مع زيادة العرض وانخفاض الأسعار .

وتشتد الحاجة إلى التخطيط لعدد من الزراعات المتتابعة من محصول ما ، خاصة عند الرغبة في زراعة مساحة كبيرة ، مع وجود تعاقدات مع مصانع حفظ الأغذية على توريد كميات معينة من المنتج في مواعيد محددة . فمصانع حفظ الأغذية إمكانياتها محدودة ، ولا يمكنها تلقي كل المحصول المراد تصنيعه في فترة زمنية قصيرة ، وإمكانياتها في التخزين محدودة ، فضلًا عن أن تصنيع الأغذية سريعًا بعد الحصاد يعد أفضل من تصنيعها بعد فترة من التخزين . كما أن تشغيل هذه المصانع لأطول فترة من السنة يعد أمرًا حيويًا من الوجهة الاقتصادية . لذلك تتعاقد مصانع حفظ الأغذية عادة على توريد كميات معينة من محاصيل الخضر ، مثل : الطماطم ، والبسلة ، والفاصوليا ، والذرة السكرية في مواعيد محددة .

وقد استتبع ذلك إجراء العديد من الدراسات التي نتج عنها ما سمي بنظام الوحدات الحرارية heat unit system الذي يستخدم في التنبؤ بموعد الحصاد ؛ وبالتالي في تحديد مواعيد الزراعات المتتابعة .

١٥ - ٦ - ٣ : نظام الوحدات الحرارية

يستخدم نظام الوحدات الحرارية في التنبؤ بموعد الحصاد ، وبالتالي في توقيت مواعيد الزراعات المتتابعة ، حتى لا تصبح كل المساحة جاهزة للحصاد في وقت واحد . ويعتمد هذا النظام على أنه يلزم لكل نبات عدد معين من الوحدات التي يجب أن يحصل عليها لإكمال نموه . كما أن لكل مرحلة من مراحل النمو وحداتها الحرارية الخاصة اللازمة لإتمامها . ولا يتم النمو إلا بعد أن يحصل النبات على هذه الوحدات ، بغض النظر عن المدة التي تنقضي بعد الزراعة .

وتحسب الوحدات الحرارية heat units على أساس مجموع الساعات الحرارية الأعلى من درجة الأساس base temperature ، أو نقطة الصفر zero point ، وهي درجة الحرارة الدنيا لنمو المحصول . وتقدر هذه الدرجة تجريبيًا ، وهي تختلف من محصول لآخر ، ولكنها تقدر بنحو ٤٠°ف (٤,٤°م) لخضر الجو البارد ، وبنحو ٥٠°ف (١٠°م) لخضر الجو الدافيء . ويلزم لدقة الحساب أن تحدد تجريبيًا لكل محصول على حدة . فمثلًا .. وجد أن درجة حرارة الأساس للطماطم هي : ٤٣°ف (٦,١°م) (Warnock & Isaacs ١٩٦٩) .

وتحسب عدد الوحدات الحرارية ليوم ما بطرح درجة حرارة الأساس من معدل درجة الحرارة في ذلك اليوم ، ثم يحسب مجموع الوحدات الحرارية من الزراعة حتى النضج ، ويطلق عليها الأيام الحرارية degree days ، أو الوحدات الحرارية heat units ، أو thermal units . ويضرب الـ degree days في ٢٤ فنحصل على ما يسمى بالساعات الحرارية degree hours .

هذا .. ويقدر عدد الساعات الحرارية لكل صنف على حدة بإجراء دراسات تستمر لعدة سنوات يحسب منها متوسط عدد الساعات الحرارية اللازمة لكل مرحلة من مراحل النمو حتى الحصاد .

فمثلًا .. أجريت بولاية كاليفورنيا الأمريكية دراسة على صنف الطماطم ف اف ١٤٥ في VF 145 -B- 7879 VASV تضمنت ٢٤ تجربة على مدى ٣ سنوات ، واستخدمت فيها ٦ °م كدرجة حرارة أساس ، وأمكن من خلالها معرفة عدد الساعات الحرارية اللازمة للوصول إلى مراحل النمو والنضج المختلفة (جدول ١٥ - ٤) .

جدول (١٥ ـ ٤) : عدد الساعات الحرارية اللازمة لوصول نباتات الطماطم من صنف VF 145 - B - 7879 إلى مراحل النمو والنضج المختلفة .

مرحلة النمو أو النضج	إجمالي عدد الساعات الحرارية اللازمة من وقت زراعة البذور
الإنبات	٩٣
بداية الإزهار	٦١٢
وصول أول الثمار لقطر ٢,٥ سم	٩١٣
وصول أول الثمار الى مرحلة بداية التلون	١٤٢٦
تمام تلون أول الثمار	١٥٣٣

كما وجد أن الصنف كامبل ٣٤ Campbell 34 تطلب ساعات حرارية مماثلة لتلك التي تطلبها الصنف VF 145- B- 7879 . (Wornock ١٩٧٣) .

هذا .. وبالرجوع إلى سجلات الأرصاد الجوية في منطقة ما ، فإنه يمكن تحديد مواعيد الزراعة مع التنبؤ بمواعيد الحصاد ، لكن ذلك يتطلب سجلات دقيقة للدرجات الحرارة السائدة في المنطقة على مدى سنوات عديدة سابقة .

وفي غياب البيانات اللازمة عن الاحتياجات الحرارية للمحصول وسجلات الأرصاد الجوية للمنطقة ، فإنه يمكن عمل تخطيط أولي لمواعيد الزراعات المتتابعة ، وذلك بتكرار الزراعة عندما تصل نباتات الزراعة السابقة إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى . ويكون ذلك عادة في غضون أسبوع من الإنبات وظهور البادرات فوق سطح التربة . ويوضح جدول (١٥ – ٥) عدد الأيام من الزراعة للإنبات في محاصيل الخضر المختلفة في الظروف المناسبة للإنبات .

جدول (١٥ ـ ٥) : عدد الأيام من الزراعة إلى الإنبات في محاصيل الخضر المختلفة تحت الظروف المناسبة للإنبات .

المحصول	عدد الأيام حتى الإنبات	المحصول	عدد الأيام حتى الإنبات
الفلفلون	١٥	القاوون	٧
الفاصوليا العادية	٦	المستر د	٩
فاصوليا الليما	٧	الباذنجية	١٠
البنجر	٩	البصل	١٠
البروكولي	١٠	البقدونس	٢١
كرنب بروكسل	١٠	الجزر الأبيض	١٨
الكرنب	١٠	البسلة	٨
الكرنب الصيني	٩	الفلفل	١٠
الجزر	٨	الفرع العسلي	١٠
القنبيط	١٠	الفجل	٦
الشيكوريا	١٢	الروبارب	١٠
الكولارد	١٠	الروتاباجا	٩
السيلاريك	٢١	السبانخ	٨

جدول (١٥ - ٥) : يتبع .

المحصول	عدد الأيام حتى الإنبات	المحصول	عدد الأيام حتى الإنبات
الكرفس	٢١	قرع الكوسة	٧
الخيار	٧	قرع الشتاء	٩
الباذنجان	١٠	الذرة السكرية	٧
الهندباء	١٠	الطماطم	٨
الكيل	١٠	اللفت	٧
كرنب أبو ركبة	١٢	البطيخ	٨
الخس	٧		

العوامل المؤثرة على الوحدات الحرارية اللازمة من الزراعة إلى الحصاد

يتأثر عدد الوحدات الحرارية اللازمة من الزراعة إلى الحصاد بالعوامل التالية :

١ - نوع المحصول المزروع .

٢ - طول الفترة الضوئية وشدة الإضاءة .

٣ - درجة حرارة التربة : ولهذا العامل أهمية كبيرة قبل الإنبات . أما بعد ذلك ، فالأهمية الكبرى تكون لدرجة حرارة الهواء .

٤ - مدى انحدار التربة وحالة الصرف ، وهى عوامل تؤثر على درجة حرارة التربة .

٥ - الارتفاع عن سطح البحر altitude وخط العرض latitude فى منطقة الإنتاج .

٦ - نوع التربة : فالأراضى الثقيلة يكون النضج فيها بطيئًا ، بعكس الأراضى الخفيفة .

٧ - خصوبة التربة ، وكمية وأنواع الأسمدة المضافة : فالفوسفور يبكر النضج ، بينما يؤخر النيتروجين موعد النضج .

٨ - الرياح ، والبَرَد ، والعواصف ، والأمراض ، والحشرات .

٩ - الأضرار الناجمة عن الجفاف والصقيع .

١٠ - التغير اليومى فى درجة حرارة الليل والنهار .

وقد اقترح البعض استخدام الوحدات الحرارية مع معدل طول النهار كأساس للحساب ، بدلًا من الوحدات الحرارية وحدها . فقد وجد أن الزيادة فى خط العرض على نفس مستوى الارتفاع من سطح البحر يصاحبها نقص فى عدد الوحدات الحرارية اللازمة بسبب الزيادة فى طول النهار صيفًا (Wilsie ١٩٦٢) .

١٥ – ٧ : المراجـــع

مرسي ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع ، وعاصم بسيوني جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر – الجزء الأول : أساسيات إنتاج نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٥٠٠ صفحة .

Cox, E.F. 1984. The effects of irrigation on the establishment and yield of lettuce and leek transplants raised in peat blocks. J. Hort. Sci. 59: 431-437.

Crocker, W. and L.V. Barton. 1953. Physiology of seeds. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass.267p.

Finch-Savage, W.E. 1984a. A comparison of seedling emergence from dry-sown an fluid-drilled carrot seeds. J. Hort. Sci. 59: 403-410.

Finch-Savage, W.E. 1984b. The effects of fluid drilling germinating seeds on the emergence and subsequent growth of carrots in the field. J. Hort. Sci. 59: 411-417.

Fordham, R. and A.G. Biggs. 1985. Principles of vegetable crop production. Collins Professional and Technical Books, London. 215p.

Gray, D. 1981. Fluid drilling of vegetable seeds. Hort. Rev. 3: 1-27.

Haugh, C. G., and K.H. Kromer. 1972. Pelleted seed for direct sowing. Gemüse 8: 198-200.

Israelsen, O.W. and V.E. Hansen. 1962. Irrigation principles and practices. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 447p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Pombo, G., M.D. Orzolek, L.D. Tukey and T.P. Pyzik. 1985. The effect of paclobutrazol, daminozide, glyphosate and 2, 4-D in gel on the emergence and growth of germinated tomato seeds. J. Hort. Sci. 60: 353-357.

Purdy, L.H., J.E. Harmond and G.B. Welch. 1961. Special processing and treatment of seeds. In United States Dept. Agr., 'Seeds', pp. 322-329. Wash., D.C.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

Wallace, G.P. and D.J. Fieldhouse. 1982. Emergence of pregerminated tomato seed stored in gels up to twenty days at low temperatures. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 722-725.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

Warnock, S.J. 1973. Tomato development in California in relation to heat unit accumulation. HortScience 8: 487-488.

Warnock, S.J. and R.L. Isaacs. 1969. A linear heat unit system for tomatoes in California J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 677-678.

Wilsie, C.P. 1962. Crop adaptation and distribution. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 448p.

القسم الرابع
عمليات الرعاية والخدمة

الفصل السادس عشر

العزيق وأغطية التربة

يشترك العزيق مع استخدام أغطية التربة فى أن كليهما من عمليات الخدمة الموجهة أساسًا نحو مكافحة الحشائش ، وإن كان لكل منهما فوائد أخرى كثيرة سيأتى شرحها .

١٦ - ١ : العزيق (موعد وعدد مرات وطريقة إجراء العزيق)

يجرى العزيق cultivation أساسًا بهدف مكافحة الحشائش ، لذا فإنه يجب دائمًا وضع ذلك الهدف فى الاعتبار عند اتخاذ أى قرار بشأن العزيق .

ويعتبر أنسب وقت للعزيق هو عند بدء إنبات بذور الحشائش وظهور البادرات فوق سطح التربة ، حيث يسهل التخلص منها بالخربشة السطحية ، دون الإضرار بجذور النباتات . وفى هذا الوقت المبكر لا تكون الحشائش قد نافست النباتات النامية بعد على الماء والغذاء . ويؤدى تركها دون عزيق حتى تكبر إلى صعوبة التخلص منها بالخربشة السطحية ، حيث يتطلب الأمر حينئذ أن يكون العزيق عميقًا ، مما يؤدى إلى الأضرار بجذور النباتات المزروعة .

ويجب أن يستمر العزيق إلى أن تكبر النباتات وتصبح قادرة على منافسة الحشائش . ومن المفضل أن يتوقف العزيق بعد ذلك ، لأن استمراره قد يضر بالنباتات أكثر مما يفيدها . وينصح بإيقاف العزيق فى النصف الثانى من حياة النبات إذا كان الحقل خاليًا من الحشائش فى بداية تلك المرحلة ويجرى حينئذ تقليع الحشائش الكبيرة باليد ، حيث لا تكون للعزيق فائدة سوى سد الشقوق فى الأراضى الثقيلة .

ويتوقف عدد مرات العزيق على أعداد الحشائش التى تظهر من جديد بعد الرى ، أو بعد الأمطار ، أو بعد فترة من الجو المناسب للنمو .. فيجب أن يستمر العزيق ، طالما كانت هناك حشائش تستطيع منافسة النباتات النامية ، ودون الالتزام بجدول مسبق .

يجب أن يكون العزيق سطحيًا (خربشة) بقدر الإمكان ، وبالقدر الذى يكفى للتخلص من الحشائش ، دون الإضرار بجذور النباتات . كما يجب أن يكون مبكرًا بقدر الإمكان .

ويجب أن يجرى العزيق والتربة نسبة مناسبة من الرطوبة . فالعزيق فى الأراضى الرائدة الرطوبة يؤدى فى معظم الأراضى - عدا الرملية والعضوية - إلى تصلب التربة بعد جفافها . ويؤدى إجراء

العزيق والتربة شديدة الجفاف إلى تكون كتل كبيرة ، بدلًا من تكوين غطاء من التربة الناعمة soil mulch .

ويكون العزيق يدويًا بالفأس ، أو بالآلات الصغيرة التي يدفعها الإنسان أو يجرها الحيوان ، أو بالجرارات التي تجرها الجرارات عندما تكون الزراعة على مسافات واسعة .

هذا .. ولا يجرى العزيق في حالة الزراعة الكثيفة لغرض الحصاد الآلي ، ويكتفى فيها بمكافحة الحشائش بالمبيدات .

١٦ - ٢ : فوائد العزيق

تتم بواسطة العزيق تحقيق الفوائد التالية :

١ - التخلص من الحشائش

٢ - الترديم على النباتات النامية لتبييتها ، وتشجيع تكوين جذور عرضية بها ، كما في الطماطم والفاصوليا .

٣ - الترديم على نباتات البطاطس والطرطوفة لتغطية الدرنات القريبة من سطح التربة ، فلا تتعرض للضوء ، ولا تتلون باللون الأخضر .

٤ - سد الشقوق في الأراضي الثقيلة .

٥ - خلط الأسمدة المعدنية والعضوية بالتربة ، ووقايتها من جرف المياه لها ، مما يضمن وجودها قريبة من جذور النباتات .

٦ - يفيد العزيق أحيانًا في عمل غطاء من التربة الناعمة soil mulch يساعد على سد الشقوق ، ويقلل من فقد ماء المطر ، ويؤدي أحيانًا إلى تقليل تبخر الماء من التربة بتقليل وصوله إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية ، كما يعمل أحيانًا على تحسين التهوية بالتربة ، لكن لا تجنى هذه الفوائد من العزيق العميق تحت كل الظروف .

١٦ - ٢ - ١ : تأثير العزيق على المحصول

أظهرت دراسات العزيق التي أجريت بجامعة كورنل خلال الفترة من ١٩٢٠ - ١٩٢٥ في أرض حصوية طميية ناعمة على الكرفس ، والبصل ، والبنجر ، والجزر ، والكرنب ، وفي عام ١٩٢٧ في أرض بها نسبة عالية من الطين على الطماطم ، أظهرت هذه الدراسات عدم وجود فرق معنوي بين العزيق العميق والخربشة السطحية ، إلا في حالتي الكرفس والبصل ، حيث كانت الزيادة في المحصول نتيجة للعزيق العميق كبيرة في حالة الكرفس ، ومتوسطة في حالة البصل .

وقد اتضح من دراسة أجريت على جذور هذه النباتات أن الكرنب ، والجزر ، والطماطم قد كونوا مجموعًا جذريًا كثيفًا ، بينما كونت نباتات الكرفس والبصل مجموعًا جذريًا قليل الانتشار ، مما جعلها تتحمل العزيق العميق ، بالمقارنة بنباتات المجموعة الأولى التي تقطعت جذورها الكثيفة عندما كان العزيق عميقًا . وتظهر نتائج هذه الدراسة في جدول (١٦ - ١) .

جدول (١٦ ـ ١) : متوسط المحصول / قطعة تجريبية على مدى ٦ سنوات للقطع المعزوقة عزقا عميقا والمخربشة سطحيا بالرطل (الرطل = ٤٥٣,٦ جم) .

المحصول	العزق العميق		الخربشة السطحية		النسبة المئوية للزيادة في المحصول نتيجة للعزق العميق
	عدد مرات العاملة	وزن المحصول (رطل)	عدد مرات العاملة	وزن المحصول (رطل)	
الكرفس	١٤٥	١٤٥	١٤٣	١١٦	٢٤
البصل	٢٦٩	٧٨	٢٧٠	٧٢	٨
البنجر	٢٨١	٦١	٢٨٢	٥٨	٤
الجزر	٦١١	٨٧	٦٣٧	٨٤	٣
الكرنب	٥٠	١١٩	٥٠	١١٩	صفر
الطماطم	٦٩٩	١٨٨	٧١٤	١٨٦	١

١٦ ـ ٢ ـ ٢ : تأثير العزيق على رطوبة التربة

يعتقد أن العزيق يؤدى إلى تكوين غطاء ناعم من التربة soil mulch يجف ويكون بمثابة حاجز على سطح التربة يمنع وصول الماء الأرضى إلى السطح بالخاصة الشعرية ، ومع ذلك .. فإن هذه الطبقة تتكون بسرعة كبيرة فى المناطق الحارة الجافة (التى يزيد فيها فقد الرطوبة الأرضية) سواء أجرى العزيق ، أم لم يجر . وعليه .. فليس لغطاء التربة الناعم فائدة تذكر فى هذه المناطق .

أما فى المناطق الرطبة ، فقد يكون لغطاء التربة الناعم فائدة فى منع فقد الماء بالخاصية الشعرية ، إلا أنه يعمل من جانب آخر على زيادة سطح التبخر فى التربة ، مما يعمل على سرعة فقد الماء منها ، ويكون ذلك ملحوظًا ، خاصة بعد المطر الخفيف ، حيث يفقد معظم هذا المطر بسرعة كبيرة فى حالة وجود غطاء التربة الناعم . إما فى حالة المطر الغزير ، فإن غطاء التربة الناعم قد يعمل على تقليل الفقد فى الرطوبة بطريق التبخر من سطح التربة ، وبتقليل الجريان السطحى للماء أيضًا . ومع ذلك .. فإن طبقة غطاء التربة الناعم لا تختلف كثيرًا فى تأثيرها عن طبقة مماثلة من تربة جافة منضغطة ، وهو الأمر الذى تأكد من تجارب عديدة . ومن ناحية أخرى .. فإن الأمطار الغزيرة قد تجرف أمامها الطبقة السطحية المفككة فى حالة العزيق ، بينما لا يحدث ذلك فى حالة وجود طبقة جافة منضغطة ، وعليه .. فليس لغطاء التربة الناعم فائدة فى هذه الظروف أيضًا .

وإلى جانب ما تقدم .. فإن جذور النباتات تقوم على أية حال بامتصاص الرطوبة الصاعدة بالخاصية الشعرية وتستفيد منها ، خاصة إذا كانت الجذور قوية النمو ومتشعبة فى التربة .

١٦ ـ ٢ ـ ٣ : تأثير العزيق على درجة حرارة التربة

لا يؤدى العزيق إلى رفع درجة حرارة التربة كما يعتقد . فقد أوضحت الدراسات العديدة أن درجة حرارة الطبقة التى تلى سطح التربة كانت أعلى فى حالة عدم العزيق ، عنه فى حالة العزيق . وقد كان الاعتقاد السائد هو أن العزيق يعمل على تقليل تبخر الماء من سطح التربة ؛ وبالتالى تقليل فقد الحرارة ، لكن العزيق لا يعمل على حفظ رطوبة التربة تحت كل الظروف كما سبق ذكره ، كما أن

التربة المفككة الناعمة soil mulch تعتبر موصلًا رديئًا للحرارة ، فلا توصل الحرارة جيدًا إلى الطبقات السفلى من التربة ، وتحتفظ هي بالحرارة ، ثم تفقد جزءًا منها في الجو بالإشعاع ، في حين أن التربة الصلبة المتماسكة تعمل كموصل جيد للحرارة إلى الطبقات السفلى من التربة ؛ فترتفع درجة حرارتها عما لو كان سطح التربة مفككًا .

وعليه .. فإن غطاء التربة الناعم ليس له فائدة في رفع درجة حرارة التربة ، بل إن العكس هو الصحيح ، بالإضافة إلى أن الارتفاع الذي يحدث في درجة حرارة الطبقة السطحية المفككة لا تستفيد منه جذور النباتات ، لأنها لا تنتشر فيها .

ولكن من مزايا العزيق رفع درجة حرارة الهواء أعلى سطح التربة المعزوقة مباشرة . وقد وجد في إحدى التجارب أن درجة حرارة الهواء على ارتفاع ٢,٥ سم من سطح التربة كانت أعلى بمقدار ٤,٩ - ٥,٦°م في القطع المعزوقة ، عنها في القطع غير المعزوقة .

١٦ - ٢ - ٤ : تأثير العزيق على تهوية التربة

لا يعتقد أن العزيق يحسن من التهوية إلا في الأراضي الثقيلة التي تتكون بها قشرة صلبة crust بعد المطر أو الري ، حيث يقلل العزيق من تكوين القشور ، ومن ثم يؤدي إلى تحسين التهوية .

١٦ - ٢ - ٥ : تأثير العزيق على تثبيت آزوت الهواء الجوي

يؤثر العزيق في هذا المجال من خلال تأثيره على كل من : الرطوبة الأرضية ، ودرجة الحرارة ، وتهوية التربة . فإذا حافظ العزيق على رطوبة التربة ، فإنه يزيد بالتالي من نشاط البكتريا التي تثبت أزوت الهواء الجوي ، خاصة إذا عمل العزيق أيضًا على رفع حرارة التربة وتحسين التهوية بها ، ولكن العزيق ليس له تأثير إيجابي على كل هذه العوامل تحت كل الظروف ، بل إن العكس هو الصحيح في حالات كثيرة . ويفسر ذلك النتائج المتضاربة العديدة التي تم التوصل إليها في هذا الشأن .

وعليه .. فلا يعتقد أن غطاء التربة الناعم يعمل على زيادة تثبيت أزوت الهواء الجوي في التربة . وتستثنى من ذلك الأراضي الثقيلة التي قد يؤدي عزقها إلى تحسين التهوية بها (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

١٦ - ٣ : الأغطية العضوية للتربة

انتشر في الماضي استعمال أغطية عضوية للتربة organic mulches ، مثل : أوراق الشجر ، أو القش ، أو التبن ، أو البيت موس وخلافه ، وذلك بغرض الحد من نمو الحشائش ، والمحافظة على رطوبة التربة وتجانس درجة حرارتها خلال اليوم . ويستعمل البيت موس كغطاء للتربة بسمك ٢,٥ سم ، وباقي المواد العضوية بسمك ٥ - ٧,٥ سم ، خاصة بين خطوط الزراعة وحول النباتات . ويقتصر استعمال الأغطية العضوية للتربة حاليًا على الزراعات الكثيفة ، وفي الحدائق المنزلية ، وفي حالة المحاصيل التي يخشى من تلوث ثمارها بالتربة ، مثل الشليك .

ونظرًا لأن جميع الأغطية العضوية تتحلل تدريجيًا في التربة ، فإنها تؤدى إلى افتقار التربة إلى النيتروجين ، وهو الأمر الذى يستدعى إضافة بعض الأسمدة الأزوتية بكميات تكفى لسد حاجة كل من : المحصول المزروع ، والكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل هذه المواد العضوية .

ويؤدى استعمال الأغطية العضوية للتربة إلى تحقيق الفوائد التالية :

١ – تقليل فقد الماء من التربة .

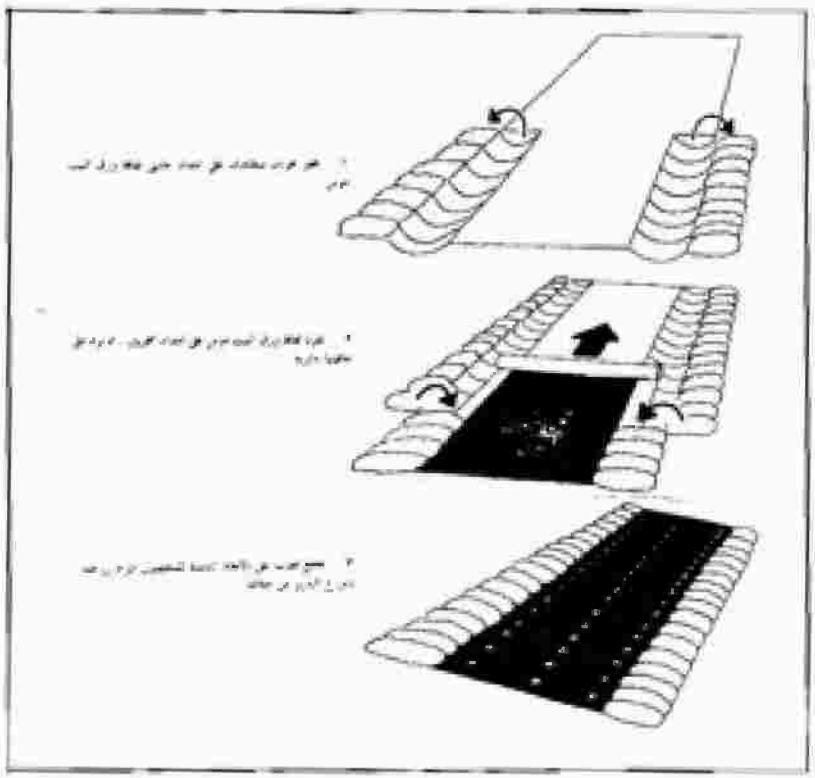
٢ – الحد من ارتفاع درجة حرارة التربة كثيراً أثناء النهار صيفًا ، والحد من فقدها من التربة شتاءً .

٣ – التقليل من انجراف التربة بفعل المطر الغزير .

٤ – منع نمو الحشائش .

٥ – منع ملامسة الثمار السفلى للتربة وتلوثها (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

وقد أنتجت بعض الشركات (مثل شركة Hasselfors Garden السويدية ١٩٨٢) لفائف من الورق المصنوع من البيت موس الذى يتحلل لمدة سنة ونصف ، دون أن يتمزق ويباع على لونين بنى مصفر وأسود . ويوضح شكل (١٦ – ١) طريقة تثبيت لفافة ورق البيت فى التربة والزراعة من خلاله .



شكل ١٦ – ١ : تثبيت غطاء التربة من لفائف ورق البيت موس .

١٦ – ٤ : الأغطية الورقية للتربة

يغطى سطح التربة فى هذه الحالة بورق عادى paper mulch يباع على شكل لفائف ، ثم تتم الزراعة من خلال الغطاء ، كما فى شكل (١٦ – ١) . ويعاب على الأغطية الورقية أنها مكلفة للغاية ، لذا فإنه لا ينصح باستعمالها إلا مع المحاصيل العالية القيمة ، والتى تستجيب لها جيدًا .

هذا .. ويفضل استعمال الورق الثقيل لمنع وصول الضوء للتربة ، كما يجب عدم استعمال الورق الذى يحتوى على مواد ذائبة ، أو مواد طيارة تضر بالنبات . ويعامل الورق عادة بالمبيدات الفطرية لتجنب تحلله مبكرًا .

ويؤدى استعمال الغطاء الورقى إلى حفظ رطوبة التربة بتقليل الفاقد بالبخر ، والفاقد عن طريق الحشائش ، كما ترتفع درجة حرارة التربة عدة درجات تحت الغطاء الورقى الأسود ، لكن قد تنخفض درجة الحرارة تحت الغطاء الفاتح اللون فى بعض الظروف الجوية .

وعادة ما تستجيب نباتات الموسم الدافئ ، مثل الخيار ، والقلقاس ، والباذنجان ، والفلفل للغطاء الورقى الأبيض بإنتاج محصول مبكر ، ومحصول كلى مرتفع ، كما تتحسن نوعية هذه المحاصيل ، فتكون الثمار أكبر وأنظف . ولكن لا تجنى هذه الفوائد إلا إذا كانت الظروف أصلًا غير مناسبة للمحصول . أما محاصيل الموسم البارد ، مثل : الخس ، والبنجر ، والكرنب ، والقنبيط ، فإنها لا تستجيب جيدًا للأغطية الورقية للتربة .

١٦ – ٥ : الأغطية البلاستيكية للتربة

الأغطية البلاستيكية للتربة Plastic Mulches عبارة عن رقائق من البلاستيك الشفاف أو الأسود يغطى بها سطح التربة (شكل ١٦ – ٢)

١٦ – ٥ – ١ : مزايا وعيوب استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة

يحقق استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة المزايا التالية :

١ – التخلص من الحشائش تحت البلاستيك الأسود ؛ لأنه يمنع وصول الضوء إليها .

٢ – إحداث تغيرات فى درجة حرارة الطبقة السطحية من التربة تتوقف على نوع البلاستيك المستخدم

٣ – التقليل من تبخر الماء من سطح التربة ، ولكن يقابل ذلك زيادة فى النتح ، نتيجة لزيادة النمو الخضرى .

٤ – التقليل من انضغاط التربة بسبب قلة مرور الآلات الزراعية عليها .

٥ – زيادة تهوية التربة ، وزيادة نشاط الكائنات الدقيقة بها .

٦ – تقليل فقد الأسمدة بالرشح ، نظرًا لعدم الحاجة للرى الزائد .

شكل ١٦ - ٢ : الأغطية البلاستيكية للتربة فى حقول البانجان .

٧ - تقليل تعفن الثمار لعدم ملامستها للتربة ، وذلك أمر هام فى بعض المحاصيل كالشليك (شكل ١٦ - ٣) .

٨ - عدم تقطيع الجذور بالعزيق ، لأن العزيق يتوقف نهائيًا ، فيما عدا بين الشرائح .

٩ - توافر غاز ثانى أكسيد الكربون للنبات ، حيث يتراكم تحت الغطاء ، ويخرج من الثقب الذى يسمو من خلاله النبات ليجده تدريجيًا بتركيز أعلى من الغاز .

١٠ - يعمل البلاستيك على انتقال الأملاح خارج منطقة البلاستيك (وهو الاتجاه الذى يتحرك فيه الماء الأرضى ، لأن التبخر السطحى يكون بين شرائح البلاستيك) ، لكن يعاب على استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة ما يلى :

١ - تقليل التهوية فى الأراضى الثقيلة وعند ارتفاع منسوب الماء الأرضى .

٢ - قد يحدث ضرر للشتلات فى درجات الحرارة المرتفعة ، نظرًا لاحتمال تسرب هواء ساخن جدًا من الثقوب التى تنمو منها الشتلات .

٣ - تتراكم أحيانًا بعض الأملاح فى الثقوب التى تنمو فيها النباتات . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بوضع قليل من نشارة الخشب فى هذه الفتحات لتقليل انتقال الأملاح إليها ، هذا .. ولا تحدث تلك الظاهرة فى حالة الرى بالتنقيط (Sheldrake ١٩٦٧)

١٦ - ٥ - ٢ : المحاصيل التى تستجيب لاستعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

تعد أكثر المحاصيل استجابة لاستعمال الأغطية البلاستيكية للتربة هى الشليك ، والفرعيات ، خاصة الشمام ، والقاوون . فقد أدى استعمال الأغطية البلاستيكية السوداء أو الشفافة فى القاوون إلى زيادة النمو ، والتبكير فى عقد الثمار وزيادة المحصول . كذلك أمكن الحصول على نتائج جيدة من استعمال البلاستيك الأسود كغطاء للتربة فى حقول الباذنجان (شكل ١٦ - ٢) ، والطماطم ، والفلفل ، والذرة الحلوة فى الأراضى المسامية القليلة الخصوبة . ومن أهم مزايا استعمال الغطاء البلاستيكى مع الطماطم والشليك هى تجنب ملامسة الثمار للتربة (Carolus ١٩٧٠ ، على ١٩٧٧) .

١٦ - ٥ - ٣ : التأثير الفسيولوجى للأغطية البلاستيكية للتربة

تأثير الغطاء البلاستيكى على درجة حرارة التربة

وجد Harris (١٩٦٥) فى دراسة على الفاصوليا أن غطاء البولثين الأسود أدى إلى ارتفاع درجة الحرارة الصغرى ، وانخفاض درجة الحرارة العظمى فى الربيع (حينما تكون الحرارة منخفضة نسبيًا) ، ولكنه أدى إلى ارتفاع كل من درجة الحرارة الدنيا ، ودرجة الحرارة العظمى خلال الصيف (حينما تكون الحرارة مرتفعة بصفة عامة) .

وفى دراسة على القاوون (Schales & Sheldrake ١٩٦٦) قورن تأثير أنواع مختلفة من أغطية التربة على درجة الحرارة على عمق ٢,٥ سم من سطح التربة ، وكانت النتائج كما فى جدول (١٦ - ٢) .

جدول (١٦ - ٢) : تأثير أنواع مختلفة من أغطية التربة على درجة الحرارة على عمق ٢,٥ سم من سطح التربة .

الغطاء	التغير فى درجة الحرارة (°م)
بلاستيك شفاف + غطاء بترول رشا	+ (٥,٥)
بلاستيك اسود	+ (١,٦ - ٢,٧)
بلاستيك شفاف	لا تغير فى درجة الحرارة
قش	- (٤,٤ - ٥,٥)
بيت موس بسمك ٥ سم	- (٤,٤ - ٥,٥)

وفى تجربة على الخيار ، كانت درجات الحرارة الدنيا والعظمى للتربة العادية والمغطاة بالبلاستيك الأسود فى العروة الخريفية بالمنطقة الوسطى من العراق كما فى جدول (١٦ - ٣) أما فى العروة الربيعية ، فقد قورنت التربة العادية بالتربة المغطاة بالبلاستيك الشفاف أو الأسود ، وكانت درجات الحرارة الدنيا والعظمى كما فى جدول (١٦ - ٤) .

كما أوضحت الدراسات التى أجريت فى أريزونا صيفًا تحت ظروف الجو الحار أن الفلفل استجاب لاستعمال أغطية التربة ، سواء منها البولثين الأسود ، أو البولثين المغطى بالألومنيوم Aluminum-coated polyethylene بزيادة النمو الخضرى والنمو الجذرى وأعداد الثمار ، لكن النمو الخضرى

كان أفضل فى حالة استعمال غطاء الألومنيوم ، عما هو فى حالة استعمال الغطاء الأسود . هذا .. وقد كان النمو الجذرى سطحيًا وليفيًا كثيفًا تحت الغطاء ، عما هو فى معاملة المقارنة بدون غطاء . وقد بدا واضحًا أن غطاء البولثين بالألومنيوم كان أفضل من البولثين الأسود تحت ظروف الجو الحار . ومن المعتقد أن ذلك كان راجعًا إلى تخفيض غطاء الألومنيوم لدرجة الحرارة الشديدة ، وإعادة تشتيته للضوء حول النمو الخضرى للنباتات (Al-Mawsm ١٩٨٢) .

جدول (١٦ ـ ٣) : تأثير الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة على درجة حرارة التربة فى ظروف الحرارة المرتفعة (العروة الخريفية بالمنطقة الوسطى من العراق) .

درجة حرارة التربة العادية (م°)	درجة حرارة التربة المغطاة بالبلاستيك الأسود (م°)		
التاريخ	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى
١٧ / ٧ ـ ٢٣ / ٧	٢٦,٧	٣٠,٨	٢٧,٥	٣٥,٩
٢٨ / ٨ ـ ٣ / ٩	٢٥,٢	٢٩,٩	٢٧	٣١,٩
٢٥ / ٩ ـ ١ / ١٠	٢٢,٠	٢٢,٣	٢٣,٦	٢٧,٨
٣٠ / ١٠ ـ ٥ / ١١	١٣,٦	١٥,٢	١٥,٠	١٧,٩
٢٠ / ١١ ـ ٢١ / ١١	١١,٣	١٣,٢	١٢,٣	١٥,٧

جدول (١٦ ـ ٤) : تأثير الغطاء البلاستيكى الشفاف والأسود على درجة حرارة التربة (م°) .

التربة غير المغطاة		درجة الحرارة تحت البولثين الأسود		درجة الحرارة تحت البولثين الشفاف	
التاريخ	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى
٥ / ٣ ـ ١١ / ٣	١٢,٨	١٤,٩	١٧,٤	١٩,٦	١٧,٨	٢١,٢
٢٦ / ٣ ـ ١ / ٤	١٧,٥	٢٠,٧	١٧,٣	٢٣,٥	٢١,٠	٢٦,٠
٣٠ / ٤ ـ ٦ / ٥	١٩,٦	٢٣,٩	٢٤,٤	٣٠,١	٢٣,٧	٢٩,٩
٢٨ / ٥ ـ ٣ / ٦	٢٤,٦	٢٩,٠	٢٩,٠	٣٤,٩	٢٤,٧	٢٩,٠
١٨ / ٦ ـ ٢٤ / ٦	٢٤,٧	٢٧,٢	٢٧,٤	٣٣,٥	٢٥,٤	٢٨,٧

وبصفة عامة .. فإن درجة الحرارة ترتفع تحت كل من البلاستيك الشفاف والبلاستيك الأسود ، خاصة تحت البلاستيك الشفاف الذى تتحول الأشعة النافذة خلاله إلى حرارة ، إلا أن درجة الحرارة الصغرى تكون متشابهة تحت كل من البلاستيك الشفاف والأسود . ويكون تأثير البلاستيك على درجة حرارة التربة واضحًا فى بداية مراحل النمو إلى أن يسود المجموع الخضرى ويغطى البلاستيك .

ويفضل استعمال البلاستيك الأسود صيفًا ، والبلاستيك الشفاف عند الزراعة فى أكتوبر ونوفمبر .

تأثير الغطاء البلاستيكى على رطوبة التربة

رغم أن البلاستيك يقلل من فقد الماء بالبخر من سطح التربة ، إلا أنه يزيد فى نفس الوقت استهلاك الرطوبة بتشجيع النمو الخضرى الغزير ، وبذلك نجد فى الأراضى الخفيفة أن النباتات تستفيد أكثر من الرى فى وجود الغطاء البلاستيكى ، عما لو كانت التربة بدون غطاء .

تأثير الغطاء البلاستيكى على طبيعة التربة

يؤدى استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة إلى بقاء التربة فى حالة مفككة وجيدة التهوية ، وحمايتها من تأثير قطرات المطر ؛ فيقلل من فرصة التعرية ، إلا أنه عند ارتفاع منسوب الماء الأرضى ، فإن الغطاء البلاستيكى قد يضر بسبب زيادة الرطوبة الأرضية إلى درجة تؤدى إلى نقص التهوية عن الحد الأدنى الضرورى .

الأساس الفسيولوجى للزيادة فى المحصول الناشئة عن استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

تعتبر الزيادة فى المحصول الناشئة عن استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة محصلة للعوامل التالية مجتمعة :

١ - يتم القضاء على الحشائش ، فلا تنافس المحصول .

٢ - لا يحدث أى ضرر لجذور النباتات أو ثمارها الخضرية من جراء العزيق ، حيث لا تكون هناك حاجة لإجراء عملية العزيق .

٣ - الارتفاع الذى يحدث فى درجة حرارة التربة يناسب بعض المحاصيل عندما تكون درجة حرارة الجو منخفضة نسبيًا .

٤ - كثير من المحاصيل التى تستجيب للبلاستيك الأسود ذات جذور سطحية ، وتحتاج إلى مستوى مرتفع من الأكسجين فى التربة لكى تنمو وتعمل بكفاءة ، فإذا حدث ضرر للجذور التى توجد فى الـ ٥ - ١٠ سم العلوية من التربة أثناء العزيق ، فإن الجذور التى تنمو على عمق أكبر من ذلك لن تكون بنفس الكفاءة بسبب نقص الأكسجين فى الطبقات السفلى من التربة من جهة ، وبسبب انخفاض درجة الحرارة من جهة أخرى . كما أن كثيرًا من هذه الجذور - تحت الظروف الطبيعية - توجد فى الطبقة السطحية من التربة ، ومن ثم تتأثر النباتات بحالات الجفاف بشدة بسبب التبخر السطحى ، بالإضافة إلى أن قطرات ماء المطر أو ماء الرى بالرش تؤدى إلى اندماج التربة ، مما يقلل من نفاذ الأكسجين إلى الجذور .

من ذلك نرى أن الغطاء البلاستيكى يعمل على تشجيع نمو الجذور فى الطبقات السطحية من التربة ، حيث تتوفر الرطوبة ، والأكسجين ، والحرارة المناسبة ، والعناصر الغذائية ، وحيث تنشط عملية التأزت (Carolus ١٩٧٠) .

هذا .. وللتفاصيل الخاصة بتأثير الأنواع المختلفة من أغطية التربة على درجة حرارة ورطوبة التربة ، ونمو الحشائش ، والإصابات المرضية والحشرية ، والمحصول فى الأنواع النباتية المختلفة . يراجع Davis (١٩٧٥) .

١٦ - ٥ - ٤ : خصائص البلاستيك المستخدم فى تغطية التربة

يختلف العرض المناسب للقائف البلاستيك حسب نوع الخضر ، فهو فى الشمام والقاوون لا يقل عن ١٠٠ سم ، ولا يزيد عن ١٤٠ سم ، وإلا حدثت صعوبات فى توصيل مياه الرى والأسمدة . وعمومًا .. يفضل للقرعيات عرض ١٢٠ سم . أما الطماطم والباذنجان ، فتفضل أن تكون لقائف البلاستيك بعرض ٩٠ سم .

وتتوفر اللفائف بطول ٣٠٠ متر وأكثر . وفى حالة تثبيته آليًا يفضل أن تكون اللفائف بطول ٣٠٠ - ١٥٠٠ م .

كما يفضل الغطاء الرقيق الذى يتراوح سمكه من ٣٠ - ٥٠ ميكرون أو ٨٠ ميكرون إن كانت مدة استخدامه طويلة . والهدف من ذلك هو تقليل التكاليف . أما البلاستيك الأسود ، فيستخدم بسمك ٢٥ ميكرون . وبرغم أن حشيشة الـ quack grass ذات الأشواك الحادة يمكنها اختراق البلاستيك الأسود بهذا السمك وبدرجة أقل بسمك ٤٠ ميكرون ، إلا أنه عمومًا لا يكون مشكلة عند استعمال البلاستيك .

١٦ - ٥ - ٥ : تثبيت الغطاء البلاستيكى على سطح التربة

يجب قبل تثبيت البلاستيك التأكد مما يلى :

١ - إضافة الأسمدة

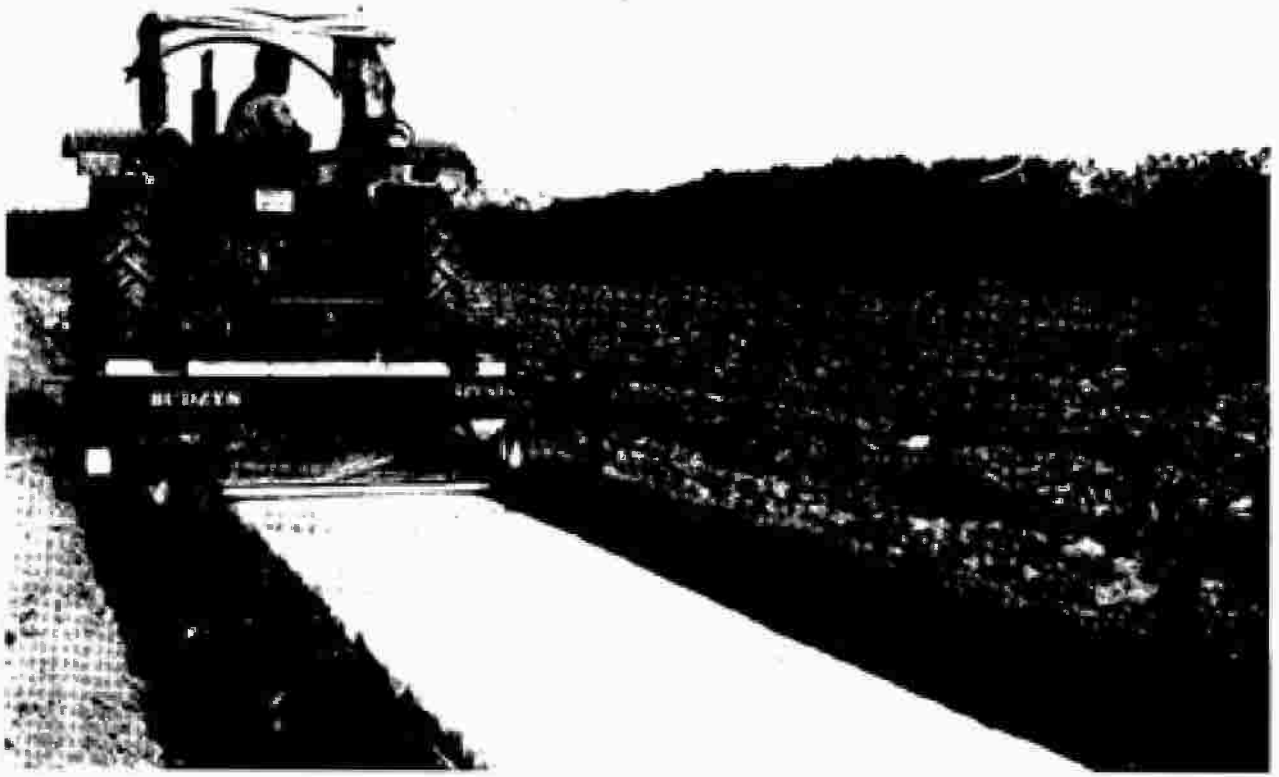
٢ - احتواء التربة على كميات مناسبة من الرطوبة ، فلا تكون جافة أو زائدة الرطوبة .

٣ - مكافحة الحشائش بمبيدات الحشائش فى حالة استعمال البلاستيك الشفاف .

هذا .. ويجب تجهيز التربة بطريقة تسمح بشد البلاستيك جيدًا ليكون على اتصال بحبيبات التربة للسماح بتوصيل الحرارة للطبقة السطحية من التربة ، ولتجنب الانخفاضات التى يتراكم فيها الماء . ولكى يتحقق ذلك يجب تجميع التربة فى وسط المصطبة أو خط الزراعة ، وتميل قمته ١,٥ - ٣ سم نحو الجانبين .

وعند تثبيت البلاستيك يدويًا يحفر مجرى صغير على جانبى الخط بعمق حوالى ١٠ سم ، ثم يثبت الغطاء على رأس الخط فى النهايتين بتكويم بعض التراب عليه ، ثم يدفن جانبا شريحة البلاستيك فى المجريين ، وتغطى بالتراب لتثبيتها . ويراعى عدم إجراء هذه العملية أثناء ارتفاع الحرارة بالنهار عندما يكون الغطاء متمددًا (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة ١٩٧٣) .

ويمكن تثبيت البلاستيك آليًا بتحميل لفافة بلاستيك بعرض ٩٠ - ١٢٠ سم ، وبطول ٣٠٠ - ١٥٠٠ م خلف الجرار فى آلة خاصة ، حيث تقوم محاريث خاصة تثبت قبل اللفافة بفتح خندق صغير بعمق ٧ - ١٠ سم ، وتقوم عجلة مطاطية بفرد البلاستيك وضغطه فى الخندق ، وتقوم أسطوانة مثبتة خلف لفافة البلاستيك بالمساعدة فى هذه العملية وفى ضغط التربة ، ويقوم زوج آخر من المحاريث بملء الخندقين بالتربة . وتقوم الآلة أثناء ذلك برفع المصاطب أو خطوط الزراعة من الوسط قليلًا (شكل ١٦ - ٤) . هذا .. ولا توجد فائدة ما من تثقيب الغطاء البلاستيكى .

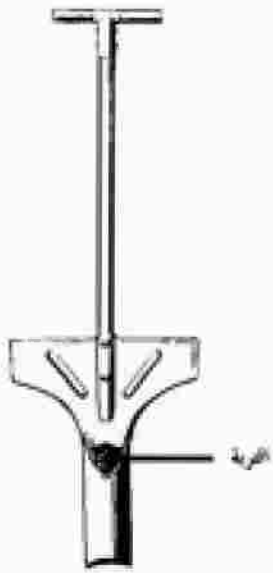


شكل ١٦ - ٤ : تثبيت الغطاء البلاستيكى للتربة آليا .

١٦ – ٥ – ٦ : الزراعة وعمليات الخدمة فى وجود الغطاء البلاستيكى للتربة

تتم فى فلوريدا إضافة السماد ، وتدخين التربة ، وإقامة الخطوط أو المصاطب ، وتثبيت الغطاء البلاستيكى آليًا فى عملية واحدة . وبعد حوالى ٥ أيام تجرى الزراعة باستعمال نحو ٦٠ جم من خليط مكون من بيت موس مرطب ، وحماد بطئ الذوبان ، والبذور التى يراد زراعتها (نحو خمس بذور) . يوضع الخلوط فى حفرة يتم إحداثها بثقب الغطاء بآلة خاصة ، ثم يغطى الخلوط بكمية قليلة من الفيرميكيوليت Vermiculite أو البرليت perlite لمنع جفاف الخلوط بسرعة . وتعطى الزراعة بهذه الطريقة إنباتًا ونموًا متجانسين (Ware & Macollum ١٩٨٠) .

أما الشتل ، فيمكن إجراؤه يدويًا أو آليًا . والغالب إجراؤه يدويًا باستعمال الـ bulb setter (شكل ١٦ – ٥) ، وهى آلة ذات يد طويلة تحدث عند الضغط عليها لأسفل ثقبًا فى البلاستيك ، وحفرة بالتربة للشتل فيها .



شكل ١٦ – ٥ : الـ bulb setter وهى آلة تستعمل فى إحداث ثقب فى الغطاء البلاستيكى ، وحفرة بالتربة لوضع الشتلة .

ومن الأهمية بمكان مكافحة الحشائش تحت البلاستيك الشفاف ، نظرًا لأن الحشائش تنمو بسرعة أكبر تحته لارتفاع الحرارة وزيادة الرطوبة . ويكفى استعمال مبيد لمكافحة الحشائش مدة ٣ – ٤ أسابيع إلى أن ينمو العرش ويغطى التربة .

أما بين شرائح البلاستيك ، فيمكن مكافحة الحشائش بسهولة بالكيماويات قبل أن تمتد جذور النباتات إلى هذه المناطق . ويجب أن تتم المعاملة بالمبيدات بعد فرد البلاستيك وقبل تثقيبه لتجنب تلوث التربة تحت البلاستيك بالمبيد المستخدم .

وقد أعطى السيمازين simazine بمعدل ٤٥٠ – ١٣٥٠ جم/ للفدان من المساحة المعاملة مكافحة جيدة مع القاوون والطماطم . ويمكن مكافحة الحشائش التى تظهر فى ثقوب الزراعة بسهولة يدويًا مرة واحدة (Carolus ١٩٧٠) .

هذا .. ويجب فى نهاية الموسم جمع البلاستيك وحرقه ، لأنه لا يتحلل ، ولا يجب حرثه فى التربة ، ويمكن جمعه آليًا .

استخدامات البلاستيك (أغشية البولثين) فى المجالات الزراعية الأخرى

إلى جانب استخدام البلاستيك كغطاء للتربة ، فإنه يستخدم أيضاً فى المجالات الزراعية التالية :

١ – تغطية البيوت المحمية : ويستخدم لذلك بلاستيك بسمك ١٢٥ – ١٥٠ ميكرون .

٢ – تغطية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة : ويستخدم لذلك بلاستيك بسمك ٣٨ – ٨٠ ميكرون .

٣ – فى تبطين قنوات الرى والمصارف والخزانات والبرك : ويستخدم لذلك بلاستيك بسمك ١٢٥ – ٣٧٥ ميكرون .

٤ – كغطاء للطماطم المربأة على أسلاك فى موسم الأمطار لحمايتها من الأمطار والتشقق .

٥ – كغطاء للتربة عند التعقيم بالمواد المتطايرة ، أو بالإشعاع الشمسى ، أو بالبخار .

٦ – فى عمل وحدات الإكثار بالعقل مع الرى بالضباب mist propagation units .

٧ – فى تخزين العقل المستخدمة فى التكاثر .

٨ – يستخدم البلاستيك الأسود كبديل للأصص عند إكثار بعض المحاصيل البستانية . ويحتوى البلاستيك الأسود على كربون بنسبة ٢٪ .

هذا .. ويباع البولثيلين بالوزن أو بالطول ، وغالبًا ما يباع بالوزن مطفوفًا على بكرات تزن ما بين ٣٠ – ٧٠ كجم . ويعطى جدول (١٦ – ٥) وزن المتر المربع والمساحة التى يغطيها الكيلو جرام الواحد عند اختلاف سمك الغشاء (عبد الهادى ١٩٧٤) .

جدول (١٦ – ٥) : وزن المتر المربع ، والمساحة التى يغطيها الكيلو جرام الواحد من البولثيلين عند اختلاف سمك الغشاء .

السمك (ميكرون)	وزن المتر المربع (جم)	المساحة التى يغطيها الكجم (م٢)
٣٨	٣٥	٢١
٤٠	٣٦,٨	٢٠,١٧
٨٠	٧٣,٦	١٣,٥٨
١٠٠	٩٢	١١
١١٥	١١٥	٨,٦٩
١٥٠	١٣٨	٧,٢٤
٢٠٠	١٨٤	٥,٤٣
٢٥٠	٢٣٠	٤,٣٨
٣٧٥	٣٤٦	٢,٨٣
٥٠٠	٤٦٠	٢,١٠

١٦ - ٦ : المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٧٣) . من البرامج التدريبية : حاصلات الخضر والنباتات الطبية والعطرية . الجزء التاسع - ٣٣٦ صفحة .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٤) . المواصفات الفنية للبوليثين المستعمل للأغراض الزراعية . رسالة المرشد الزراعى - الحلقة ١٠٧ - صفحات (١ - ٤) - وزارة الزراعة - الجمهورية العراقية .

على ، ساجد عودة محمد (١٩٧٧) . دراسات على مواعيد ومسافات الزراعة والتغطية البلاستيكية للخيار "**Cucumis sativus L.**" صنف بيت ألفا فى المنطقة الوسطى فى العراق . رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد - ١٣٠ صفحة .

Al-Masoum, A.A. 1982. Plant and root growth of peppers (**Capsicum annuum L.**) under various mulches at high temperatures. M.S Thesis, The Univ. of Arizona 58p.

Carolus, R.L. 1970? The use of black polyethylene mulch on vegetables will increase net returns. Ger-pak Agri-News Bul. No. 11. 4p.

Davis, J.W. 1975. Mulching effects on plant climate and yield. World Meterological Organization, Geneva, Technical Note No. 136. 92.p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975 (4th ed.) Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

Harris, R.E. 1965. Polyethylene covers and mulches for corn and bean production in Northern regions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 288-294.

Hasselfors Garden. 1982. The use of peat moss for scientific and horticultural purposes. Hasselfors, Sweden.

Schales, F.D. and R. Sheldrake, Jr. 1966. Mulch effects on soil conditions and muskmelon response. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88: 425-430.

Sheldrake, R.,Jr.1967. Plastic mulches. Cornell Ext. Bul. 1180p.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 611p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.) Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc. Danville, Illinois. 607p.

الفصل السابع عشر

الـــــرى

١٧ - ١: العوامل المؤثرة على حاجة النبات للرى ، والفترة بين الريات

١٧ - ١ - ١ : العوامل الخاصة بالنبات

١ - عمر النبات ، ومقدار نموه الخضرى

تستهلك النباتات وتنتج كميات أكبر من الماء مع زيادة نموها ، وبالتالى فإنها تحتاج إلى كميات أكبر من ماء الرى فى الأطوار المتقدمة من نموها ، عنه فى الأطوار المبكرة ، كما تصبح جذورها أكثر تشعبًا وتعمقًا كلما تقدم النبات فى العمر ، وبالتالى تكون أكثر مقدرة على الاستفادة من ماء الرى ، وأكثر مقدرة على الحصول على المياه اللازمة لها من الطبقات السفلى من التربة .

٢ - درجة انتشار وتعمق الجذور

تختلف الخضروات فى درجة تعمق جذورها فى التربة . ومن أكثرها تعمقًا : الخرشوف ، والفلبون ، والقرع العسل ، والبطاطا ، والطماطم ، والبطيخ . ومن أقلها تعمقًا فى التربة : الكرفس ، والذرة السكرية ، والبصل ، والثوم ، والخس ، والبطاطس ، والفجل ، والسباغ ، بينما تعتبر جذور القاصوليا ، والجزر ، والخيار ، والباذنجان ، والشمام ، والفلفل ، والبسلة ، والكوسة ، واللفت متوسطة التعمق فى التربة .

وعمومًا .. فإن الخضر الصيفية تتعمق جذورها بدرجة أكبر من درجة تعمق جذور الخضر الشتوية . ولا تكون الخضروات ذات النمو الجذرى القليل قادرة على امتصاص كل الرطوبة التى توجد فى منطقة نمو الجذور ، كما فى حالة الذرة السكرية .

ويجب أن يكون الهدف عند الرى هو إعادة نسبة الرطوبة إلى السعة الحقلية فى منطقة نمو الجذور . وقد لا يكفى الرى الخفيف المتكرر لتوصيل الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة ، وبذلك لا يحصل النبات على كل حاجته من الماء ، خاصة مع زيادة الفقد بالتبخر من سطح التربة ، لكن الرى الخفيف المتكرر يفيد مع النباتات الصغيرة فى طور البادرة حينما تكون جذورها سطحية .

ويمكن تقدير المدى الذى تصل إليه جذور النباتات حسب المدة اللازمة لاستكمال نموها ، كما فى جدول (١٧ - ١) .

وكدليل تقريبى .. فإن معدل نمو الجذور يتراوح من ٣٠ - ٤٥ سم لكل شهر من النمو النشيط حسب المحصول والعوامل الجوية .

جدول (١٧ ـ ١) : العلاقة بين المدة اللازمة لنضج المحصول ، ومدى تعمق الجذور فى التربة .

المدة من الزراعة لحين نضج النبات (بالشهر)	درجة تعمق الجذور (بالسم)
٢	٦٠ ـ ٩٠
٣ ـ ٤	٩٠ ـ ١٥٠
٦	١٨٠ ـ ٣٠٠

هذا .. ويمكن لجذور الخضر المختلفة سحب الماء من التربة من أعماق تتراوح من ٣٠ إلى ١٨٠ حسب المحصول (جدول ١٧ - ٢) (Pillsbury ١٩٦٨) .

جدول (١٧ ـ ٢) : عمق التربة الذى يمكن لبعض نباتات الخضر الكاملة النمو أن تسحب منه الماء .

المحصول	العمق (بالسم)
الفلفل ـ الطماطم	١٨٠
الفاصوليا	١٥٠
الخرشوف ـ فاصوليا التيبا ـ البطاطا	١٢٠
الجزر ـ الباذنجان ـ السلة ـ الفلفل ـ فرع الكوسة ـ الذرة السكرية ـ البنجر	٩٠
القاصوليا ـ الكرنب ـ البطاطس ـ السبانخ ـ الشليك	٦٠
الخس ـ البصل	٣٠

وعند تنظيم الرى فإنه يجب الإبقاء على الرطوبة الأرضية دائمًا أعلى من نقطة الذبول الدائم فى كل المنطقة التى تنمو فيها الجذور ، حتى يمكن الاستفادة منها لأقصى درجة . كما يجب عدم الانتظار لحين ظهور أعراض الذبول على النباتات .

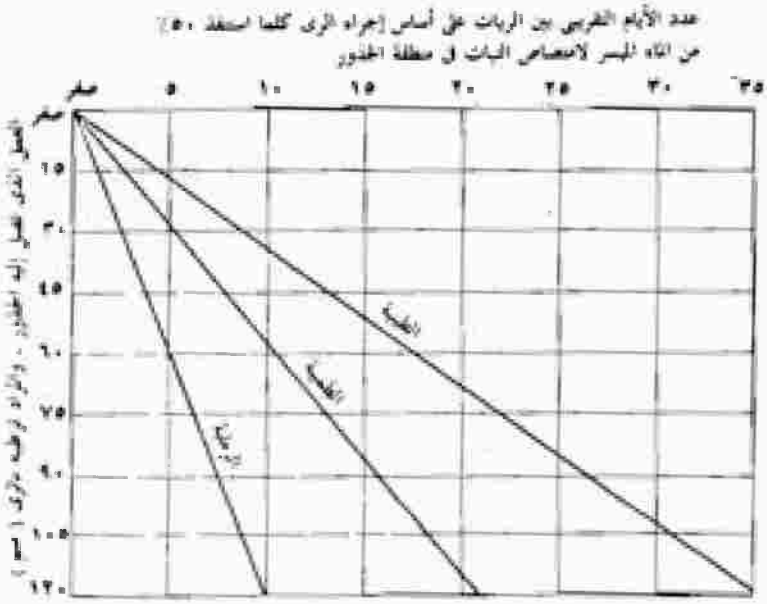
ومن المفضل دائمًا إجراء الرى عندما يفقد نحو ٥٠٪ من الرطوبة الأرضية التى يمكن للنباتات امتصاصها فى منطقة نمو الجذور ، مع جعل كمية ماء الرى كافية لتوصيل الرطوبة إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة . ويمكن الاستعانة بشكل (١٧ - ١) فى تحديد المدة بين الريات على وجه التقريب على أساس أن الرى يكون بعد استنفاذ نصف كمية الماء الصالحة لامتصاص النبات فى منطقة نمو الجذور .

مثال : إذا كان أحد محاصيل الخضر ناميًا فى تربة طمية ، وتتعمق جذوره لمسافة ٦٠ سم ، ونرغب فى رى التربة لهذا العمق بعد أن يكون نصف الماء القابل للامتصاص قد تم استنفاده ، فما

علينا إلا التحرك أفقيًا عند الخط المقابل لـ ٦٠ سم إلى أن نصل إلى خط الأراضى الطمية ، ثم نسقط خطًا رأسيًا لنعرف الفترة بين الريات ، وهى فى هذا المثال ١١ يومًا .

٣ – نوع محصول الخضر

تحتاج الخضروات التى تزرع لأجل أوراقها إلى رى منتظم ، مع توفر الرطوبة الأرضية – وبالقدر المناسب – طوال فترة حياتها . أما الخضروات التى تزرع لأجل ثمارها أو بذورها ، فإنها تحتاج إلى توفر مياه الرى بصفة خاصة خلال مرحلة عقد الثمار ونموها ، نظرًا لضعف كفاءة المجموع الجذرى لهذه النباتات خلال تلك الفترة (Ware & Macollum ١٩٨٠) .



شكل ١٧ – ١ : المدة بين الريات فى الأراضى المختلفة القوام على أساس إجراء الرى بعد استنفاد ٥٠٪ من كمية الماء الميسرة للامتصاص فى منطقة نمو الجذور .

وبينما نجد أن نباتًا كالفلفل يحتاج إلى كميات كبيرة من الماء ، فإن بعض محاصيل العائلة القرعية يمكن إنتاجها بعليا . هذا .. ويختلف الوقت الحرج للرى من محصول لآخر كالتالى :

١ – تُعد الخضر البذرية والثمرية أحوج ما تكون للرى أثناء الإزهار وعقد الثمار كما سبق الذكر .

٢ – تزداد حاجة البطاطس للرى أثناء مرحلة تكوين الدرنات .

٣ – تزداد حاجة الشليك للرى بعد الحصاد لتشجيع تكوين الخلفات ، ولارتفاع درجة الحرارة أثناء تلك الفترة .

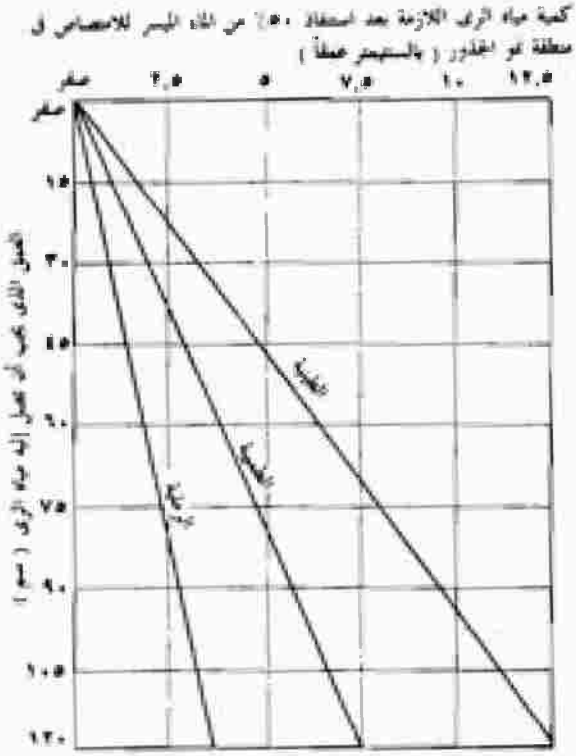
٤ - كذلك تزداد حاجة الفليون للرى أثناء الصيف بعد الحصاد لتشجيع النمو الخضرى للنبات ، وهو الذى يقوم بتجهيز الغذاء الذى يخزن فى الريزومات ، ويستهلك فى نمو المهاميز فى الربيع التالى (صقر ١٩٦٥) .

١٧ - ١ - ٢ : العوامل الجوية

تزداد الحاجة للرى ، وتقصر المدة بين الريات فى الظروف الجوية التى تشجع على زيادة النتح ، وهى : الجو الحار الجاف ، وزيادة سرعة الهواء ، وزيادة شدة الإضاءة . وقد سبق مناقشة العوامل الجوية وتأثيرها على نباتات الخضر فى الفصل السابع .

١٧ - ١ - ٣ : العوامل الأرضية

تختلف كمية ماء الرى اللازمة لبل التربة إلى عمق ما حسب قوام التربة ، كما هو مبين فى شكل (١٧ - ٢) (Lorenz & Maynard ١٩٨٠)



شكل ١٧ - ٢ : كمية الماء اللازمة لرى الأراضى المختلفة القوام لأعماق مختلفة بعد استنفاد ٥٠٪ من الماء الميسر للامتصاص فى منطقة نمو الجذور .

مثـال : عند الرغبة فى بل تربة طميية لعمق ٣٠ سم بعد استنفاد ٥٠٪ من الماء القابل للامتصاص بها ، فإننا نتحرك فى الرسم من اليسار على خط ٣٠ سم ، ونتوقف عند الوصول للخط المائل الخاص بالأراضى الطميية ، ثم نسقط خطًا رأسيًا لنجد أن كمية الماء اللازمة هى حوالى ٢ سم .

ويجب التنبيه إلى أنه عند إضافة كمية ما من ماء الرى يصبح الشد الرطوبى عند سطح التربة صفرًا ، أو قريبًا من الصفر بعد الرى مباشرة ، رغم أن الشد الرطوبى قد يكون عاليًا جدًا على عمق قليل . وبتسبب ذلك فى قوة جذب شديدة إلى أسفل ، بالإضافة إلى أن الجاذبية الأرضية تدفع الماء نحو التربة غير المشبعة . وبعد عدة ساعات من الرى يقل الفرق فى الشد الرطوبى بين الطبقة السطحية والطبقة الأعمق ، ويكون للجاذبية الأرضية الدور الأكبر فى جذب الرطوبة إلى الطبقات السفلى (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

هذا .. إلا أن الماء المضاف إلى سطح التربة لا بد أن يصل بالطبقة السطحية إلى التشبع قبل أن يتقدم لأسفل . وعليه .. فإنه (فى حالة الأراضى غير المشبعة بالرطوبة) إذا أضيف ماء رى بقدر يكفى لتشبع الـ ١٠ سم العليا من التربة ، فإن الماء لا يتقدم فى التربة أبدًا لعمق أكثر من ١٥ سم . وتمثل الـ ٥ سم الإضافية من التربة ذلك العمق الذى يصل برطوبته إلى السعة الحقلية بعد انصراف الماء الزائد عن السعة الحقلية فى الـ ١٠ سم العليا . ويعنى ذلك أنه لا يمكن أبدًا بل التربة للعمق المرغوب وتوصيلها إلى رطوبة أقل من السعة الحقلية ، فتقليل كمية الماء المضافة لا يعنى سوى أن العمق الذى تصل إليه الرطوبة سيكون أقل . وأن العمق المبتل لا بد أن يصل أولًا إلى درجة التشبع ، ثم ينصرف منه الماء الزائد عن السعة الحقلية لكل طبقة أخرى من التربة يصل عمقها إلى نصف الطبقة الأولى ، وتصل رطوبتها إلى السعة الحقلية (Winer ١٩٧٤) .

هذا . ويتضح بأن يكون الرى عميقًا ، وعلى فترات متقاربة فى الأراضى التى تقل فيها السعة الحقلية ، كالأراضى الرملية . أما فى الأراضى الطينية ذات السعة الحقلية العالية ، فإن مقدرتها على الاحتفاظ بالماء تكون أكبر ، ويكون الرى فيها على فترات أكثر تباعدًا ، خاصة أن ماء الرى يتعمق سريعًا فى الأراضى الرملية ، بالمقارنة بالأراضى الطينية والطميية .

كذلك يجب أن يكون الرى عميقًا ، وعلى فترات متقاربة عند وجود طبقة صماء hard pan قريبة من سطح التربة .

أما عند وجود طبقة مسامية حصوية gravelly تحت سطح التربة ، فإن الرى يجب أن يكون بالقدر الذى يكفى لتوصيل الرطوبة فى الطبقة التى تعلو الطبقة المسامية إلى السعة الحقلية ، لأن الماء الزائد عن ذلك ينصرف فى الحال ، ويفقد معه الأسمدة والعناصر الذائبة

هذا .. وعند اتباع طريقة الرى السطحى ، فإن حقول الخضر تحتاج على وجه التقريب إلى نحو ١٠٠ م٣ من ماء الرى لكل فدان أسبوعيًا فى الأراضى الثقيلة ، ونحو ٢٠٠ م٣ فى الأراضى الرملية فى الجو الحار الجاف .

وتقدر الحاجة للرى عمليًا بإحدى الطريقتين التاليتين :

١ – تؤخذ عينة صغيرة من التربة من عمق ١٠ – ٢٠ سم من السطح ، ويُتعرف على محتواها

الرطوبة بالضغط عليها بين الأصابع وراحة اليد ، حيث تدل سهولة تشكيلها على احتوائها على كمية مناسبة من الرطوبة .

٢ – بواسطة أجهزة خاصة تقيس درجة الشد الرطوبي (tensiometers) يمكن بواسطتها تقدير نسبة الرطوبة في التربة . ويقدم Marsh (١٩٧٥) إجابات على كل الأسئلة التي تتعلق باستخدام هذه الأجهزة في تقدير الحاجة للري .

١٧ – ٢: أهمية تنظيم عملية الري

لتنظيم عملية الري أهمية كبيرة للحصول على أفضل نمو وأعلى محصول .

مساوئ الري الخفيف المتكرر

يؤدي الري الخفيف المتكرر إلى :

١ – نمو معظم الجذور في الطبقة السطحية من التربة ، مما يعرض النباتات للذبول فيما لو جفت هذه الطبقة .

٢ – قصر الاستفادة من العناصر الموجودة في التربة على تلك الموجودة في الطبقة السطحية فقط .

٣ – جفاف الطبقات السفلى من التربة تدريجيًا ، الأمر الذي يمنع الجذور القليلة التي تصل إليها من الاستفادة منها ، كما يستلزم الري الغزير لإعادة ترطيبها .

هذا .. إلا أن الري الخفيف المتكرر يعتبر ضرورة لا غنى عنها في الأراضي الرملية المسامية .

مساوئ الري الغزير : يؤدي الري الغزير إلى :

١ – نقص تهوية التربة ، واختناق الجذور ، وضعف النباتات ، واصفرار لونها وذبولها .

٢ – تأخير النضج . ويلاحظ ذلك بصفة خاصة في البطيخ ، فالبطيخ البعل ينضج مبكرًا عن البطيخ المسقاوي بحوالي شهر .

٣ – فقد الأسمدة المضافة مع ماء الصرف .

مساوئ عدم انتظام الري

تؤدي كثرة الري بعد فترة جفاف طويلة إلى انفجار رؤوس الكرنب ، والخس اللاتوجا ، وتفلق جذور البنجر ، وتشقق ثمار الطماطم . هذا .. وتزداد الأضرار عند الري وقت اشتداد درجة الحرارة ، لذا يفضل الري في الصباح الباكر أو بعد الظهر .

مزايا تنظيم عملية الري

من مزايا تنظيم الري حسب الحاجة ما يلي :

١ – تؤدي إطالة الفترة بين الزراعة وربة الخايلة إلى تعمق جذور النباتات ، وزيادة النمو والإثمار ، عما لو بقيت التربة رطبة باستمرار .

٢ – يساعد تنظيم الري على استفادة النباتات من الأسمدة المضافة ، ومن العناصر الغذائية التي توجد في منطقة نمو الجذور .

٣ – يؤثر تنظيم الري على إنبات بذور الخضر ، فتنبت كل البذور بسرعة أكبر كلما ازدادت نسبة الرطوبة الأرضية من نقطة الذبول الدائم نحو السعة الحقلية ، إلا أنه يمكن تقسيم الخضراوات إلى خمس مجاميع حسب احتياجاتها من الرطوبة الأرضية للحصول على إنبات جيد (Knott ١٩٥٧) :

(أ) خضروات تحتاج بذورها إلى رطوبة أرضية قريبة من السعة الحقلية بصفة دائمة لكي تنبت ، ويمثلها الكرفس فقط . وربما كان السبب في ذلك هو صغر حجم بذور الكرفس بدرجة كبيرة ، مما يحتم زراعتها سطحية ، وبالتالي احتمال جفاف الطبقة السطحية من التربة إذا لم تظل الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية .

(ب) خضروات تحتاج بذورها إلى رطوبة أرضية لا تقل عن ٥٠٪ من السعة الحقلية ، وتشمل البنجر والخس . وربما كان السبب في حالة الخس مماثلا للسبب في حالة الكرفس . أما البنجر ، فربما يرجع احتياجه إلى رطوبة أرضية مرتفعة نسبيًا إلى أن بذوره توجد داخل ثمار تحتوي على بعض المواد التي يكون لها تأثير سيء على إنبات البذور إن لم تغسل وتزال بعيدًا عن البذور بكمية كافية من الرطوبة .

(جـ) خضروات تحتاج بذورها إلى رطوبة أرضية تقدر بنحو ٣٣٪ من الرطوبة في حالة السعة الحقلية ، وتشمل : فاصوليا الليما ، والبسلة ، والسباغ البوزيلاندي وربما يرجع السبب في ذلك إلى احتمال تعفن البذور في درجات الرطوبة الأرضية الأعلى من ذلك ، خاصة في حالة فاصوليا الليما ، والبسلة .

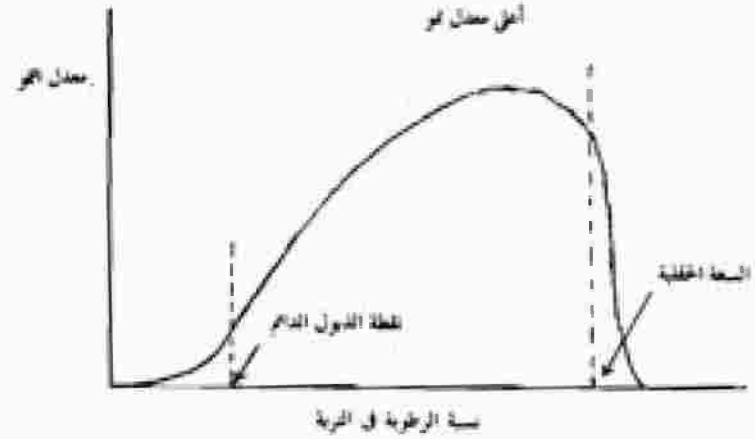
(د) خضروات تفضل بذورها رطوبة أرضية تقدر بنحو ٢٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية ، وتشمل : الفاصوليا – الجزر – الخيار – البصل – السباغ – الطماطم . ويعتبر ذلك الشرط ضروريًا بصفة خاصة في حالة الفاصوليا التي تتعفن بذورها عند ازدياد الرطوبة الأرضية مع ارتفاع درجة الحرارة .

(هـ) خضروات يمكن أن تنبت بذورها جيدًا في رطوبة أرضية قريبة من نقطة الذبول الدائم ، وتشمل : الكرنب – الذرة السكرية – القاوون – الفلفل – الفجل – فرع الكوسة – اللفت – البطيخ – فرع الشتاء .

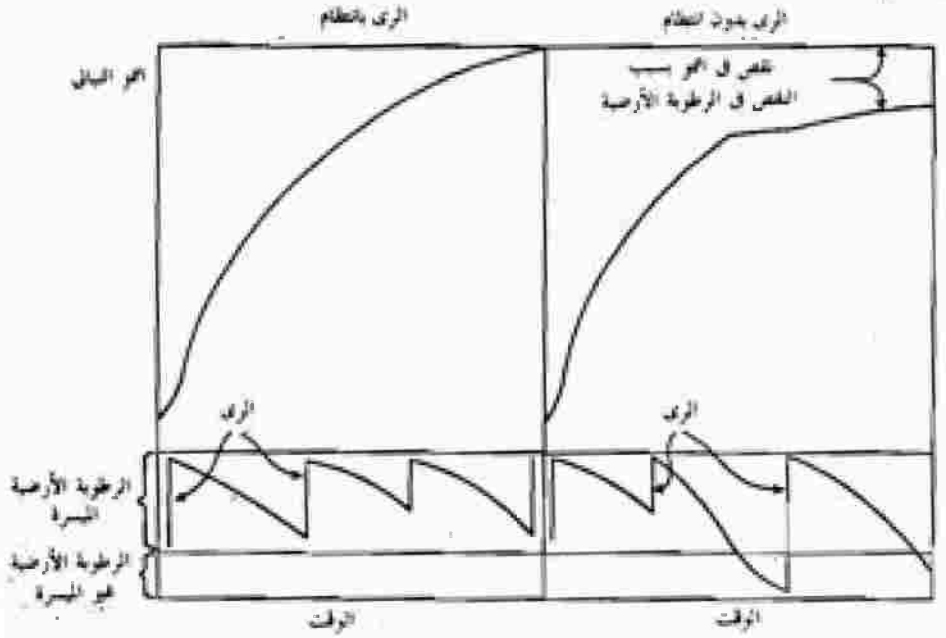
ومن الطبيعي أنه لا يمكن – تحت ظروف الزراعة العادية – تثبيت الرطوبة الأرضية عند مستوى معين ، لكن يجب الاقتداء بالتقسيم السابق بتأخير الري إلى حين وصول نسبة الرطوبة الأرضية إلى الدرجة المثلى ، مع التحكم في كمية ماء الري حسب كل محصول . فالكرفس يجب أن يعطى ري خفيف على فترات متقاربة للمحافظة على نسبة الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية . ومع باقي

الخضروات تزداد الفترة بين الريات تدريجيًا ، بحيث لا تعطى الرية التالية إلّا عند وصول الرطوبة الأرضية إلى الحد المبين قرين كل مجموعة .

٤ – يحدث أفضل معدل للنمو عندما تكون الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية ، كما يتضح من شكل (١٧ – ٣) .



شكل ١٧ – ٣ : تأثير الرطوبة الأرضية على معدل النمو النباتى (عن Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .



شكل ١٧ – ٤ : مقارنة بين النمو النباتى فى حالتى الرى المنظم (الرسم الأيسر) ، والرى غير المنظم (الرسم الأيمن) . فى حالة الرى المنتظم تروى الأرض كلما انخفضت الرطوبة الأرضية إلى نحو ٥٠٪ من السعة الحقلية ، وفى حالة الرى غير المنظم يترك الحقل أحيانًا بدون رى حتى انخفاض الرطوبة الأرضية إلى ما دون المستوى الميسر لاستعمال النبات (عن Merkin وآخرين ١٩٥٧) .

كما يوضح شكل (١٧ – ٤) الفرق بين النمو النباتى فى حالة الرى المنتظم بإجرائه كلما انخفضت الرطوبة الأرضية إلى ٥٠٪ من الماء الميسر لاستعمال النبات (الرسم الأيسر) ، بالمقارنة بالرى غير المنتظم ، حيث يترك الحقل بدون رى لحين انخفاض الرطوبة الأرضية إلى ما دون المستوى الميسر لاستعمال النبات (الرسم الأيمن) .

١٧ – ٣ : طرق الـــرى

تتعدد الطرق المستخدمة فى رى محاصيل الخضر ، ويتوقف اختيار الطريقة المثلى للرى على المحصول المزروع ، ومدى توفر ماء الرى ، والظروف الجوية ، ونوع التربة وخصائصها . كما تتدخل عوامل أخرى كثيرة فى اختيار الطريقة المثلى للرى ، مثل : مستوى الملوحة فى التربة ، وفى ماء الرى ، والغرض من الزراعة ، وتركيب طبقة تحت التربة وغيرها من العوامل . وستتضح أهمية ذلك عند مناقشة طرق الرى المختلفة ومزاياها وعيوبها .

١٧ – ٣ – ١ : الرى السطحى

يتم الرى السطحى Surface Irigation بواسطة قنوات الرى الرئيسية والفرعية . ويجب أن يكون مستوى القنوات الرئيسية أعلى من مستوى الحقل قليلاً ، حتى يصل الماء بسهولة للقنوات الفرعية ، كما يجب أن يكون قاع القنوات الفرعية فى مستوى سطح الأرض ، حتى يمكن صرف الماء الزائد بسهولة من الأحواض عقب الرى إذا لزم الأمر . أما حجم القنوات الرئيسية والفرعية ، فيتوقف على التصرف المائى اللازم مروره فيها .

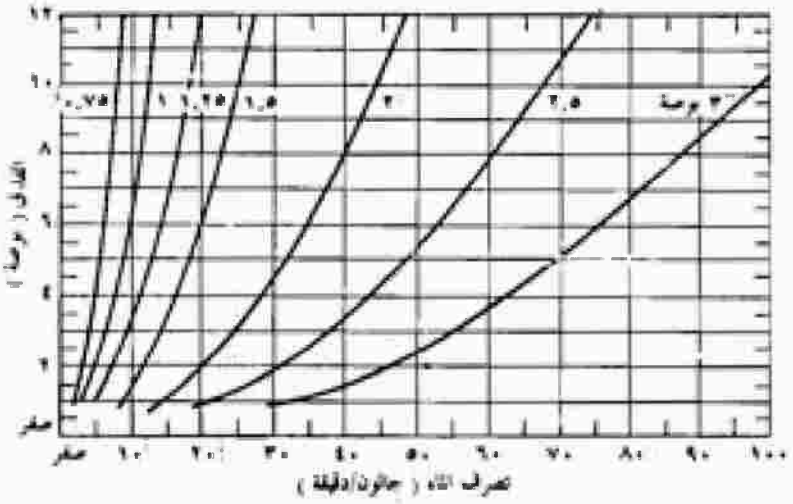
وقد يبدأ الرى السطحى من نهاية قناة الرى ، وينتهى الرى عند منبع القناة ، ويتبع ذلك النظام فى الأراضى المستوية أو المنحدرة قليلاً لتجنب انطلاق الماء إلى الأرض المروية بسبب بطء تيار الماء فى القناة أو بالرشح من قناة الرى . ويسمى هذا النظام بالرى « على الطالع » . وقد يبدأ الرى السطحى من بداية قناة الرى ، وينتهى مع نهايتها ، ويتبع هذا النظام فى الأراضى الشديدة الانحدار لتجنب غرق الأرض التى تكون قد رويت بالفعل . ويسمى هذا النظام بالرى « على النازل » .

وقد تستخدم السيفونات لنقل الماء من القناة الرئيسية إلى قنوات الخطوط ، دون الحاجة إلى عمل فتحة بينهما (شكل ١٧ – ٥) . وتصنع أنابيب السيفونات من المعدن أو البلاستيك أو المطاط .

ويتحدد مقدار تصرف الماء من السيفون بكل من قطره الداخلى والمسافة الرأسية بين مستوى سطح الماء عند مصدر الماء وعند فتحة الخط (الفارق head) . وعندما لا يكون طرف السيفون مغموراً فى مياه فتحة الخط يعتبر الفارق head هو المسافة بين وسط فتحة السيفون ومستوى سطح الماء فى المصدر (شكل ١٧ – ٦) . وتزود بعض السيفونات بنهايات يمكن تحريكها adjustable slide gate ، وبذلك يمكن التحكم فى الفارق الرأسى ، ومن ثم فى معدل تصرف الماء . ويبين شكل (١٧ – ٧) كمية المياه التى تتدفق من سيفونات بأقطار مختلفة عند اختلاف الفارق الرأسى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

شكل ١٧ - ٥ : استخدام السيفونات فى الرى السطحى .

شكل ١٧ - ٦ : الفارق الرأسى (head) فى نظام الرى بالسيفونات .



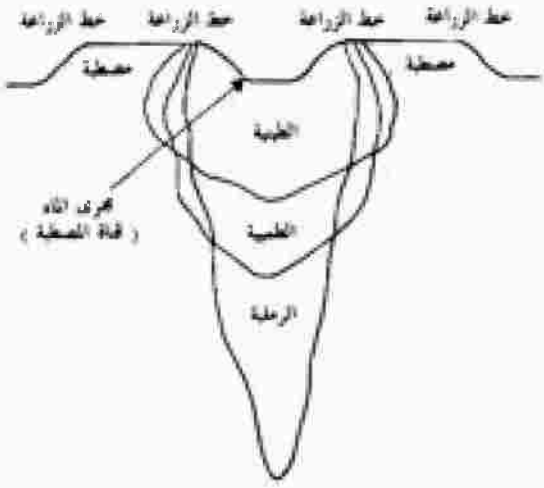
شكل ١٧ - ٧ : تأثير قطر السيفون (بالبوصة) والفارق الرأسى (head) على معدل تدفق المياه

هذا .. ويجرى الرى السطحى إما عبر الخطوط (الخيوب) والمصاطب ، أو بطريقة غمر الأحواض ، ويتوقف ذلك على طريقة الزراعة .

١ – الرى عبر الخطوط (الخيوب) والمصاطب :

يتم فى هذه الطريقة توصيل مياه الرى عبر قنوات الخطوط أو المصاطب (Furrow Irrigation) مع بل كل أو معظم الأرض بين القنوات . ويمكن اتباع هذه الطريقة حتى فى رى التلال المنحدرة بجعل قنوات الرى تتبع الكنتور ، شريطة أن تكون الأرض مائلة قليلاً فى اتجاه تيار ماء الرى للسماح بتدفق الماء ببطء .

هذا .. ولا يكون توزيع الماء فى الحقل متساويًا عند الرى بهذه الطريقة . ويوضح شكل (١٧ – ٨) المقطع الذى تصل إليه مياه الرى فى الأراضى المختلفة القوام . يتضح من الشكل أن المقطع يكون أعرض وأقل عمقًا فى الأراضى الطينية ، عنه فى الأراضى الرملية ، وتكون الأراضى الطمية وسطًا بينهما . ويتضح من الشكل أيضًا أن ماء الرى لا يبل وسط المصاطب ، خاصة فى الأراضى الخفيفة ، أو عندما يزيد عرض المصطبة عن ٩٠ سم . ويعنى ذلك أن التربة تجف تدريجيًا وسط المصاطب ، ولا تستفيد منها جذور النباتات (Knott ١٩٥٧) .



شكل ١٧ – ٨ : مقطع التربة الذى تصله مياه الرى السطحى فى الأراضى المختلفة القوام .

٢ – الرى بطريقة غمر الأحواض

يتطلب الرى بطريقة غمر الأحواض flooding أن تكون الأرض تامة الانبساط . تجهز المنطقة التى يلزم ريها بتقسيمها إلى أحواض بواسطة « البتون » . وتتوقف مساحة الحوض على درجة انحدار الأرض ، حيث تقل مساحته مع زيادة درجة الانحدار .

هذا .. ويعطى Booher (١٩٧٤) كافة التفاصيل الفنية المتعلقة بالرى السطحى . ويلزم لنجاح الرى السطحى أن تتحقق الشروط التالية :

١ – أن تتوفر كميات كبيرة من ماء الرى .

٢ – أن تكون التربة منحدرة قليلًا وبانتظام .

٣ – أن يكون الماء فى مستوى أعلى قليلًا من مستوى سطح التربة ، ولا يلزم مجهود خاص لرفعه .

٤ – أن يكون معدل تسرب الماء فى التربة منخفضًا إلى المتوسط .

٥ – أن تكون التربة جيدة الصرف .

مزايا وعيوب الرى السطحى

يعتبر الرى السطحى أسهل وأرخص طريقة للرى عندما تتحقق الشروط السابقة الذكر ، لكن يعاب عليه ما يلى :

١ – يحتاج إلى توفر الأيدى العاملة المدربة للقيام بعملية الرى .

٢ – تتزهر الأملاح على سطح التربة فى الأراضى الملحية ، خاصة عندما لا تتوفر المصارف الملائمة .

٣ – يفقد الكثير من ماء الرى فى الأراضى المسامية الخفيفة .

٤ – عدم تجانس توزيع ماء الرى .

٥ – لا يمكن إجراء الرى السطحى فى الأراضى غير المستوية .

١٧ – ٣ – ٢ : الرى بالرش

يتم فى حالة الرى بالرش Sprinkler Irrigation توصيل المياه للحقل من خلال رشاشات أو ثقوب دقيقة كثيرة فى أنابيب خاصة للرى ، بحيث يغطى الماء كل المساحة المزروعة . هذا .. إلا أن توزيع الماء لا يكون متساويًا فى كل المنطقة التى يغطيها الرشاش ، كما يتضح من شكل (١٧ – ٩) ، ويتوقف ذلك على طبيعة التربة . وبمقارنة الأراضى المختلفة القوام نجد أن التربة تبل تحت كل رشاش إلى عمق يصل إلى ٣٠ سم فى الأراضى الرملية ، وحوالى ٦٠ سم فى الأراضى الطمية ، ونحو ٩٠ سم فى الأراضى الطينية ، ولكن يقل العمق الذى يصل إليه ماء الرى بالاتجاه نحو أطراف دائرة الرش ، حتى يصل إلى حوالى ٢,٥ ، ٧,٥ ، ١٥ سم تقريبًا عند محيط دائرة الرش فى الأنواع الثلاثة من الأراضى على التوالى . وعليه .. فإنه يجب أن تتداخل المساحات التى تغطيها الرشاشات المتجاورة بمقدار ٤٠٪ من المدى الذى يصل إليه ماء الرش بواقع ٢٠٪ من المدى من كل جانب ، كما هو مبين فى شكل (١٧ – ٩) .

ويتراوح الضغط المستخدم فى النظم المختلفة للرى بالرش من ٢,٥ – ٤,٢ كجم/ سم٢ (بالمقارنة بنحو ١ كجم/سم٢ أو أقل فى حالة الرى بالتنقيط) . ويتوقف اتخاذ القرار بشأن اتباع طريقة الرى بالرش من عدمه على العوامل التالية :

١ – مدى توفر ماء الرى ، ومدى الحاجة للرى ، واحتمالات التوسع مستقبلًا .

٢ – تكاليف التشغيل التى تعتمد على :

(أ) نوع الطاقة المستخدمة .

(ب) المسافة من مصدر الماء إلى الحقل .

(جـ) طوبوغرافية الأرض ، ومستوى ارتفاعها عن سطح الماء المستخدم فى الرى .

٣ – العوامل الجوية ، مثل سرعة الرياح واتجاهها .

٤ – طبيعة الأرض ، ومعدل نفاذيتها للماء ، ومقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة .

وللتفاصيل العملية والفنية الخاصة بالرى بالرش يراجع Holderman & Frost (١٩٦٨) و Pillsbury (١٩٦٨) .

شكل ١٧ – ٩ : مقطع التربة المبلل بالماء من رشاش واحد فى الأنواع المختلفة من الأراضى .

نظم الرى بالرش

تتعدد نظم الرى بالرش كالتالى :

١ – **نظام الأنابيب عديدة البشابير أو الأنابيب المتأرجحة** (nozzle line or oscillating pipe line) :

يوجد بكل أنبوب من أنابيب الرى خط واحد من الثقوب الرفيعة nozzles على مسافات ثابتة من ٦٠ – ١٥٠ سم . ويمكن إدارة الأنابيب بزاوية مقدارها ١٨٠° إما يدويًا أو آليًا بواسطة جهاز خاص يسمى oscillator . وبذلك يمكن رى شريط من الأرض على كل من جانبى خط أنبوب الرى . ويتراوح معدل الرى غالبًا من ٠,٠٠٨ – ٠,٠٢ لتر/ثانية من الثقب الواحد .

وقد يكون هذا النظام ثابتًا أو متحركًا . وفى النظام الثابت تثبت الأنابيب عادة على ارتفاع ٤٥ – ١٨٠ سم . والوضع المرتفع مفضل ليمكن مرور الآلات والأدوات من تحتها بسهولة . أما النظام المتحرك portable system ، ففيه تنقل خطوط الأنابيب من مكان لآخر فى الحقل حسب الحاجة .

ويستخدم هذا النظام بكثرة فى المشاتل ، حيث تثبت الأنابيب على مسافة ٩ م من بعضها البعض ، ويستعمل ضغط مقداره ١,٧ – ٢,٧ كجم/سم٢ .

من أهم مميزات الرى بهذه الطريقة ما يلى :

(أ) انخفاض التكاليف الأولية بالنسبة للطرق الأخرى للرى بالرش .

(ب) لا تعوق الأنابيب تجهيز الأرض والعمليات الزراعية الأخرى .

(جـ) تجانس توزيع المياه ، لأن كل خط يروى قطعة مستطيلة من الأرض .

ومن أهم عيوب الرى بهذه الطريقة ما يلى :

(أ) بطء عملية الرى .

(ب) زيادة تكاليف الأيدى العاملة اللازمة لنقل الأنابيب وفكها ووصلها .

(جـ) غالبًا ما يكون قطر الثقوب حوالى ١ مم ، ولذا فهى كثيرًا ما تسد بفعل الشوائب . ويتطلب الأمر إزالة السدادة فى آخر خط الأنابيب من آن لآخر للتخلص من الشوائب . وقد يتطلب الأمر أحيانًا تسليك كل ثقب على حدة .

وبصورة عامة .. فإن هذا النظام يعتبر أقل انتشارًا الآن عما كان عليه الحال فى الماضى .

٢ – نظام الأنابيب المثقبة (Perforated-Pipe System) :

يستخدم فى هذا النظام أنابيب من الصلب أو الألومنيوم مثقبة بثقوب دقيقة جدًا . ويروى كل خط مساحة مستطيلة من الأرض عرضها من ٦ – ١٥ م ، ويتوقف طولها على طول خط أنابيب الرى (شكل ١٧ – ١٠) . يندفع الماء تحت ضغط من $\frac{1}{4}$ – ٢ كجم/سم٢ . ويتراوح معدل الرى بهذه الطريقة من ١٦– ٥٠ مم/ساعة . هذا ... ويؤثر الضغط المستعمل على عرض المساحة المروية . ويتحدد قطر الأنابيب المستخدمة بطول خط الرى ، فيجب زيادة القطر مع زيادة طول خط أنابيب الرى . وعمومًا .. يتراوح قطر الأنابيب المستخدمة فى هذا النظام من ٥ – ٢٥ سم .

يعاب على هذا النظام للرى ما يلى :

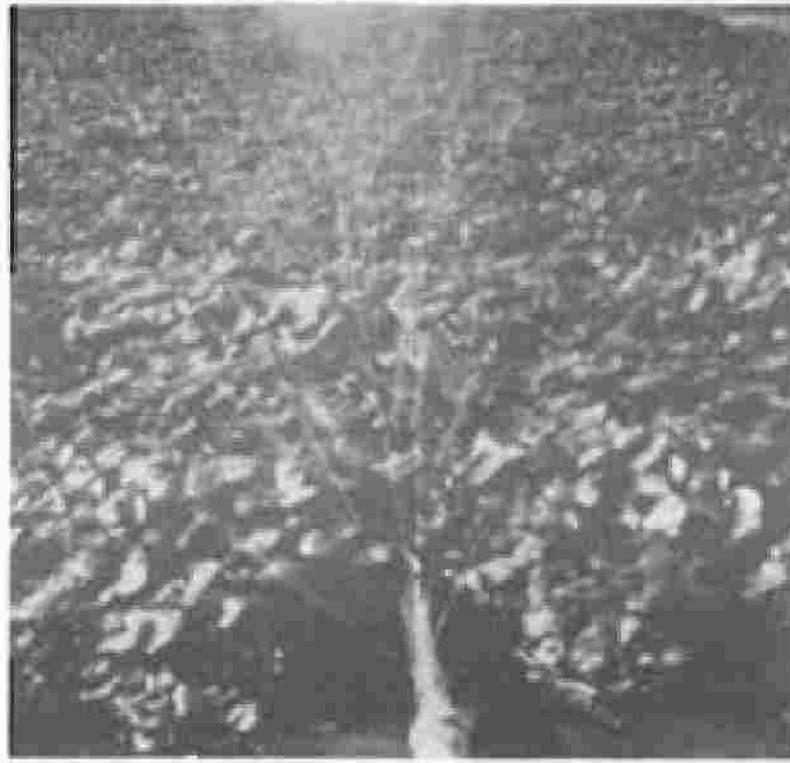
(أ) زيادة معدل الرى عن اللازم أحيانًا .

(ب) صعوبة الرى فى وجود الرياح .

(جـ) تأثر الضغط داخل الأنابيب بأى اختلاف فى ارتفاع سطح الأرض .

(د) يصطدم ماء الرى بالرش بأى نباتات توجد فى طريقه ، ويؤدى ذلك إلى سوء توزيع ماء الرى .

(هـ) يمكن أن تسد الثقوب الرفيعة بسهولة بالشوائب .

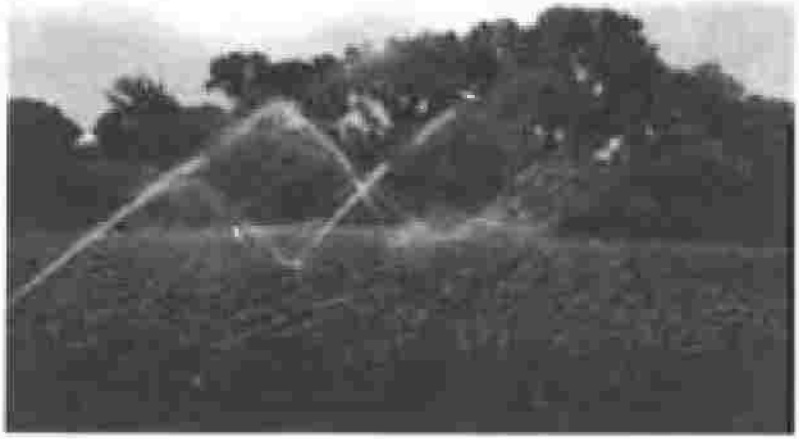


شكل ١٧ - ١٠ : الرى بالرش بنظام الأنابيب المثقبة (عن Greig ١٩٦٧) .

٣ - الرشاشات الدوارة (Rotary Sprinkler System) :

تعتبر الرشاشات الدوارة من أكثر نظم الرى بالرش شيوعا ، ويمكن أن يستخدم معها نظام الأنابيب المتحركة أو النصف متحركة . وفى الحالة الأولى تنقل المضخة والأنابيب الرئيسية والفرعية من حقل لآخر . أما فى النظام الثانى ، فتظل المضخة والأنابيب الرئيسية ثابتة فى مكانها ، وتنقل الأنابيب الفرعية فقط من مكان لآخر . وتصنع الأنابيب من الصلب أو الألومنيوم ، وتثبت بها الرشاشات على مسافات محدودة (شكل ١٧ - ١١) .

تثبت الرشاشات عاليا على بعد نحو ٦ متر من بعضها البعض على امتداد خطوط الأنابيب التى تبعد عن بعضها البعض بحوالى ١٢ م مع استخدام ضغط حوالى ٦ كجم/ سم (٢٠ رطل/ بوصة²) . وقد تثبت الرشاشات الأكبر على مسافة ٢٢ م من بعضها البعض ، والأنابيب على مسافة ٢٠ - ٢٥ م ، مع استخدام ضغط حوالى ١٤ كجم/ سم² (٤٥ رطل/بوصة²) ، وبذلك يمكن



شكل ١٧ - ١١ : الري بالرش بنظام الرشاشات الدوارة .

وعمومًا .. فإن الضغط المستعمل يتوقف على حجم الرشاشات والمسافة بين بعضها البعض ، وكذلك المسافة بين خطوط أنابيب الري . وكلما كبرت الرشاشات ، ازداد الضغط اللازم لتحريكها ، وازدادت المساحة التي يتم ريها .

هذا .. وتدور الرشاشات بفعل ضغط الماء عليها من خلال تأثير تيار الماء على تحريك ذراع lever arm بسرعة إلى خارج تأثير الماء المندفع . وبمجرد حدوث ذلك يرجع الذراع إلى مكانه بفعل زنبرك ، حيث يدفعه تيار الماء مرة أخرى ، وهكذا . ومع حركة الذراع السريعة هذه تدور الرشاشات ببطء . ويوضح شكل (١٧ - ١٢) عددًا من الرشاشات المختلفة الأحجام .

من أهم مزايا هذا النظام للرى ما يلى :

(أ) يتطلب وقتًا أقل للرى ، عما هو فى النظم السابقة .

(ب) لا يحتاج إلى دعائم لتثبيت الأنابيب ، حيث تستقر فوق سطح الأرض . أما الأنابيب الرأسية التى تحمل الرشاشات ، فإنها تثبت فى خط أنابيب الرى بفلاووظ .

(جـ) يخرج ماء الرى من فتحة أكبر مما هى فى النظم السابقة ، وبذلك تقل فرصة انسداد الرشاشات بما قد يوجد فى ماء الرى من شوائب .

لكن يعاب على هذا النظام صعوبة المرور فى الحقل لنقل الأنابيب بعد انتهاء الرى ، لذا يفضل استعمال خطين بالتبادل .

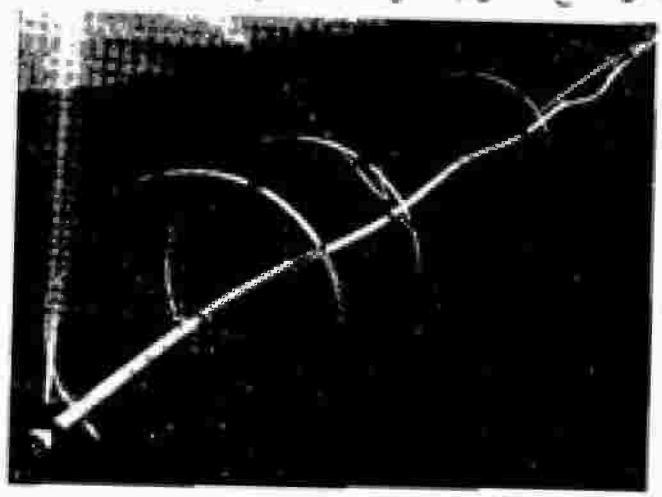
٤ - نظام الأنابيب المثقبة المتحركة على عجل (Power Roll System) :

يتكون هذا النظام للرى من خط أنبوب الرى الذى يمر من خلال مركز عجلات كبيرة خفيفة الوزن يبلغ قطرها نحو ٢,٤ م ، وتوزع كل ١٨ - ٣٠ م على امتداد الخط ، وتوجد الرشاشات على المسافة المناسبة على خط الرى . يتم الرى بالرش عندما يكون خط أنبوب الرى ثابتًا فى مكانه ، والرشاشات فى وضع قائم .

أما خط أنابيب الرى الرئيسى ، فإنه إما أن يكون من أنابيب غير ثابتة يمكن تحريكها ، أو من خط أنابيب ثابت ، مع عمل توصيلات لخط الرى المثبت على عجل على الأبعاد المناسبة .

ويتم تحريك جهاز الرى كله إلى كل موقع جديد بماكينة تعمل بالجازولين فى مركز خط الرى . وقد تثبت أحيانًا فى أحد طرق الخط مع ذراع لنقل الحركة متصل بالمركز ، حيث توجد عجلة القيادة .

هذا .. ويبلغ طول ذراع الرى نحو ١٥٠٠ م ، وقد يكون أطول من ذلك أحيانًا ، ويوجد على ارتفاع ١,٢ م من سطح الأرض (شكل ١٧ - ١٣) .



شكل ١٧ - ١٣ : الرى بالرش بنظام الأنابيب المثقبة المتحركة على عجل .

٥ – نظام الرى بالمدفع (Gun System) :

يوجد فى هذا النظام للرى رشاش واحد كبير يقوم برى مساحة ١ – ٥,٥ فدان حسب حجم الرشاش ، ومقدار ضغط الماء المستعمل . يندفع الماء من الرشاش بقوة كبيرة لمسافات طويلة . وأثناء الرى يتحرك الرشاش جانبيًا ، وبذلك تكون المساحة المروية على شكل نصف دائرة ، كما يتحرك الرشاش نحو الخلف (أى نحو مصدر الماء) . وتتم هذه الحركة إما يدويًا ، أو بالجرار ، أو بحركة ذاتية (شكل ١٧ – ١٤).

وفى حالة النقل اليدوى أو بالجرار ، فإن الرشاش ينقل إلى موضعه الجديد لرى مساحة جديدة . أما فى حالة الحركة الذاتية ، فإن الرشاش ينقل من أحد طرق الحقل إلى الطرف الآخر أثناء عملية الرى . وقد تتم هذه الحركة بقوة دفع الماء أو آليًا . ويتم فى هذه الحالة توصيل الماء للرشاش بخرطوم ، حيث يفرد الخرطوم ، بحيث يصبح الرشاش فى طرف الحقل . وأثناء الرى يتم لف الخرطوم تدريجيًا إلى أن ينتقل الرشاش إلى الطرف الآخر للحقل عند مصدر الماء ، ثم يعاد نقله لوضع آخر ، وهكذا .

٦ – نظام الرى المحورى (Center-Pivot system) :

يتم فى هذا النظام تثبيت أنبوب الرى (المصنوع من الصلب غالبًا) والرشاشات على هياكل أو أبراج بشكل حرف A مرتكزة على عجل ، ويدور الخط كله حول مركزه ، حيث يوجد غالبًا بئر مياه الرى ، وتسمح الوصلات بين أجزاء هذا الجهاز بالمرور فوق الأجزاء المرتفعة أو المنخفضة من الحقل دون أية مشاكل (شكل ١٧ – ١٥) .

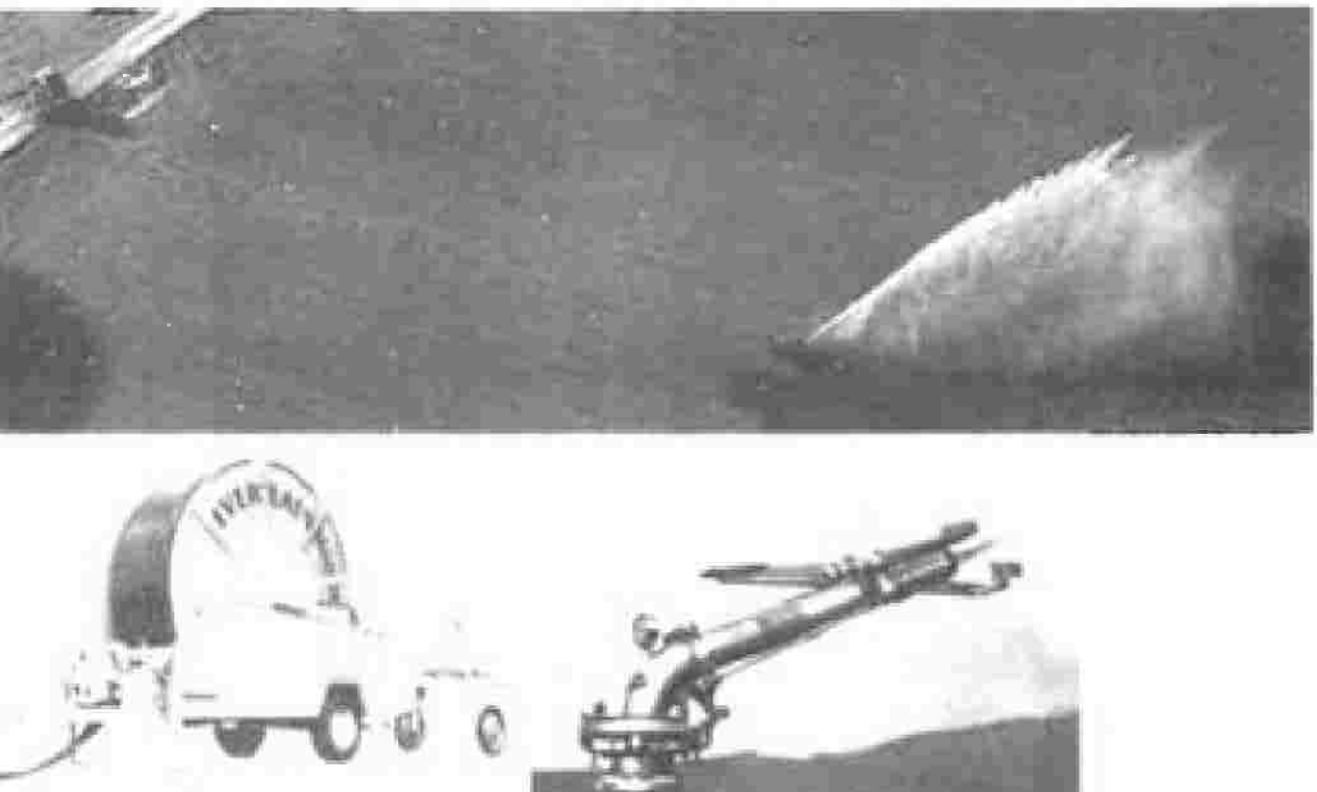
يقوم كل جهاز محورى pivot برى دائرة تتراوح مساحتها من ١٩ – ١٩٠ فدان أو أكثر ، ويتوقف ذلك على طول خط الأنابيب الذى يتراوح غالبًا من ١٥٠ – ٤٥٠ م طولاً .

تتوزع الأبراج كل حوالى ٣٠ مترًا ، وتتصل بعضها البعض بوصلات خاصة . ونظرًا لأن كل برج منها يجب أن يتحرك بسرعة مختلفة لإبقاء خط الأنابيب مستقيمًا ، لذا فإن لكل برج نظام قيادة خاص به يمكن تعديله . ومع زيادة المسافة من مركز الخط تزداد المساحة التى يجب ريها لكل جزء من خط الأنابيب ، وهذا فإن حجم الرشاشات تجب زيادته ، ، أو يتم تضييق المسافة بين الرشاشات ، حتى يمكن الحصول على رى متجانس فى كل حقل .

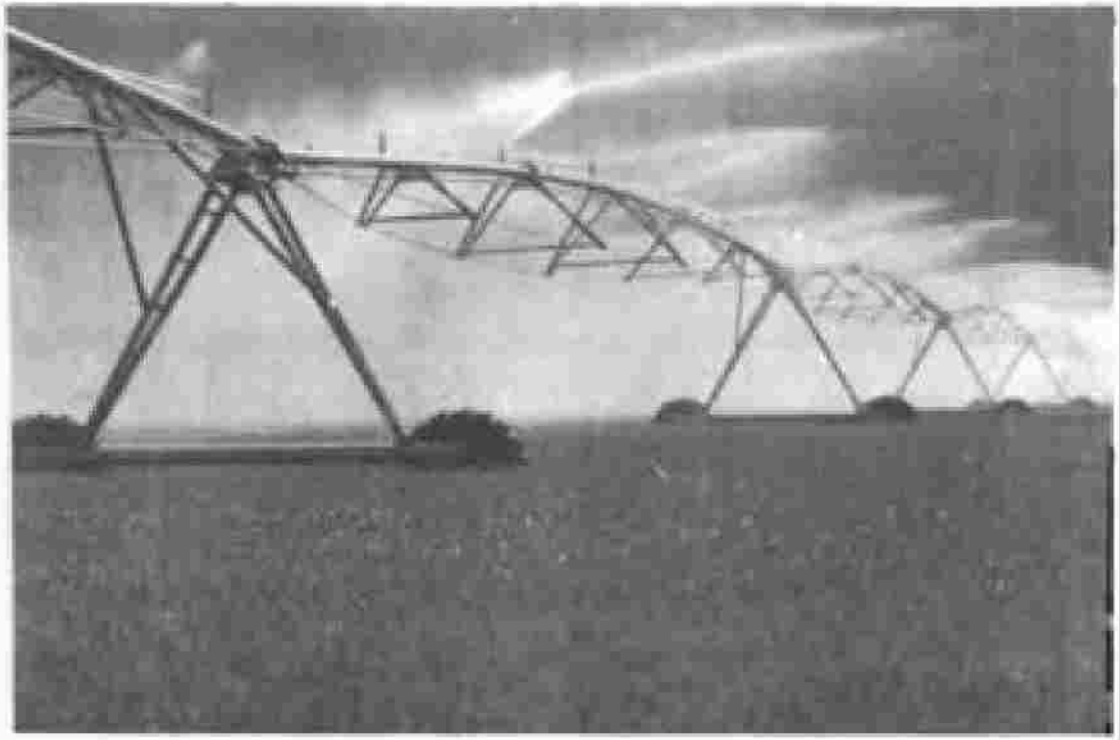
ويمكن فى بعض أنواع الرى المحورى تحريك الجهاز كله من حقل لآخر بواسطة جرار . ولكى يتم ذلك .. يُدار العجل بزاوية ٩٠° أو (قائمة) ليصبح موازيًا لخط الرى نفسه .

ويتميز هذا النظام للرى بأن ارتفاع خط الأنابيب يصل إلى ٢,٥ – ٣ مترًا ، وبذلك يمكن إجراء العمليات الزراعية بسهولة .

وأكبر عيوب هذا النظام هى زيادة التكلفة الإنشائية ، وأن الحقل يكون دائمًا دائريًا ، نظرًا لأنه لا يمكن رى أركان الحقل المربعة (شكل ١٧ – ١٦) . ويمكن علاج هذه المشكلة بتركيب رشاشات كبيرة فى طرف خط أنابيب الرى مع تشغيلها فقط عندما تكون الأطراف فى الأركان (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .



شكل ١٧ - ١٤ : الري بالرش بنظام الدفع



شكل ١٧ - ١٥ : الرى بالرش بنظام الرى المحورى .

شكل ١٧ - ١٦ : تكون الحقول دائمًا دائرية فى نظام الرى المحورى .

٧ - الرى بـ « التنقيط » (بالرذاذ) (Mist Irrigation)

يدفع الماء فى هذا النظام للرى تحت ضغط مرتفع ؛ فيخرج فى صورة ضباب كثيف يغطى

شكل ١٧ – ١٧ : الرى بالتضبيب (الرذاذ) mist irrigation فى البيوت المحمية .

ينصح بأن يكون الرى بالتضبيب بمعدل ١ – ١,٥ م/ ساعة فى الأوقات الحارة ، لأن ذلك يؤدى إلى زيادة النمو والتطور الطبيعيين ، وإلى زيادة المحصول وتحسن نوعيته فى بعض المحاصيل ، كالطماطم (عن Bible وآخرين ١٩٦٨) .

وأكثر استخدامات الرى بالتضبيب هى فى الإكثار ، خاصة الإكثار بالعقل (Welch ١٩٧٠) .

ومن مزايا الرى بالتضبيب ما يلى :

(أ) تلطيف درجة الحرارة فى الجو الحار : فمثلاً أدى الرى بالتضبيب بمعدل ٦ – ٩ مم/ يوم أثناء فترة ارتفاع الحرارة (٣٠ – ٣٣° م) إلى خفض الحرارة نهارًا لأكثر من ٩ درجات مئوية ، واستمر ذلك التأثير لعدة ساعات .

(ب) زيادة المحصول : ففى الطماطم ازداد المحصول الصالح للتسويق بمقدار ٣٠ – ٥٠٪ فى الأصناف المختلفة ، وفى الفلفل ازداد المحصول بمقدار ٣٣٪ ، وفى الخيار بمقدار ٧٠٪ . وقد أرجعت الزيادة فى المحصول إلى تقليل الشد الرطوبى داخل النبات ، وبقاء الثغور مفتوحة (Bible وآخرون ١٩٦٨) .

ويعتبر أكبر عيوب الرى بالتضبيب هى فقد الماء بالتبخر فى الجو الحار الجاف .

مزايا وعيوب الرى بالرش

من مزايا الرى بالرش ما يلى :

١ – التوفير فى ماء الرى .

٢ – لا تلزم إقامة مساقى أو بتون للتحكم فى الرى ، وتوفر تلك المساحة للزراعة .

٣ – يمكن تنظيم شبكة الرى بالرش ، بحيث لا تتعارض مع العمليات الزراعية المختلفة .

٤ – يجرى بسهولة عند عدم توفر العمال المدربين اللازمين لإجراء عملية الرى السطحى .

٥ – يمكن إجراء الرى بالرش بسهولة فى الأراضى غير المستوية أو غير العميقة ، والتى تؤدى تسويتها إلى ظهور مساحات غير صالحة للزراعة . ويوفر فى تكاليف تسوية الأرض التى تلزم فى حالة الرى السطحى .

٦ – يمكن إجراء الرى بالرش فى الأراضى الشديدة المسامية ، والتى يصعب ريها بالطرق الأخرى .

٧ – يمكن بواسطة الرى بالرش التحكم فى معدل الرى ، بحيث لا تحدث أى تعرية للأرض .

٨ – يمكن التحكم فى كمية المياه اللازمة للرى وحسابها بدقة أكثر مما فى طرق الرى الأخرى .

٩ – يوزع ماء الرى بصورة أكثر تجانسًا مما فى طرق الرى الأخرى .

١٠ – يكون الرى بالرش اقتصاديًا وعمليًا فى الحالات التى تتطلب الرى الخفيف على فترات متقاربة ، كما هو الحال فى الظروف الآتية :

(أ) عند إنبات البذور .

(ب) عند رى النباتات ذات الجذور السطحية .

(جـ) للتحكم فى درجة حرارة التربة لبعض الخضروات ، مثل الخس .

(د) فى الأراضى المسامية أو غير العميقة .

١١ – يمكن إضافة الأسمدة مع ماء الرى بالرش .

١٢ – يمكن حماية النباتات من الصقيع بالرش الخفيف طوال فترة انخفاض درجة الحرارة عن الصفر المئوى .

١٣ – لا تزهر الأملاح على سطح التربة عند اتباع طريقة الرى بالرش .

١٤ – يؤدى ماء الرى بالرش إلى إزالة الأتربة من على سطح الأوراق ؛ فتزداد كفاءتها فى التمثيل الضوئى .

١٥ – يفيد الرى بالرش عند الرغبة فى استزراع الأراضى الجديدة ، دون انتظار لعمليات التسوية الباهظة التكاليف .

١٦ – يتطلب الماء طلمبات لرفعه فى حالة الرى السطحى ، ولكن التكاليف الإضافية للطاقة اللازمة لدفعه فى أنابيب الرش تكون قليلة نسبيًا .

١٧ – إذا كان مصدر ماء الرى مرتفعًا عن مستوى الحقل ، فإن الرى بالرش يتم بفعل قوة الجاذبية .

١٨ – إذا كان مصدر ماء الرى هو نفس مصدر ماء الشرب ، فإنه يمكن استخدام نفس الأنابيب .

ومن عيوب الرى بالرش مايلى :

١ – زيادة تكاليف الرى نتيجة للعوامل التالية :

(أ) زيادة التكاليف الإنشائية المستمرة فى نظام الرى .

(ب) الحاجة إلى طاقة لضخ الماء فى أنابيب الرى .

(جـ) الحاجة إلى الأيدى العاملة عند استعمال أنابيب متنقلة للرى .

٢ – قد تتعارض الرياح القوية مع الرى عندما يتطلب الأمر إجراء الرى فى الأوقات الحرجة . وإذا أجرى الرى تحت هذه الظروف ، فإن توزيع الماء لا يكون منتظمًا ، كما يفقد جزء كبير منه بالتبخر ، ولذلك فإنه لا ينصح بالرى بالرش عندما تزيد سرعة الهواء عن ٦ كم/ساعة .

٣ – توجد مشاكل تتعلق بعملية الرى بالرش ، منها المشاكل الميكانيكية التى تعود إلى عدم دوران الرشاشات أو انسدادها ، ومشاكل تحريك الأنابيب فى الأراضى وهى مبللة .

٤ – يحدث فقد فى الماء بالتبخر قبل أن يصل إلى سطح التربة ، ويزداد مقدار الفقد مع زيادة سرعة الهواء ، وارتفاع درجة الحرارة ، ونقص الرطوبة النسبية ، وصغر حجم قطرات الماء ، كما يتبخر جزء آخر من الماء من على الأسطح النباتية .

٥ – يؤدى الرى بالرش بمياه تحتوى على تركيزات مرتفعة من أيونات الكلور أو الصوديوم إلى الإضرار بالنموات الخضرية ، خاصة فى الجو الحار ، حيث يتبخر جزء من الماء من على سطح الأوراق قبل أن تكمل الرشاشات دورة أخرى . ولتفادى ذلك ينصح بعدم استعمال مثل هذه المياه فى الرى بالرش ، أو بزيادة سرعة الرشاشات ، أو بالرى ليلًا حيث يقل التبخر .

٦ – يساعد الرى بالرش على انتشار بعض الأمراض ، والتى منها :

(أ) اللفحة المتأخرة والأنثراكنوز فى الفاصوليا .

(ب) الجرب والأنثراكنوز والعفن الأسود فى الفلفل والشمام .

(جـ) البياض الزغبى واللفحة فى فاصوليا الليما .

(د) اللفحة البكتيرية فى الشليك .

(هـ) التبقع البكتيرى واللطخة البكتيرية bacterial speck فى الطماطم .

(و) الندوة المبكرة والعفن الأسود فى الصليبيات .

٧ - لا يصلح الرى بالرش فى حقول إنتاج بذور الخضر .

٨ - تؤدى قطرات الرى بالرش الكبيرة إلى تحطيم تجمعات التربة وتكوين القشور على السطح . وتلافى ذلك يراعى زيادة الضغط لتصغير حجم القطرات (Israelsen and Hansen ، ١٩٦٢ Pillsbury ، ١٩٦٨) .

١٧ - ٣ - ٣ : الرى بالتنقيط

يعتبر الهدف الرئيسى للرى بالتنقيط Trickle or drip irrigation هو توصيل الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية فى منطقة محدودة حول النبات بغرض التوفير فى ماء الرى ، وذلك بتقليل الفقد بالرشح ، وتقليل التبخر السطحى بدرجة كبيرة .

يتكون نظام الرى بالتنقيط من أجزاء رئيسية هى ماكينة ضخ الماء ، وصمام التحكم فى الضغط ، ومرشح للماء ، وخط أنابيب بلاستيكى رئيسى header ، وخطوط فرعية laterals ، ومنقطات emitters . وقد تضاف أجهزة أخرى للتسميد الآلى ، ولقياس كمية المياه flow meter ، ولقياس الضغط فى النقاط المختلفة ، وللتوقيت الإليكترونى للرى electronic timers ، ولقياس رطوبة التربة Soil moisture sensors .

بالنسبة لماكينة ضخ الماء (الطلمبة) ، فمضخة واحدة ذات قدرة محدودة تكفى ، نظرًا لأن الرى يتم بمعدلات صغيرة جدًا فى وحدة الزمن ، ويتحقق ذلك بضغط منخفض .

أما مرشح الماء فهو جزء ضرورى من نظام الرى بالتنقيط تجنبًا لانسداد المنقطات ، وتستخدم لذلك غالبًا مرشحات من الرمل يلزم غسلها جيدًا كل ١ - ٤ ساعات حسب نوعية الماء المستخدم فى الرى . ويجرى غسيل المرشحات بإرجاع الماء فى المرشحات خلال الرمل بصورة عكسية .

يتكون نظام الرى بالتنقيط من أنابيب بلاستيكية (PVC) رئيسية كبيرة بقطر ٥ سم تغذى أنابيب فرعية متعامدة عليها بقطر ١,٢٥ سم تثبت عليها المنقطات ، وهى أنابيب بلاستيكية رفيعة بقطر داخلى يبلغ ٩, مم . وفى حقول الخضر التى تزرع على مسافات ضيقة تستخدم أنابيب مثقبة perforated lines بدلًا من المنقطات .

فى حالة استخدام المنقطات ، فإنها توزع على أنبوب الرى الفرعى على امتداد خط الزراعة على مسافة ٣٠ - ٦٠ سم حسب مسافة الزراعة ، ومعدلات تدفق الماء ، ودرجة نفاذية التربة (شكل ١٧ - ١٨) .

شكل ١٧ - ١٨ : الـــرى بالتنقيط .

هذا .. ويضخ الماء فى أنابيب الرى تحت ضغط منخفض لا يتعدى ١ كجم/سم٢ . ويلاحظ أن الضغط يقل تدريجيًا على امتداد خط أنابيب الرى ، نتيجة للاحتكاك بين الماء وجدار الأنابيب . ويعالج ذلك بتسوية الأرض ، بحيث تكون منحدرة قليلًا نحو الطرف البعيد للأنابيب ، إذ يؤدى ذلك إلى معادلة النقص فى ضغط الماء .

وعند الرى بالتنقيط يكون مقطع التربة المبتل بالماء بالونيًا ، أى أن قطر الجزء المبتل بالماء يكون أقل عند سطح التربة ، عنه فى منطقة نمو الجذور ، ثم يقل القطر مع التعمق فى التربة بعد ذلك ، إلا أن الشكل العام للمقطع المبتل يكون عموديًا ومطاولًا فى الأراضى الرملية ، بينما تحدث حركة أفقية للماء بدرجة أكبر فى الأراضى الطمية والطينية .

وتتوقف الفترة بين الريات على طبيعة التربة ، فتكون ١ – ٢ يوم فى الأراضى الرملية ، وكل ٢ – ٣ أيام فى الأراضى الطمية ، ، وكل ٣ – ٤ أيام فى الأراضى الثقيلة .

ويتراوح معدل الرى عادة من ١٠ – ٢٥ م٣ للفدان يوميًا فى الجو الحار ، ونحو نصف هذه المعدلات فى الجو البارد . ويُعطى الحد الأدنى فى حالة الرى تحت أغطية بلاستيكية للتربة (Halfacre & Barden ١٩٧٩).

مشكلة انسداد المنقطات ووسائل التغلب عليها

يمكن أن يحدث انسداد المنقطات بأحد العوامل الآتية :

١ – حبيبات التربة أو المواد العضوية التى تتسرب مع الماء إلى شبكات الرى . وهذه يتخذ لها الاحتياطات الضرورية بالترشيح ، لكن يصعب التخلص منها بعد دخولها .

٢ – الترسيب الكيمائى للمواد التى تدخل فى أنابيب الرى ، وهذه يمكن مكافحتها بحقن محاليل مخففة من حامض الأيدروكلوريك أو الكبريتيك بصفة دورية .

٣ – نمو البكتريا والطحالب داخل أجهزة الرى بالتنقيط ، مما يؤدى إلى انسداد المنقطات . ويعالج ذلك بحقن الكلور بتركيز ١ جزء فى المليون فى ماء الرى . ولا يؤثر هذا التركيز على النباتات النامية (Bliving ١٩٨٢) .

وإذا حدث انسداد بفعل النمو البكترى أو الطحلبى فى أى مكان فى نظام الرى بالتنقيط ، فإنه يجب استعمال الكلور بتركيز ٢٠ – ٥٠ جزءًا فى المليون (كل٢) لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل ، لكن يلزم – كإجراء وقائى – استعمال الكلور بتركيز ١ جزء فى المليون (كل٢) بصفة دائمة فى ماء الرى لتجنب حدوث أى انسداد . ويلزم أولًا إجراء تحليل معمل للماء المستخدم فى الرى لتحديد محتواه من الكلور ، ثم زيادة تركيزه ليصل إلى ١ جزء فى المليون كل٢ (Cl_2) . هذا .. ويجب إدخال الماء المحتوى على الكلور قبل المرشحات .

ولحساب كمية هيبوكلوريد الصوديوم أو الكالسيوم اللازمة تستخدم المعادلة التالية :

عدد لترات المحلول اللازمة لكل ١٠٠٠ لتر من الماء

$$= \frac{\text{٠,٠١} \times \text{عدد الأجزاء فى المليون المرغوبة من (كل٢) فى ماء الرى}}{\text{النسبة المئوية للكلور (كل٢) فى المادة المستخدمة}}$$

مثال : إذا رغبنا فى زيادة نسبة (كل٢) فى ماء الرى إلى ٣٠ جزءًا فى المليون ، واستخدمت لذلك مادة بها ٥٪ كل٢ ، فإنه يلزم منها :

$$= \frac{\text{٠,٠١} \times \text{٣٠ جزء فى المليون}}{٥} = \text{٠,٠٦ لتر/١٠٠٠ لتر ماء .}$$

وللتفاصيل العملية والفنية المتعلقة بالرى بالتنقيط يراجع Bucks وآخرون (١٩٨٢) .

مزايا وعيوب الري بالتنقيط

من مزايا الري بالتنقيط ما يلي :

١ - التوفير الكبير في المياه ، نظرًا لأنه لا يحدث فقد يذكر في ماء الري . وقد يصل التوفير إلى ٥٠٪ .

٢ - عدم فقد الأسمدة بالرشح .

٣ - غسل الأملاح بعيدًا عن النباتات ، حيث تتجمع الأملاح في أطراف المنطقة المبتلة ، وتكون بذلك بعيدة عن الجذور .

٤ - تبقى الرطوبة الأرضية في منطقة نمو الجذور في السعة الحقلية ، أو أقل من ذلك بقليل .

٥ - التوفير في الأيدي العاملة لإمكان التحكم الآلي في الري .

٦ - يمكن بهذه الطريقة زراعة المناطق الشحيحة في مياه الري ، فمثلاً أمكن زراعة الخس في المناطق الصحراوية مع استعمال ٢٥٪ من كمية مياه الري التي تستعمل عادة بطريقة الري السطحي .

٧ - زيادة المحصول بمقدار ٢٥ - ١٠٠٪ ، نتيجة تجانس الرطوبة الأرضية طوال الموسم .

٨ - إمكان زراعة محصولين أو ثلاثة بالتتابع في نفس الحقل ، دون الحاجة إلى تجهيز الأرض من جديد .

٩ - التوفير في نفقات مكافحة الحشائش بسبب عدم إثارة الأرض لعدم إجراء الحرث .

١٠ - عدم الحاجة إلى آبار ذات تصريف عالٍ ، إذ إن كمية الماء اللازمة تكون حوالي ٥ لتر/دقيقة/هكتار .

لكن يعاب على الري بالتنقيط ما يلي :

١ - إذا تأخرت الفترة بين الريات ، فإن امتصاص الجذور للماء يؤدي إلى دفع الأملاح من أماكن تجمعها عند أطراف المنطقة المبتلة في حركة عكسية نحو الجذور ، لذا فإنه يجب تنظيم الري ، حيث تتوفر الرطوبة دائمًا في منطقة نمو الجذور ، كما أن الأمطار قد تعمل على غسل الأملاح نحو منطقة نمو الجذور ، لذا فإنه يجب استمرار الري بالتنقيط حتى في المواسم الممطرة ليتسنى تخفيف الأملاح إلى الحد المأمون طوال الوقت . وعمومًا .. فإنه يمكن غسل الأملاح المتراكمة بزيادة ماء الري ٢ - ٣ مرات في نهاية كل موسم نمو ، حتى يمكن إذابة الأملاح وصرفها مع الماء الزائد .

٢ - احتمال انسداد المنقطات .

٣ - احتياج نظام الري لإدارة جيدة .

٤ - تعرض أنابيب الري للتلف بواسطة القارضات ، أو سير الحيوانات الزراعية عليها .

٥ - ارتفاع التكاليف الإنشائية (Ware & Macollum ١٩٨٥) .

١٧ - ٣ - ٤ : الرى تحت السطحى

فى طريقة الرى تحت السطحى subsurface irrigation يتم توصيل الماء للطبقات السفلى من التربة بواسطة أنابيب خاصة ، كتلك المستخدمة فى الصرف المغطى . وتكون أنابيب الرى الفرعية على عمق ٤٥ سم ، وبسمك ٧,٥ سم ، وعلى بعد ٧ م من بعضها البعض ، وبانحدار ٣ سم كل ٤٠ م .

وعندما يكون مستوى الماء الأرضى قريبًا من سطح التربة يكون من الممكن إجراء الرى تحت السطحى بإقامة مصارف مكشوفة رئيسية وفرعية يمكن بواسطتها تصريف الماء الزائد ، أو إمداد الحقل بالماء ، بحيث يظل مستوى الماء الأرضى على مسافة ٣٠ - ٦٠ سم من جذور النباتات التى تصل إليها الرطوبة بالخاصية الشعرية . كما يمكن أيضًا تصريف الماء الأرضى الزائد ، والرى بأنابيب واحدة تثبت فى التربة على المستوى المرغوب ، بحيث يظل مستوى الماء الأرضى على بعد ٣٠ - ٦٠ سم من جذور النباتات .

ويعطى Edmond وآخرون (١٩٧٥) تفاصيل طرق الرى تحت السطحى المتبعة فى مناطق متفرقة من العالم .

الشروط اللازم توافرها لنجاح الرى تحت السطحى

يشترط لنجاح الرى تحت السطحى ما يلى :

١ - أن تكون الأرض منبسطة تمامًا ، أو يوجد بها انحدار بسيط منتظم .

٢ - ألا تكون طبقة تحت التربة شديدة المسامية ، وألا توجد طبقة صماء قريبة من سطح التربة .

٣ - أن تتوفر طبقة صماء من الطين أو الصخر على عمق ٩٠ - ١٥٠ سم تحت سطح التربة .

٤ - أن تتوفر طبقة من الرمل الخشن بعمق قدم أو أكثر أعلى هذه الطبقة الصماء .

٥ - أن تكون التربة السطحية رملية طمية ، فلا تكون عالية المسامية ، ولا شديدة الإندماج ، وبالتالى تسمح بنفاذ الماء اللازم للرى بالخاصية الشعرية .

مزايا وعيوب الرى تحت السطحى

من أهم مزايا الرى تحت السطحى ما يلى :

١ - تجانس توزيع الماء فى أنحاء الحقل .

٢ - بقاء الطبقة السطحية للتربة جافة ، وتوقف فقد الماء بالتبخر السطحى .

٣ - عدم تعجن التربة ، وعدم تكون قشور صلبة crusts على سطحها .

لكن يعاب على طريقة الرى تحت السطحى ما يلى :

١ – تجمع الأملاح على سطح التربة ، الأمر الذى يستدعى التخلص منها من آن لآخر بالرى السطحى .

٢ – تحتاج إلى كمية كبيرة من ماء الرى

٣ – لا تنجح هذه الطريقة عندما تكون طبقة تحت التربة عالية المسامية ، أو عند وجود طبقة صماء hard pan قريبة من سطح التربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

١٧ – ٤ : المقننات المائية

المقنن المائى Consumptive use محصول ما هو كمية الماء الكلية التى يحتاجها المحصول من وقت زراعة البذرة إلى الحصاد ، وتشمل الماء المفقود بالنتح وبالتبخر ، وكذلك الجزء الذى يستخدم فى بناء أنسجة النبات ، الذى لا يتعدى ١٪ من الاحتياجات المائية الكلية .

هذا .. ويطلق على الماء المفقود بالنتح اسم ماء النتح transpiration ، وعلى الجزء المفقود بالتبخر من سطح التربة ماء التبخر evaporation ، أما الجزء المفقود بالتبخر من تجمعات الماء على أسطح النباتات ، فيطلق عليه اسم ماء « النتح التبخرى » evapotranspiration .

ونستخدم المعادلة التالية فى تقدير كمية الماء اللازمة لرى محصول ما :

$$q = ad$$

حيث :

q معدل تصرف الماء بالقدم^3/ ثانية ، أو بالإيكر – بوصة/ ساعة .

t الوقت اللازم لرى المساحة بالساعة .

a المساحة المطلوب ريها بالإيكر .

d عمق الماء بالبوصة عندما ينتشر ماء الرى بسرعة فوق المساحة المحددة ..

فمثلاً عندما يتدفق الماء بمعدل ١,٩ قدم^3/ ثانية لمدة ٣ ساعات ، فإنه يجب أن يغطى مساحة إيكر واحد لعمق ٥,٧ بوصة (أى لعمق ٥,٧ بوصة أعلى سطح التربة) .

ومن الناحية العملية .. تستعمل المعادلة التالية فى حساب كمية ماء الرى المضافة :

$$I = \frac{Pw\ As\ DA}{100\ q}$$

حيث

q و t و a هى نفس القيم المستخدمة فى المعادلة السابقة .

Pw النسبة المئوية للرطوبة الأرضية (على أساس الوزن الجاف) بعد الرى .

As الكثافة النوعية الظاهرية للتربة .

D عمق التربة المراد بلّها (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

١٧ - ٥ : المراجـــع

صقر ، السيد محمد (١٩٦٥) . محاصيل الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ٧٣٤ صفحة .

وزارة الزراعة والثروة السمكية - الإمارات العربية المتحدة (١٩٨١) .
الزراعة في دولة الإمارات العربية المتحدة - ٢٠٠ صفحة .

Bible, B.B. R.L. Cuthbert and R.L. Carolus. 1968. Response of some vegetable crops to atmspheric modifications, under field conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 590-594.

Bowther, I.J. 1974. Surface irrigation FAO Agr. Dev. Paper No. 95. 160 p.

Bucks, D.A., F.S. Nakayama and A.W. Warrick. 1982. Principles, practices and potentialities of trickle (drip) irrigation. Adv. Irrigation 1: 219-298.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975 (4th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

Elfving, D.C. 1982. Crop response to trickle irrigation. Hort. Rev. 4: 1-48.

Greig, J.K. 1967. Sweetpotato production in kansas. Kansas State Univ., Agr. Exp. Sta. Bul. 498. 27p.

Halderman, A.D. and K.R. Frost. 1968. Sprinkler irrigation in Arizona. Co-operative Ext. Serv. & Agr. Exp. Sta., the Univ. of Arizona. Bul. A-56. 30p.

Halfacre, R.G. and J.A. Barden. 1979. Horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 722p.

Hansen, V.E., O.W. Israelsen and G.E. Stringham. 1980 (4th ed.). Irrigation principles and practices. John Wiley & Sons, N.Y. 417p.

Israelsen, O.W. and V.E. Hansen. 1962. Irrigation principles and practices. John wiley & Sons, N.Y. 447p.

Knott, J.E. 1957. Handbook for vegetable growers. Wiley, N.Y. 245p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390 p.

Marsh, A.W. 1975. Questions and answers about tensiometers. Univ. of Calif., Div. of Agr. Sci., Leaflet 2264. 10p.

Pillsbury, A.F. 1968. Sprinkler irrigation. FAO Agr. Dev. Paper No. 88. 179p.

Thopmson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 611p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

Welch, H.J. 1970. Mist propagation and automatic watering. Faber and Faber, London. 162p.

Winter, E.J. 1974. Water, soil and the plant. The English Language Book Soc., London. 141p.

الفصل الثامن عشر

التسميد

برزت الحاجة للتسميد Fertilization مع النصف الثاني من هذا القرن ، نتيجة للعديد من العوامل التي كان من أهمها ما يلي :

١ - تركيز زراعات الخضر ، مما أدى إلى استنفاذ المخزون من بعض العناصر الغذائية في التربة ، وظهور أعراض نقصها .

٢ - تناقص الاعتماد على الأسمدة العضوية في الزراعة ، وهي التي تحتوي على كميات من مختلف العناصر التي يحتاجها النبات ، بما في ذلك العناصر الدقيقة .

٣ - تحسن وسائل إنتاج الأسمدة الكيمائية وإنتاجها بصورة أكثر نقاوة ، وبالتالي لم تعد تحتوي على كميات يُعتد بها من العناصر الدقيقة ، والتي كانت تختلط بها في صورة شوائب بكميات تكفي لسد حاجة نباتات الخضر منها .

وقد سبق تناول العناصر المغذية وتأثيرها على نباتات الخضر في الفصل التاسع . وسنتناول في هذا الفصل احتياجات نباتات الخضر من هذه العناصر ، وكيفية إمدادها بها .

وقد يكون من المفيد في بداية فصل كهذا عن التسميد مراجعة بعض المصطلحات المستخدمة في مجال التسميد . ومن أكثر المصطلحات استخدامًا في هذا المجال ما يلي :

العناصر الضرورية essential elements : هي العناصر التي يلزم توفرها للنبات لنموه وإكمال دورة حياته .

العناصر الأولية primary elements : هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة ، ويحصل عليها من التربة ، وهي : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

العناصر المغذية الكبرى major elements ، أو macro nutrients : هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبيًا ، وهي :

الكربون ، والأيدروجين ، والأكسجين .. ويحصل عليها النبات من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون من الجو .

النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .. ويمتصها النبات من التربة بكميات كبيرة .

الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت .. ويمتصها النبات من التربة بكميات أقل نسبيًا .

الحديد .. ويمتصه النبات بكميات قليلة نسبيًا .

العناصر المغذية الصغرى minor elements ، أو micro nutrients : هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات صغيرة جدًا ، وتسمى بالعناصر النادرة ، وهي : المنجنيز ، والبورون ، والنحاس ، والزنك ، والموليبدنم ، والكلور ، والصوديوم ، والسيليكون .

الأسمدة fertilizer : يقصد بها الأسمدة الكيمائية فقط (Hardy ١٩٧٥) .

١٨ - ١ : طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر للتسميد

١٨ - ١ - ١ : التعرف على الحاجة للتسميد من أعراض نقص العناصر

تظهر أعراض نقص العناصر بصفة خاصة وقت الزهور والإثمار ، إذ تزداد احتياجات النبات للعناصر الغذائية خلال تلك الفترة ، وبالمقارنة بفصل الصيف ، فإن أعراض نقص العناصر لا تظهر بوضوح خلال فصل الشتاء بسبب بطء النمو . هذا .. وقد سبق وصف الأعراض العامة لنقص العناصر في الفصل التاسع . ولتعرف على أعراض نقص العناصر في محاصيل الخضر المختلفة ، فإنه يفضل الرجوع إلى المراجع المتخصصة التي تعطي وصفًا كاملًا لأعراض نقص كل عنصر ، مزودًا بالصور الملونة التي تغني عن أي وصف ، مثل : Wallace (١٩٦١) ، و Scaife & Turner (١٩٨٣) .

وحتى نسهل دراسة أعراض نقص العناصر ، فإنه يلزم تقسيمها إلى مجاميع تشترك فيها عناصر كل مجموعة في أعراض خاصة فيما بينها ، وذلك هو بالتحديد ما سنتناوله بالشرح في الجزء التالي ، ثم نعقب ذلك دراسة للعوامل التي تحدث أعراضًا شبيهة بأعراض نقص العناصر .

تقسيم العناصر المغذية حسب أعراض نقصها :

١ - عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها على الأوراق المسنة أولًا ، وهي : الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والموليبدنم ، والمغنسيوم ، والكبريت ، والنحاس ، والنيتروجين .

الفوسفور : يبقى لون الأوراق أخضر قاتمًا ، وقد يظهر لون أخضر محمر أو قرمزي على نصل الأوراق والعروق والسيقان ، خاصة من الجانب السفلي للأوراق . ويظهر في أوراق البطاطس التفاف وبهتان في اللون وبعض الاحتراق . وعمومًا .. فإن النباتات تكون ضعيفة النمو ، وتكون السيقان متخشبة ، ويقف نمو الجذور الليفية ، ويتأخر عقد الأزهار ونضج الثمار .

البوتاسيوم : تأخذ الأوراق المسنة لونًا أخضر رماديًا ، ثم يتغير إلى اللون البرونزى أو البنى المصفر ، وتلتف حواف الأوراق ، ويكون نمو النبات بطيئا ، ويضعف نمو الجذور ، ويظهر عدم تجانس فى نضج الثمرة الواحدة .

(أ) يظهر لون أصفر بين العروق فى أنسجة الورقة ، بينما تظل العروق بلون أخضر داكن . ويشترك فى هذه الأعراض كل من : الموليبدنم ، والمغنسيوم .

الموليبدنم : يكون لون الأوراق الصغيرة أخضر عاديًا ، ثم تتبرقش مع كبرها فى السن ، وتظهر بقع بنية اللون على طول حافة الورقة . تكون الأوراق غير طبيعية المظهر ، وفى القنيط تكون ضيقة جدًا ، ويكون النبات متقزمًا ، كما تكون الأقراص مفككة وغير متدمجة .

المغنسيوم : تلتف حواف الأوراق لأعلى ، ويتغير لون البقع الصفراء إلى اللون البنى ، ثم تموت هذه الأنسجة . وتظهر فى بعض النباتات صبغات أرجوانية محمرة ، بدلًا من الاصفرار ، وفى الصليبيات يظهر لون برّاق على الأوراق . وعمومًا .. يكون الساق سهل التقصف .

(ب) اصفرار الأوراق : يشترك فى هذه الأعراض كل من : الكبريت ، والنحاس ، والبتروجين .

الكبريت : تكون الأوراق السفلى سميكة ، والسيقان صلبة ورقيقة ، والجذور كبيرة .

النحاس : تكون الأوراق متدلية ، وقد تكون مطاولة ، خاصة فى الخس ، ويكون نمو النبات بطيئًا . وفى الفصل تكون الأبصال رخوة ، وحراشيفها رفيعة ، وذات لون أصفر باهت .

البتروجين : قد يعم الاصفرار كل النبات ، ويكون النبات ضعيفًا ومتقزمًا ، كما تكون الثمار والجذور أصغر من حجمها الطبيعى .

٢ – عناصر تشترك فى ظهور أعراض نقصها على الأوراق الحديثة أولًا ، وهى : الحديد ، والمنجنيز ، والزنك . ولا يحدث جفاف فى أى جزء من الورقة .

المنجنيز : تتلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر ، ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البنى ، أو تصبح شفافة . وفى البنجر تأخذ الأوراق لونًا أحمر داكنًا ، وتظهر خطوط مصفرة فى أوراق الفصل والذرة .

الزنك : تكون الأوراق الحديثة صغيرة جدًا ومبرقشة ومصفرة ، وعادة ما تظهر بها بقع ذات أنسجة ميتة . وفى الفاصوليا تظهر بقع صفراء بنية محمرة على الأوراق الفلقية . وتظهر بقواعد أعناق أوراق الذرة خطوط خضراء وصفراء عريضة . وفى البنجر يظهر اصفرار بين العروق ، وتخرق حواف الورقة ومن الأعراض الأخرى فى الذرة : تأخر ظهور الياسم (الحريرة) ، وعدم امتلاء الكيزان جيدًا لعدم تمام التلقيح .

٣ – عناصر تشترك فى ظهور أعراض نقصها أساسًا على الأنسجة النامية للجذور والسيقان ، وهى : البورون ، والكالسيوم .

البورون : تتلون حواف الأوراق أحيانًا باللون الأصفر أو البنى ، وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة الحديثة ، ويظهر تبرقش بأوراق الخضر الجذرية . وتظهر فى جذور البنجر بقع فلينية بنية أو سوداء متناثرة عادة قرب السطح ، أو قرب حلقات النمو . وتظهر فى جذور اللفت والروتاباجا مناطق كثيرة مائية بنية اللون قرب مركز الجذور . وفى القنبيط تتلون الأقراص باللون البنى . وفى البروكولى تتلون البراعم الزهرية باللون البنى . وتظهر فى سيقان كل من : القنبيط ، والبروكولى ، والكرنب مناطق مائية تصبح شقوقًا بنية اللون فيما بعد وتظهر على السطح الخارجى لأعناق الكرفس بقع طولية متحللة ، كما تظهر على أعناق أوراق السلق خطوط داكنة وتشققات .

الكالسيوم : قد تتلون الأوراق باللون الأصفر . وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة لأعلى ، وأحيانًا تكون حوافها متموجة وغير منتظمة . وعمومًا .. تظهر بقع متحللة فى الجزء العنوى للنبات وتكون السيقان ضعيفة وبطيئة النمو . ويظهر مرض تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم ، ومرض القلب الأسود فى الكرفس ، واحتراق حواف الأوراق فى الخس (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

هذا ويتطلب إرجاع الأعراض المشاهدة إلى نقص عنصر معين التسلسل فى مفتاح خاص بأعراض نقص العناصر مثل الذى وضعه English & Maynard (١٩٧٨) لمحاصيل الخضر .

التنافس بين العناصر المغذية بعضها البعض ، وتأثير ذلك على ظهور أعراض نقص العناصر :

تؤدى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، برغم توفرها فى التربة . مثال ذلك ما يلى :

تؤدى زيادة عنصر	إلى ظهور أعراض نقص عنصر
النيتروجين	البوتاسيوم
البوتاسيوم	المغنسيوم
الفوسفور	البوتاسيوم
المغنسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم	الكالسيوم
الكدميوم ، والكوبالت ، والنحاس ، والمنجنيز ، والنيكل ، والزنك	الحديد
الفوسفور	الزنك ، والحديد

كما تؤدى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى حدوث تسمم بالنبات ، وظهور أعراض شبيهة

بأعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، مثال ذلك ما يلى :

تؤدى زيادة عنصر .	إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصر
الصوديوم ، والكلور	البوتاسيوم (نتيجة لظهور احتراق بحواف الأوراق)
المنجنيز	المنجنيز أيضاً
الألومنيوم	الفوسفور
الزنك ، والنحاس ، والمنجنيز ، والكوبالت ، والنيكل ، والكروم	الحديد

العوامل المؤدية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر :

من أهم هذه العوامل ما يلى :

١ - تؤدى بعض الظروف البيئية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر ، مثال ذلك ما يلى :

تؤدى :	إلى ظهور أعراض	وهى شبيهة بأعراض نقص عنصر
الحرارة المنخفضة	صبغات بنفسجية محمرة	الفوسفور
الجفاف	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
الرياح	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
سوء الصرف	لون بنفسجى	الفوسفور
	لون أصفر	النيتروجين
	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
	اصفرار جزئى	المنجنيز - الحديد

٢ - تؤدى بعض الإصابات المرضية والحشرية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر ، مثال ذلك :

تؤدى الإصابة بـ :	إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصر
إصابات الجفور والحزم الوعائية	النيتروجين وأحيانًا البوتاسيوم
إصابات حشرية	البورون (تشوهات ، وتشجيع نمو البراعم الجانبية)
المن	البورون ، وأحيانًا البوتاسيوم
العنكبوت الأحمر	يظهر لون برونزى شاحب يخفى معه أعراض نقص بعض العناصر
إصابات مرضية وحشرية كثيرة	المنجنيز ، وربما الحديد
الرايزوكتونا فى البطاطس	الكالسيوم (التفاف حواف الأوراق العلوية)
فيروسات الاصفرار	المغنسيوم

٣ - تؤدى المعاملة بالمبيدات والأسمدة أحيانًا إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر ، مثال ذلك :

(أ) قد يصاحب الرش ببعض المبيدات ظهور أعراض ، كالتلون باللون الأصفر ، أو تلون بين العروق باللون البنى ، وكذلك تلون حواف الأوراق باللون البنى ، وهى أعراض تتشابه مع أعراض نقص النيتروجين والكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم .

(ب) قد تحدث أضرار من الأسمدة ، كتلون بين العروق باللون البنى ، ويتشابه ذلك مع أعراض نقص البوتاسيوم .

١٨ - ١ - ٢ : التعرف على الحاجة للتسميد بواسطة النباتات الحساسة للعناصر المختلفة .

يمكن التعرف على حاجة محاصيل الخضر للتسميد بزراعة النباتات الحساسة لهذه العناصر Indicator plants . فمثلاً تعتبر المحاصيل التالية أكثر حساسية من غيرها لنقص عناصر معينة ، وهى التى ينصح بزراعتها للاستدلال على نقص هذه العناصر :

ينصح بزراعة	لاكتشاف نقص عنصر
القنبيط - البروكولى - الكرنب	النيتروجين
الكيل	الفوسفور
القنبيط - البروكولى - الكرنب	الكالسيوم
القنبيط	المغنسيوم
البطاطس - الفول الرومى - القنبيط	البوتاسيوم

بنجر السكر	الصوديوم
القنبيط – البروكولى – الكرنب – البطاطس	الحديد
بنجر السكر – البطاطس	المنجنيز
بنجر السكر	البورون
القمح	النحاس
الجيليات – الكتان	الزنك
القنبيط – الخس	المولبدنم (Wallace ١٩٦١)

كما يعطى المرجع قائمة أخرى كبيرة بالنباتات الحساسة التى يمكن استخدامها فى الظروف المختلفة .

١٨ – ١ – ٣ : التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل التربة :

يستفاد من تحليل التربة فى تقدير محتواها من العناصر الغذائية ، وبالتالى فى تحديد مدى الحاجة للتسميد ، ويفتدى فى هذا الشأن بمستويات العناصر التى يجب أن تتوفر فى التربة للنمو الجيد ، كما هو مبين فى جدولى (١٨ – ١) ، (١٨ – ٢) .

جدول (١٨ – ١) : المستويات المنخفضة والمعتدلة والمرتفعة من العناصر الغذائية الأولية فى التربة (عن Mingos وآخرين ١٩٧١) .

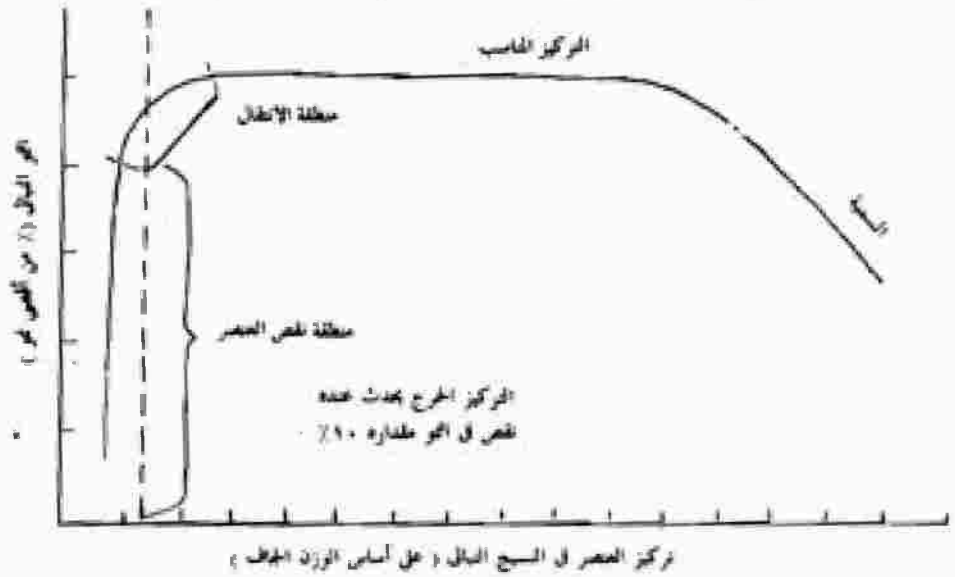
العنصر	مستويات العنصر بالكجم /فدان		
	منخفض	معتدل	مرتفع
النترات (NO_3)	صفر – ١٢	١٢ – ٣٦	٣٦ – ٤٨
الفوسفور الذائب (P)	صفر – ١٥	١٥ – ٤٥	٤٥+
البوتاسيوم المتبادل(K)	صفر – ٩٠	٩٠ – ١٨٠	١٨٠+

جدول (١٨ – ٢) : مستويات التربة من العناصر الدقيقة التى يجب أن تتوفر للنمو الجيد (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

العنصر	الذى الطبيعى		المستوى المعتدل
	(٪)	(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)
الحديد	٥,٠ – ٠,٥	٥٠٠٠٠ – ٥٠٠٠	٢٥٠٠٠
المنجنيز	١,٠ – ٠,٠٢	١٠٠٠٠ – ٢٠٠	٢٥٠٠
الزنك	٠,٠٢٥ – ٠,٠٠١	٢٥٠ – ١٠	١٠٠
البورون	٠,٠١٥ – ٠,٠٠٠٥	١٥٠ – ٥	٥٠
النحاس	٠,٠١٥ – ٠,٠٠٠٥	١٥٠ – ٥	٥٠
المولبدنم	٠,٠٠٠٥ – ٠,٠٠٠٠٢	٥ – ٠,٢	٢
الكلور	٠,١ – ٠,٠٠٦	١٠٠٠ – ١٠	٥٠

١٨ - ١ - ٤ : التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يتناسب النمو النباتي مع محتوى النبات من العناصر الغذائية ، كما هو مبين في شكل (١٨ - ١) . فلكل عنصر تركيز حرج Critical concentration في النبات ، وهو ذلك التركيز الذي يصاحبه نقص في النمو النباتي بمقدار ١٠٪ عن النمو الطبيعي . وتبدأ أعراض نقص العنصر في الظهور مع نقص تركيزه في النبات عن هذا الحد الحرج . وتفصل منطقة انتقال transition zone ما بين التركيز الذي تظهر عنده أعراض نقص العنصر ، والتركيز الذي يصاحبه النمو الطبيعي . ومع زيادة تركيز العنصر في النبات ، فإنه يصبح سامًا ، ويقل النمو النباتي تبعًا لذلك (Ulrich ١٩٧٨) .



شكل ١٨ - ١ : العلاقة بين النمو النباتي وتركيز العنصر السمادي بالأنسجة النباتية .

هذا .. ويمكن بواسطة تحليل النبات التعرف على مستويات العناصر الغذائية المختلفة به . وبمقارنة نتائج التحليل بما يجب أن يكون عليه مستوى العناصر الغذائية في النبات (جدول ١٨ - ٣) ، فإنه يمكن تقدير مدى الحاجة إلى التسميد .

ويمكن كذلك الاقتداء بجدول (١٨ - ٤) في تحديد مدى الحاجة للتسميد بمختلف العناصر الغذائية . ويعطي هذا الجدول متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية في حالات النمو الطبيعي (عن Nelson ١٩٨٥) .

والجزء النباتي الذي يستخدم في التحليل يكون عادة نصل الورقة ، أو عنق الورقة ، أو الساق . وقد تستخدم الجذور أحيانًا ، لكن أكثر الأجزاء النباتية استعمالًا هي أعناق الأوراق والعرق الوسطي المتضخم midrib . فمثلًا تستعمل :

١ – أعناق الأوراق فى البطاطس ، والطماطم ، والكرفس ، والقاوون .

٢ – العرق الوسطى المتضخم فى الخس ، والكرنب ، والجنداباء ، والذرة السكرية ، نظرًا لسهولة استعمال عينات صغيرة من هذا الجزء النباتى ، وسهولة تنظيفها وتجفيفها وطحنها . كما يكون تركيز العناصر فى أعناق الأوراق عادة أكبر بكثير مما فى الأنصال .

٣ – تفضل الأوراق لتحليل البوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والصوديوم ، والحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والموليبدنم ، والبورون ، والكبريت . ويختار لأجل ذلك ورقة حديثة مكتملة النمو .

جدول (١٨ ـ ٣) : المستوى الطبيعى للعناصر الغذائية المختلفة فى السيقان أو أعناق الأوراق (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

المحصول	العنصر بالجزء فى المليون				
	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	المغنسيوم	الكالسيوم
الفاصوليا	٤٩١	٨٣	٤٠٧٨	١٨٠	٦٩٠
فاصوليا الليما	٨٥٥	١٤١	٥٣٨٩	٢٥٢	١٥٤١
البنجر	١٥٦٠	٦٥	١١٣٢٠	٦٨	٨٤
البروكولى	٢٤٨	٢١٢	٣٧٦٤	١٤٧	٦٤٣
الكرنب	١٢٢٠	١٤٠	٣٤١٠	٢٣٤	٩٦٦
القنبيط	٦٠٠	١٠٩	٣٣١٩	٩٥	—
الكرفس	٣٩٣	٤٠٨	٤١٤٨	٢٦٨	٧٥٠
الكولارد	٧١٢	١١٤	٣٥٤٨	٢٠٢	٧٥٦
الذرة السكرية	٤٤٨	٣٤٣	٥٦٨٣	١٥٨	٣٦٣
اللوبيا	٤٤٧	٢١٥	٣٨٤٦	١٧٩	١٦٦٧
الخيار	١٣٣	٢١٥	٢٥٠٢	٤١١	٦٧٦٣
الباذنجان	١٤٣٣	٢٨٧	٤٣٨١	١١٨	١٥٤٤
الكيل	١٢٠٩	١٦٣	٦٨٩٩	٢٢٩	٧٦٣
الخس	٥٣١	٧٢	٣٢٥٢	١٠٧	١٢٧
القاوون	١١١٧	٦٦	١٥٨٦	٨٥	١١٥٠
البصل	٤٩	١١٤	٢١٦١	٢٥١	٨١١
البقدونس	١٥٤	٢١٧	١٠٣٨	١٤٧	١١٤٣
الفلفل	١٠٤٤	١٠٧	٥٦٥٢	٣٩٧	١٩٤
البطاطس	٧٧٤	٩٤	٥٦٠٢	٢١٢	١١٠٧
الفجل	٣٠٧	٨٣	٣٠١٥	٢٨٧	١١٨٣
الروبارب	٧٠	٢٣٣	٣٩٨٣	٤٥	—
فول الصويا	٣٥٧	٢٠٩	٣٢٧٠	٢٥٨	١٧٥٦
السبانخ	٧٨٩	٣٨١	٥٧١٦	٣١٤	٢٠٣
البطاطا	١٥٣	٩٤	٣١٤٤	١٦٧	٧١٣
الطماطم	٧٤٠	٢٠٠	٤١٦٧	٣٣٩	٣٨٣٧
اللفت	٢٤٩٠	٢٠٠	٣٨٧٨	٣٨٢	١٦٢٨

جدول (١٨ ـ ٤): متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية فى حالات النمو الطبيعى .

العنصر	المحتوى النباتى من العنصر (٪ على أساس الوزن الجاف)
الكربون ـ عنصر غير معدنى	٨٩,٠
الأيدروجين ـ عنصر غير معدنى	
الأكسجين ـ عنصر غير معدنى	
النيتروجين ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر أولى	٤,٠
الفوسفور ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر أولى	٠,٥
البوتاسيوم ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر أولى	٤,٠
الكالسيوم ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر ثانوى	١,٠
المغنسيوم ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر ثانوى	٠,٥
الكبريت ـ من العناصر الكبرى ـ عنصر ثانوى	٠,٥
الحديد ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٢
المنجنيز ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٢
الزنك ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠٣
النحاس ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠١
البورون ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠٦
المولبيدنم ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٠٠٢
الصوديوم ـ ـ من العناصر الصغرى	٠,٠٣
الكلور ـ من العناصر الصغرى	٠,١

يستعمل عادة نحو ٤٠ عنق ورقة أو عرق وسطى أو نصل فى كل عينة تحليل ، كما يفضل إجراء التحليل على ٣ – ٤ عينات . ويحسن أن تكون هذه العينات ممثلة لمراحل مختلفة من النمو وتغسل العينات جيدًا بالماء ، ثم تجفف فى حرارة ٦٠ – ٧٠°م فى أكياس ورقية ، ثم تطحن وتخزن فى أوعية محكمة الغلق لحين تحليلها (Lorenz & Tyler ١٩٧٨) .

هذا .. ومن المؤكد ظهور أعراض نقص النيتروجين إذا انخفض مستواه عن ٤,١٪ من الوزن الجاف للأوراق . وأفضل وقت للتحليل يكون فى مراحل النمو المبكرة .

أما المستوى الحرج للبوتاسيوم . فإنه يتراوح من ٠,٧٥ – ٢٪ بمتوسط حوالى ١,٥٪ من الوزن الجاف للنبات . ويجرى التحليل على الأوراق الحديثة المكتملة النمو . وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم بوضوح إذا انخفض تركيزه فى النبات عن هذا المستوى ، وتستجيب حينئذ للتسميد البوتاسى ، لكن نادرًا ما تستجيب النباتات للتسميد البوتاسى إذا زاد تركيزه فى النبات عن ٢٪ . ويجب إجراء التحليل خلال المراحل المتأخرة من النمو ، لأن التحليل قبل ذلك يعطى نتائج مضللة ، نظرًا لأن النباتات تمتص فى هذه المراحل المبكرة من النمو أكثر من حاجتها الفعلية من هذا العنصر (Wilcox ١٩٦٩) .

وتظهر أعراض نقص الفوسفور إذا انخفض مستواه فى النبات عن ٠,٢٪ على أساس الوزن الجاف . ويفضل إجراء التحليل فى المراحل المبكرة من النمو .

وبالمقارنة .. فإن البوتاسيوم تظهر أعراض نقصه إذا انخفض مستواه فى النبات عن ٠,٨ من الوزن الجاف (Maynard ١٩٧٩) .

ومن أكبر عيوب الاعتماد على تحليل النبات فى تقدير الحاجة للتسميد أن معظم الخضراوات سريعة النمو ، وأنه نادرًا ما تظهر أعراض نقص العناصر قبل أن تصل النباتات إلى مرحلة منتصف نموها ، وعندئذ يكون النمو سريعًا . ومع إجراء التحليل يكون الوقت قد أصبح متأخرًا بالنسبة للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ، وإن كان من الممكن إعطاء دفعات من الأزوت فى هذه المراحل المتأخرة . وبالرغم من ذلك .. فإن نتائج التحليل تفيد فى وضع البرنامج التسميدى لمحاصيل الخضر التى تزرع مستقبلاً فى نفس الحقل .

هذا .. ويفضل الرجوع إلى بعض المصادر الخاصة بتحليل الأنسجة النباتية ، مثل Reisenauer (١٩٧٨) ، و Carpenter ، (١٩٨٢) الذى يعطى الخطوات العملية لتحليل عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والحديد ، والبورون فى كل من الطماطم ، والخيار .

١٨ - ١ - ٥ : التعرف على مدى الحاجة للتسميد بتقدير كمية العناصر التى يستنفدها المحصول من التربة

لقد أمكن تقدير كميات العناصر الغذائية التى تمتصها محاصيل الخضر المختلفة من التربة . وهذه التقديرات موضحة فى جدول (١٨ - ٥) .

جدول (١٨ - ٥) : كميات العناصر التى تمتصها محاصيل الخضر من التربة .

المحصول	الجزء النباتى	المحصول أو الوزن الطازج للجزء النباتى (طن/ فدان)	كميات العناصر الممتصة من التربة (كجم/ فدان)				
			ن	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنسيوم
الخرشوف	البورات	١٠	٣٠	١٨	٩٥	١٣	٦
	السيقان والأوراق	٣٠	٥٥	١٢	٢٣٠	٧٢	١٩
الفلفل	الثمار	١,٥	٢٥	١٠	٢٠	—	—
الفاصوليا	الثمار	٢	٥٠	٣	٥	٢	٢
	الأوراق والسيقان	٧	٢١	٩	٢٠	١٣	٢
فاصوليا الليما	الثمار	١	٢٥	٦	١٢	٠,٥	٢
	الأوراق والسيقان	٤	٢٠	٦	٢٠	٤٠	٤
البنجر	الجذور	٩	٣٠	٤	٤٠	٣	٦
	الأوراق	٦	٤٠	—	٢٥	٤٥	٤٥
البروكولى	الزهرة	٩	٣٠	١٠	٢٥	—	—
الكرنب	الرؤوس	٩	٣٠	٩	٢٥	٧	٢
الجزر	الجذور	١٥	٣٠	١٢	٤٠	٦٠	٥
	الأوراق	٧	٢٥	٤	٦٠	١٠٠	٥
القنبيط	الرؤوس	٨	٣٠	٩	٢٥	٥	٣

جدول (١٨ - ٥) : يتبع .

المحصول	الجزء الباقى	المحصول أو الوزن الخارج للجزء الباقى (طن/ فدان)	كميات العناصر المنتصة من التربة (كجم/ فدان)			
			د	فو٢أ٥	بو٢أ	مغ أ
الكرفس	النمو الخضرى	١٥	٣٥	٢٠	٨٠	٦
الكولارد	الأوراق والسيقان	٥	٢٠	٤	٢٥	١
الذرة السكرية	الكيزان	٢	٩	٤	٣	١
	الأوراق والسيقان	٦	١٥	٥	٧	٣
الخيار	الثمار	٦	٦	٢	١٠	١
	الأوراق والسيقان	٣	١٥	٤	١٧	٣
الطرطوفة	الدرنات	٩	٣٠	١٩	٤٥	—
	الأوراق والسيقان	١٥	٢٠	١٠	٣٥	—
الكيل	الأوراق والسيقان	٥	٢٠	٧	١٦	٣
الجس	النمو الخضرى	١٢	٣٠	١٠	١٠	٦
الفاصولياء	الثمار	٥	١٢	٥	٢٥	٣
	الأوراق والسيقان	٢	١٠	٢	١٤	٣
الباميا	القرون	٥	٦	٢	١٢	٢
	الأوراق والسيقان	٦	٤	٢	١٢	—
البصل	الأبصال	١١	٢٥	١٠	٢٥	٢
	النمو الخضرى	٣	١٠	٢	٢٠	—
البقدونس	النمو الخضرى	٧	١٢	٣	١٠	٢
البسلة	البذور	١,٥	١٥	٣	٤	١
	الأوراق والسيقان	٩	٢٥	٨	٢٥	٨
الفاصولياء	الثمار	٢	٣	٥	٣	٠,٥
	الأوراق والسيقان	٣	٩	٨	٦	١٠
البطاطس	الدرنات	١٢	٤٠	١٢	٥٥	—
	الأوراق والسيقان	٩	٣٠	٥	٥٥	٩
الفرع العسل	الثمار	٩	١٨	٤	٢٠	٣
	الأوراق والسيقان	٣	١٢	٣	١١	٦
البروتاباجا	الجذور	٩	١٨	٥	١٥	٢
	النمو الخضرى	١٢	—	٩	٣٠	٣
السانح	النمو الخضرى	٦	٣٠	٩	٢٥	٤
الكوسة	الثمار	٨	٩	٣	١٥	٠,٢
	الأوراق والسيقان	٨	٢٧	٣	٢٧	١٠
البطاطا	الجذور	٨	٢٢	٧	٣٥	٥
	الأوراق والسيقان	٧	٢٠	٥	٣٥	٤
الطماطم	الثمار	١٢	٣٠	٩	٤٠	٤
	الأوراق والسيقان	٢	٢٠	١١	٥٥	٩
اللفت	الجذور	٩	٢٥	٨	٣٥	٢
	النمو الخضرى	٩	٤٠	٤	١٦	٨

ويمكن الاستعانة بهذه التقديرات ، بالإضافة إلى نتائج تحليل التربة فى تقدير مدى الحاجة للتسميد . ورغم أن جدول (١٨ - ٥) يُبيّن كميات العناصر التى تصل إلى الجزء المستهلك اقتصاديًا من النبات - وهو الذى يُزال نهائيًا من الحقل - والكميات التى تصل إلى أجزاء النبات الأخرى ، وهى التى تعود إلى الحقل مرة أخرى ، إلّا أنه يجب توفير الكمية الكلية التى يحتاجها النبات لكى ينمو نموًا جيدًا . ويلاحظ من الجدول مدى ضآلة كمية الفوسفور التى تمتصها النباتات من التربة ، ولكن يجب أن يتوفر الفوسفور بالتربة بكميات أكبر من ذلك بكثير ، حتى يمكن

للنباتات امتصاص حاجتها من هذا العنصر . ويلاحظ أيضًا أن الخضر الورقية تزيل كميات أكبر من العناصر الغذائية من التربة ، بالمقارنة بالخضر البذرية .

١٨ - ٢ : الأسمدة العضوية

١٨ - ٢ - ١ : أهمية التسميد العضوى :

ترجع أهمية الأسمدة العضوية إلى التأثير الذى تحدثه على طبيعة وبيولوجى وخصوبة التربة .

تأثير الأسمدة العضوية على طبيعة التربة

تقوم البكتريا التى تعمل المادة العضوية بإنتاج الدبال humus ، وهو مجموعة من المواد الكربوهيدراتية المعقدة التى تعمل على لصق حبيبات التربة ببعضها البعض ، وتكوين تجمعات أكبر حجمًا ، مما يزيد من مسامية التربة الثقيلة ونفاذيتها وتحسن تهويتها ، كما يزيد من تماسك الأراضى الرملية الخفيفة ومن مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ، ذلك لأن جزيئات الدبال ذات سطح كبير محب للماء ، وقادر على امتصاص كميات كبيرة منه .

هذا .. إلا أنه من الصعوبة بمكان زيادة نسبة المادة العضوية فى التربة بدرجة كبيرة بصفة دائمة عن طريق التسميد العضوى . ففى إحدى التجارب أضيف حماد الماشية للتربة بمعدل : صفر ، ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ طن/ للفدان سنويًا لمدة ٢٥ سنة . ورغم أن معاملات التسميد هذه أحدثت زيادة جوهرية فى نسبة المادة العضوية فى التربة ، إلا أن هذه الزيادة كانت طفيفة جدًا ، فلم تتعد ٢,٥٪ فى أعلى معاملات التسميد ، كما يتضح من جدول (١٨ - ٦) . وبرغم أن الكثافة الظاهرية للتربة قد ازدادت فى كل معاملات التسميد ، كما ازدادت درجة ثبات تجمعات التربة فى المعاملات المرتفعة من التسميد ، إلا أن معاملات التسميد هذه (جدول ١٨ - ٦) لم يكن لها أى تأثير على نقطة الذبول الدائم ، ولا على درجة نفاذية التربة (Klute & Jacob ١٩٤٩) .

جدول (١٨ - ٦) : تأثير التسميد العضوى بمعدلات مختلفة لمدة ٢٥ سنة على نسبة المادة العضوية فى التربة .

كمية السماد المضافة (طن / فدان)	النسبة المئوية للمادة العضوية على عمق (سم)		
	صفر - ١٥	١٥ - ٣٠	٣٠ - ٤٥
صفر	٢,٣	١,٥	٠,٥
١٠	٢,٧	١,٨	٠,٦
٢٠	٣,٢	٢,٣	٠,٧
٤٠	٤,٣	٢,٧	٠,٩

تأثير الأسمدة العضوية على بيولوجى التربة :

تعتبر المادة العضوية مصدرًا للغذاء والطاقة بالنسبة للكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة . ويؤدى تنويع مصادر الأسمدة العضوية المضافة إلى تنويع هذه الكائنات ، كما تعمل الكائنات الدقيقة التى تحلل المادة العضوية على إنتاج مضادات حيوية أثناء نموها ، ولذلك تأثيره على نمو النباتات ، وعلى التوازن بين الكائنات الدقيقة المفيدة والضارة فى التربة .

تأثير المادة العضوية على خصوبة التربة :

تؤثر المادة العضوية على خصوبة التربة بطرق مباشرة وغير مباشرة كالتالى :

١ – تزيد المادة العضوية من خصوبة التربة عند تحللها ، حيث يتيسر ما بها من عناصر لامتصاص النبات .

٢ – يتكون عند تحلل المادة العضوية بعض الأحماض التى تساعد على تيسر بعض العناصر . فغاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينطلق عند تحلل المادة العضوية يذوب فى الماء ، مكونًا حامض الكربونيك الذى يعمل على ذوبان الكثير من المركبات القليلة الذوبان ، ويجعل بعض العناصر ، مثل الفوسفور ، فى صورة ميسرة لامتصاص النبات .

٣ – يزيد الدبال من السعة التبادلية الكاتيونية للتربة ؛ ولذلك أهمية كبيرة فى الأراضى الرملية .

٤ – تتيسر العناصر الموجودة فى المادة العضوية – خاصة الأزوت – ببطء ، ولذلك أهميته فى الأراضى الرملية التى تتعرض فيها الأسمدة للفقد بالرشح .

٥ – يمنع الدبال تثبيت الفوسفور فى الأراضى الشديدة الحموضة باتحاده مع كل من : الحديد ، والمنجنيز ، والألومنيوم ، فينطلق الفوسفور بدلًا من أن يثبت فى صورة أملاح الفوسفات لهذه المعادن التى تتوفر بشدة فى الأراضى الحامضية .

١٨ – ٢ – ٢ : أنواع الأسمدة العضوية

تتنوع الأسمدة العضوية حسب مصادرها ومكوناتها كالتالى :

الأسمدة الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية Animal Manure

وهى جميع الأسمدة التى تتكون أساسًا من مخلفات حيوانات المزرعة ، والمبينة فى جدول (١٨ – ٧) . ويتضح من الجدول اختلاف الأسمدة العضوية الحيوانية فى محتواها من كل من النيتروجين والفوسفور . وأغناها فى النيتروجين هى تلك المتحصل عليها من الرومى ، والبط ، والأوز ، والدجاج . وأفقرها هى المتحصل عليها من الماشية ، والخيل . وأغنى الأسمدة الحيوانية فى الفوسفور هو سماد البط ، وأفقرها سماد الماشية . هذا .. بينما تعتبر جميع الأسمدة العضوية الحيوانية فقيرة نسبيًا فى البوتاسيوم . ويتضح بصورة عامة أن سماد الأغنام أغنى فى النيتروجين والفوسفور من

سماد الماشية ، وأن سماد البط والدجاج والرومى من أفضل الأسمدة ، وأن أفقرها سماد الماشية والخيل . وفى مصر يطلق اسم « سماد بلدى » على كل الأسمدة ذات المصدر الحيوانى ، باستثناء زرق الحمام والحوانو (مخلفات الطيور البحرية) .

جدول (١٨ ـ ٧) : محتوى الأسمدة العضوية الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية من كل من النيتروجين (N) ، والفوسفور (P_2O_5) والبوتاسيوم (K_2O)

نوع السماد الحيوانى (المخلفات)	محتوى السماد (كجم / طن) من كل من			
	الرطوبة (٪)	N	P_2O_5	K_2O
الماشية	٨٦	٥	١,٥	٤,٥
البط	٦١	١٠	١٣	٤,٥
الإوز	٦٧	١٠	٥	٤,٥
الدجاج	٧٣	١٠	٨	٤,٥
الخيل	٨٠	٦	٢	٤,٥
الأغنام	٦٨	٩	٧	٣,٥
الرومى	٧٤	١٢	٦	٤,٥

ويشيع فى مصر استخدام زرق الحمام (الرمال) فى تسميد حقول الخضر ، وهو سماد عضوى كامل يحتوى على ٤٪ ن و ٥٪ فو٢ أ٥ ، و ٣٪ بو٢ . ويلاحظ أنه أغنى بكثير جدًا من الأسمدة السابقة الذكر فى العناصر الغذائية الأولية . وهو يستخدم بكثرة فى تسميد البطيخ والشمام . وتجب مراعاة أن قيمته التسميدية تنخفض كثيرًا إذا كان مخلوطًا بالأتربة ، أو القش ، أو زرق الدواجن . وهو يباع بالأردب الذى يزن نحو ١٣٠ كجم (أو زكيبة تقريبًا) .

ويوضح جدول (١٨ ـ ٨) محتوى الأسمدة البلدية المحلية من النيتروجين . ويلاحظ أن محتواها يقل كثيرًا عما هو مبين فى جدول (١٨ ـ ٧) ، وربما كان ذلك راجعًا إلى عدم الاستفادة الكاملة من بول الحيوانات ، أو إلى زيادة التراب والقش بالفرشة ، وإلى فقد بعض العناصر السمادية عند تجهيز السماد . ويتضح من جدول (١٨ ـ ٨) أن المتر المكعب من السماد البلدى يعادل فى محتواه من النيتروجين ١ م٣ من السبلة الجافة المتحللة ، أو $\frac{١}{٤}$ م٣ من البودريت ، أو $\frac{١}{٥}$ م٣ من زبل الحمام (ملحوظة : ١ م٣ = ٤٠ مقطف = ١٠ غبيط حمار = ٥ غبيط جمل) .

جدول (١٨ ـ ٨) : محتوى بعض الأسمدة البلدية المصرية من النيتروجين

السماد	النيتروجين (٪)	وزن ١ م٣ (كجم)	كمية النيتروجين فى ١ م٣ (كجم)
سماد ماشية	٠,٣	١٠٠٠	٣
سبلة جافة متحللة (سماد خيل)	١,١	٢٨٠	٣
زبل حمام	٤,٠	٤٠٠	١٦
بودريت	١,٥	٨٠٠	١٢

هذا .. وتتوقف نوعية وجودة السماد الحيوانى على العوامل التالية :

١ - نوع الحيوان ، ونوع علفته ، وعمره . فالحيوانات الصغيرة سمادها أقل فى محتواه من الأزوت والفوسفور .

٢ - كمية ونوع الفرشة التى تستخدم فى جمع مخلفات الحيوان .

٣ - طرق جمع السماد وحفظه ، حيث تقل قيمة السماد كثيرًا عند حفظه فى العراء ، أو فى أماكن رديئة الصرف ، وكذلك تقل قيمة السماد عند عدم العناية بجمع بول الحيوانات .

ونظرًا لفقر معظم الأسمدة العضوية فى الفوسفور ، لذا تفضل إضافة نحو ٢٥ كجم من سماد السوبر فوسفات/طن من السماد الحيوانى .

الأسمدة العضوية الناتجة من المخلفات النباتية

تتنوع المخلفات النباتية ، ومن أهمها ما يلى :

١ - مخلفات حقول الخضر

تختلف الخضراوات كثيرًا فى كمية المادة العضوية التى تخلفها فى التربة ، فبينما يحصد على سبيل المثال - معظم المادة العضوية التى تتكون فى حقل من الكرنب ، فإنه لا يحصد سوى جزء يسير من المادة العضوية التى تتكون فى حقل من الذرة السكرية ، ويعود الباقى إلى الحقل . وعليه .. فإن معدل فقد المادة العضوية من التربة يكون أكبر فى الحالة الأولى ، عنه فى الحالة الثانية .

٢ - البيت موس Peat moss

يستخدم البيت موس فى العديد من الدول كسماد عضوى ، بدلًا من السماد الحيوانى . والبيت مادة عضوية بنية اللون ، إسفنجية ، خالية من الكائنات المسببة للأمراض ، وذات مقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة وتفاعلها حامضى . والبيت سريع التحلل ، ولا يبقى كثيرًا فى التربة . ومن الطبيعى ألا يشجع استخدام البيت كسماد عضوى إلّا فى الدول التى تتوفر بها مساحات شاسعة منه .

٣ - المكمورة Compost

وهى تحوى إلى جانب المخلفات النباتية بعض المخلفات الحيوانية والتربة بعد تركهما معًا إلى أن تتحلل مكونات المكمورة من المادة العضوية .

الأسمدة الخضراء Green manure

الأسمدة الخضراء هى تلك التى تزرع لغرض قلبها فى التربة بعد نموها ، وليس لغرض أخذ محصول منها . ويوجد منها نوعان :

١ – نوع يزرع كغطاء للتربة cover crop ، حيث تزرع نباتاته لغرضين هما : المحافظة على التربة من التعرية ، وتحسينها بقلبها فيها . وهي تزرع غالبًا في الأوقات التي لا تزرع فيها الخضروات .

٢ – نوع يسمى أسمدة خضراء green manure crops ، وتزرع نباتاته لأجل تحسين التربة فقط ، وتقلب فيها وهي ما زالت خضراء ، وهي تزرع غالبًا في الأوقات المناسبة لزراعة الخضر ، وعليه .. فهي تشغل الأرض في وقت يمكن فيه استغلالها في زراعة الخضر .

هذا .. ويجب أن تؤخذ العوامل التالية في الاعتبار عند اختيار نوع محصول التسميد الأخضر :

١ – مدى تأقلم المحصول على الظروف الجوية السائدة خلال موسم النمو المراد زراعته خلاله .

٢ – مدى تأقلم النبات على تربة المزرعة

٣ – مواصفات النمو الجذري ، ومدى تعلغله في التربة .

٤ – مدى سهولة قلب النمو الخضري في التربة .

٥ – كمية المادة العضوية التي ينتجها المحصول في الوقت المتاح نموه قبل زراعة الحقل بالخضروات . وتجدر الإشارة إلى أن كمية المادة العضوية التي ينتجها المحصول هي الأساس في المفاضلة بين الأنواع النباتية المختلفة ، فالهدف هو تحسين خواص التربة . ويجب تفضيل محصول غير بقولي ينتج كمية كبيرة من المادة العضوية على محصول بقولي ينتج كمية قليلة من المادة العضوية ، لأن الأزوت يمكن إضافته للتربة في صورة معدنية . ومن المحاصيل التي تزرع عادة لغرض استخدامها كسماد أخضر البرسيم ، والفوبيا ، والفول الرومي .

ومن أهم مزايا استخدام الأسمدة الخضراء ما يلي :

١ – يؤدي قلب السماد الأخضر في التربة إلى إعادة العناصر الغذائية التي امتصتها النباتات إلى التربة ، ومعها كمية من المادة العضوية .

٢ – تؤدي محاصيل التسميد الأخضر مهمتين بالنسبة للعناصر الغذائية في التربة : الأولى امتصاص العناصر من أعماق مختلفة ، ثم إضافتها إلى الطبقة السطحية بعد قلب المحصول في التربة ، والثانية امتصاص العناصر الغذائية والاحتفاظ بها ، بدلًا من فقدها بالرشح لحين قلب المحصول في التربة .

٣ – تضيف المحاصيل البقولية كميات إضافية من الأزوت للتربة .

٤ – تعتبر المادة العضوية المضافة عن طريق السماد الأخضر أكثر فائدة من كمية مماثلة مضافة على سطح التربة في صورة أسمدة عضوية ، لأن جزءًا من المادة العضوية المضافة عن طريق السماد الأخضر يكون في صورة جذور نباتات تتخلل التربة لأعماق كبيرة ، وتعطي عند تحللها توزيعًا عميقًا للمادة العضوية في التربة . كما تترك عند تحللها أنفاقًا تتخلل التربة لأعماق كبيرة ، مما يساعد على تحسين مسامية التربة وتهويتها . وذلك أمر يستدعي الاهتمام بالمجموع الجذري للأسمدة الخضراء .

٥ – تساعد الأسمدة الخضراء على تثبيت التربة وحفظها من التعرية ، خاصة فى المناطق الغزيرة الأمطار ، أو المعرضة للرياح القوية .

هذا .. ويجب أن يكون الهدف من زراعة نباتات تحسين التربة هو الحصول على أكبر قدر ممكن من النمو فى الوقت المتاح ، ولذلك تجب مراعاة ما يلى عند زراعتها :

١ – أن تكون الزراعة كثيفة ، عما هى فى حالة الزراعة العادية . وتكون الزراعة إما على مسافات ضيقة ، أو نثرًا حسب المحصول . وتبلغ كمية التقاوى للفدان نحو ٤٠ كجم فى اللوبيا ، و ٢٥ كجم من فول الصويا ، و ٤٥ كجم من الفول الرومى ، و ٣٥ كجم من البسلة ، و ١٢ كجم من حشيشة السودان .

٢ – العناية بتسميدها ، كما لو كانت تزرع لأجل الحصول على محصول منها ، لأن فى ذلك استثمارًا كبيرًا للأسمدة المضافة .. فهذه الأسمدة ستعود للتربة مرة أخرى لتستفيد منها الخضر المزروعة ، كما ستعمل على تشجيع نمو خضرى جيد فى نباتات التسميد الأخضر ؛ مما يزيد من كمية المادة العضوية المضافة للتربة . وفى حالة عدم توفر الأسمدة يعتبر من الأجدى إضافة جزء من السماد المخصص للمحصول الخضر إلى نباتات التسميد الأخضر المزروعة قبل الخضر .

٣ – عند استخدام البقوليات كأسمدة خضراء يجب تلقيح بذورها ببكتريا العقد الجذرية الخاصة بها فى حالة زراعتها لأول مرة بالحقل (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

ويتوقف موعد قلب النباتات المستعملة كسماد أخضر فى التربة على عاملين هما :

١ – موعد زراعة محصول الخضر التالى فى الدورة .

٢ – الفترة التى يستغرقها تحلل نباتات السماد الأخضر . وتتوقف الفترة التى تستغرقها نباتات السماد الأخضر حتى تتحلل على كل من : درجة الحرارة ، ونسبة الرطوبة فى التربة ، وعلى مدى تقدم النباتات المستعملة كسماد أخضر فى النمو عند قلبها فى التربة ، وكذلك على نسبة الكربون إلى النيتروجين بها .

هذا .. ويؤدى قلب السماد الأخضر فى التربة إلى حدوث نقص مؤقت فى الأزوت ، نتيجة استهلاكه من قبل الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المادة العضوية . ورغم أن ذلك الأزوت يعود للتربة مرة أخرى ، إلا أن هذا النقص المؤقت يؤثر على نمو نباتات الخضر المزروعة إذا زرعت قبل تحلل السماد الأخضر المضاف .

ولإسراع تحلل المادة العضوية ، وتلافى النقص المؤقت فى الأزوت تجب مراعاة ما يلى :

١ – تسميد نباتات السماد الأخضر جيدًا بالأزوت أثناء نموها ، حيث يؤدى ذلك إلى زيادة النمو الخضرى ؛ ومن ثم زيادة فائدته كسماد أخضر . ومن ناحية أخرى .. فإن ذلك يؤدى إلى زيادة محتوى النبات من النيتروجين . ويمكن اعتبار ذلك التسميد الأزوتى جزءًا من المقرر الأزوتى الذى يعطى للمحصول التالى ، حيث سيعود للتربة بعد تحلل السماد الأخضر .

٢ - قلب السماد الأخضر فى التربة وهو ما زال فى حالة غضة ، وقبل أن يبدأ فى الإزهار ، حيث تبلغ نسبة المادة الجافة به فى ذلك الوقت نحو ٢٠٪ . ويؤدى التأخير فى قلب السماد عن ذلك إلى زيادة نسبة المادة الجافة ، ولكنه لا يتحلل بسرعة .

٣ - إضافة كمية من السماد الأزوتى للتربة عند قلب السماد الأخضر بها بمعدل نحو ١٠ كجم آزوت/ طن من المادة الجافة المقلوبة من الأسمدة الفقيرة فى نسبة النيتروجين . هذا .. ولا يلزم ذلك الإجراء عند التسميد الأخضر بالمحاصيل البقولية الغنية بالأزوت .

٤ - يجب أن تمر فترة لا تقل عن شهرين بين قلب المحصول فى التربة ، وزراعة المحصول الجديد ، حتى يتم التحلل .

٥ - ولإسراع التحلل يراعى إجراء ما يلى :

(أ) تقطيع النباتات إلى أجزاء صغيرة ، ثم حرثها فى التربة ، بحيث لا تظهر فوق سطح الأرض .

(ب) رى الأرض بغزارة بعد قلبها فى التربة .

(جـ) إضافة سيانامید الجير الذى يسرع من التحلل (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

١٨ - ٢ - ٣ : تخضير الأسمدة العضوية

الأسمدة الحيوانية

يستخدم السماد الحيوانى إما طازجًا ، حيث يخلط بتربة الحقل قبل تحلله ، أو بعد أن يكون قد تحلل جزئيًا .

وأهم مزايا استخدام السماد الطازج ما يلى :

١ - تقليل الفقد فى العناصر الغذائية من السماد .

٢ - تؤدى نواتج تحلل المادة العضوية وهى فى التربة إلى تحول بعض العناصر الغذائية من صور غير ذائبة إلى صورة ذائبة ميسرة لامتصاص النبات .

٣ - تضاف الكائنات الحية الدقيقة للتربة مع السماد العضوى الطازج .

ولكن يعاب على استعمال السماد الطازج ما يلى :

١ - احتمال احتراق النباتات ، نتيجة سرعة تحلل البول الموجود بالسماد ، خاصة فى الأراضى الخفيفة المسامية .

٢ - حدوث نقص مؤقت فى النيتروجين بالتربة ، نتيجة استهلاكه بواسطة الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المادة العضوية المضافة .

٣ – قد تؤدى المادة العضوية غير المتحللة إلى عدم تحرك الماء بحرية فى التربة ، كما قد تتعارض مع حرث وتجهيز التربة .

٤ – غالبًا ما يحتوى السماد الطازج على بذور الحشائش ومسببات الأمراض .

لكن هذه العيوب يمكن تلافيها بسهولة بخلط السماد الحيوانى الطازج فى التربة قبل الزراعة بوقت كاف يسمح بتحلله جزئيًا .

ومع ذلك .. فنادرًا ما تكون التربة جاهزة لتوزيع السماد بها عندما يكون السماد الطازج جاهزًا للاستعمال ، كما أن السماد الحيوانى يتم إنتاجه على مدى فترة زمنية طويلة ، ولذلك يجب جمعه وتخزينه والمحافظة عليه قبل توزيعه فى الحقل . وفى هذه الأثناء يجب توفير الظروف المناسبة للمحافظة على العناصر الغذائية بالسماد من الفقد ، ولكى يتحلل السماد جزئيًا .

ومن أهم مزايا استعمال السماد المتحلل هى تلافى كل عيوب استعمال السماد الطازج . ولكن يعاب على استعمال السماد المتحلل جزئيًا تعرض العناصر الغذائية للفقد . ويمكن تقليل هذا الفقد إلى أقل حد ممكن بمراعاة ما يلى :

١ – العناية بجمع بول الحيوانات .

٢ – تجنب الفقد بالتخمر بإبقاء كومة السماد رطبة منضغطة .

٣ – تجنب الفقد بالرشح . بجعل كومة السماد فى أرض بعيدة فى مستوى الماء الأرضى .

٤ – تجنب احتراق كومة السماد بإضافة الماء إليها ، وتقليبها من آن لآخر (٢ – ٣ مرات) ، علمًا بأن ذلك يساعد أيضًا على تجانس التحلل فى كومة السماد .

الكمورة

الكمورة Compost عبارة عن كومة تحوى مخلوطًا من المواد العضوية ، مثل بقايا نباتات المزرعة والمخلفات الحيوانية ، حيث يخلط بالتربة مع ترطيبهما إلى أن يتم تحللهما . وتسمى هذه العملية باسم composting ، والسماد الناتج باسم السماد العضوى الصناعى artificial manure .

ويجب عند تحضير الكمورة أن يستفاد من كل مخلفات المزرعة ، مثل بقايا النباتات ، والقمامة ، والقش ، والحشائش ، وكذلك المخلفات الحيوانية ، وإن كان ذلك ليس شرطًا لعمل الكمورة . وتخصص مساحة ٦ م² لكل طن من المادة العضوية المراد خلطها فى الكمورة ، على أن يكون مكان الكمورة قريبًا من مصدر الماء العذب لاحتياجها إلى كميات كبيرة من الماء طوال فترة التسمير لتشجيع تحلل المادة العضوية . ويضاف السماد الكيمائى للمخلوط بمعدل ٢٠ كجم سلفات نشادر ، و ٤ كجم سوبر فوسفات ، و ٢٠ كجم كربونات كالسيوم . ويخلط كل ذلك مع نحو ١٠٠ كجم من التربة لكل طن من المادة العضوية ، أيًا كان نوعها . وتزداد مقادير الأزوت والفوسفور المضافة بزيادة نسبة الكربون إلى النيتروجين فى عناصر الكمورة . وترجع أهمية كربونات

الكالسيوم المضافة إلى أنها تعمل على معادلة التأثير الحامضي لسلفات النشادر ، وما يتكون من أحماض أثناء التحلل .

وتجب المحافظة على رطوبة الكومة بصورة دائمة ، مع مراعاة عدم زيادتها أكثر من اللازم ، فترش بالماء كلما لزم الأمر . والرطوبة المثلى هي تلك التي تتسبب في ترطيب اليد ، دون أن يتساقط الماء عندما يضغط باليد على عينة من السماد من على عمق ٢٠ سم تقريبًا .

ويراعى تقليب الكومة جيدًا بعد شهر ونصف من تجهيزها ، ثم بعد شهر آخر ، ثم بعد ١٥ يومًا أخرى إذا لزم الأمر . ويستلزم تمام التحلل نحو ٣ - ٣,٥ شهرًا في الجو الدافيء . وبعد تمام التحلل يمكن خزن السماد الناتج في حيز أصغر ، وكبسه ، مع استمرار ترطيبه بالماء وحمايته من الحرارة . ويعطى الطن الواحد من المخلفات نحو ٢,٥ م٣ من السماد .

هذا .. وتقوم بعض الشركات بتصنيع أسمدة عضوية تسوقها تحت أسماء تجارية مختلفة ، مثال ذلك Karya organic fertilizer الذي يستغرق تجهيزه ستين ، وهو عبارة عن دبال humus غني بالعناصر ، ويستمر تحلله في التربة بعد إضافته إليها . ويحتوى هذا السماد على العناصر الغذائية التالية (بالجزء في المليون) : N = ١٢٠ ، P = ١٥٤ ، K ≤ ٥٠٠ ، Mg = ٣٦٥ ، Ca ≤ ٢٠٠٠ ، Mn = ٧,٢ ، Na = ٣٣٥ ، Cl = ١٠٧ ، Fe = ٦٠ . هذا .. بالإضافة إلى جميع العناصر الدقيقة الأخرى ، وبه الـ pH = ٧,١ ، والـ EC = ٩ [كتالوج الشركة] .

١٨ - ٢ - ٤ : تحلل المادة العضوية

عند قلب المادة العضوية في التربة ، فإن نسبة الكربون إلى النيتروجين تكون عادة عالية في البداية ، حيث تبلغ نحو ٥٠ : ١ ، ومع تحلل المادة العضوية تنطلق كميات كبيرة نسبيًا من ثاني أكسيد الكربون ، وكميات قليلة نسبيًا من النيتروجين النشادري والأمونيومي ، فتضيق النسبة تدريجيًا . ويستمر ذلك مع استمرار تحلل المادة العضوية ، حتى تصل نسبة الكربون إلى النيتروجين نحو ١٠ : ١ ، وتظل النسبة ثابتة بعد ذلك ، برغم استمرار تحلل المادة العضوية . ويعني ذلك أن المادة العضوية التي توجد في صورة متقدمة من التحلل تكون نسبة الكربون إلى النيتروجين بها ١٠ : ١ مهما كانت النسبة في بداية التحلل . لذلك نجد أن المادة العضوية التي بها نسبة كبيرة من الكربون إلى النيتروجين تعطى عند تحللها كمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون ، وكمية أقل من الدبال humus ، وهو الناتج النهائي للتحلل .

تقسيم المواد العضوية حسب نسبة الكربون إلى النيتروجين بها

تقسم المواد العضوية حسب نسبة الكربون إلى النيتروجين بها إلى الأقسام التالية :

١ - مواد ذات نسبة متقاربة جدًا very narrow ، مثل : بول الحيوانات (١/١٠) ، والبقوليات في الأطوار المبكرة من نموها (١/١٥ - ١/٢٠) .

٢ – مواد ذات نسبة متقاربة ، مثل : البقوليات فى الأطوار المتأخرة من نموها (١/٢٠) ، وغير البقوليات فى الأطوار المبكرة من نموها (١/٢٠) .

٣ – مواد ذات نسبة كبيرة ، مثل القش المتحلل ، والأوراق المتحللة (١/٦٠) ، وغير البقوليات فى الأطوار المتأخرة من نموها (١/٦٠) .

٤ – مواد ذات نسبة كبيرة جدًا مثل : القش (١/٨٠) ، والأوراق (١/٨٠) ، ونشارة الخشب (١/٤٠٠) . (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

وعمومًا .. تتوقف نسبة الكربون إلى النيتروجين على مرحلة النمو النباتى ، فتكون النسبة أوسع كلما تقدمت النباتات فى النمو ، وكذلك فى النباتات غير البقولية ؛ عنها فى النباتات البقولية .

العوامل المؤثرة على سرعة تحلل المادة العضوية

يتم تحت الظروف المناسبة تحلل نصف كمية المادة العضوية الطازجة المضافة (سماد حيوانى ، أو سماد أخضر) فى خلال ٢ – ٣ أسابيع ، ونحو ٣/٤ الكمية المضافة فى خلال ٤ – ٦ أسابيع . وتتأثر سرعة تحلل المادة العضوية بالعوامل التالية :

١ – درجة الحرارة : حيث تخضع سرعة التحلل لقانون : فان هوف Vant Hoff ، فتزداد سرعة التحلل إلى الضعف مع كل زيادة مقدارها ١٠ درجات مئوية بين درجتى حرارة صفر ، ٣٥° م .

٢ – تهوية التربة : لأن الأوكسجين ضرورى لتأكسد المواد العضوية ، ولتنفس الكائنات الدقيقة فى التربة .

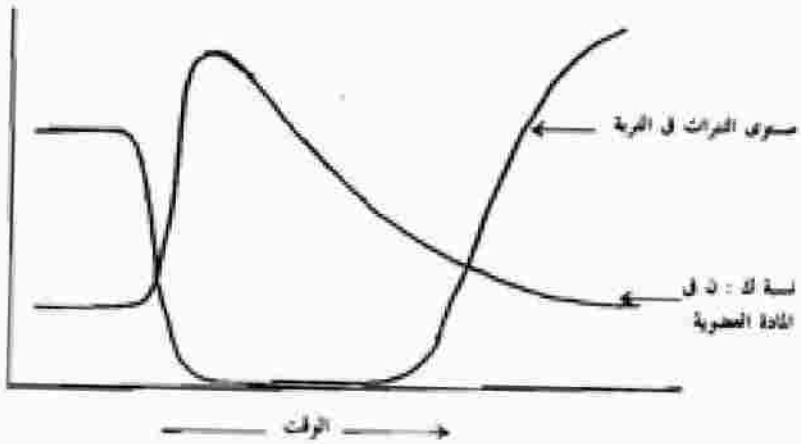
٣ – الرطوبة الأرضية : لضرورتها لنمو الكائنات الدقيقة ، ولإتمام التفاعلات التى تحدث أثناء التحلل .

٤ – pH التربة : حيث تكون كائنات التربة فى أعلى درجات نشاطها بين pH ٦ – ٦,٥ .

نواتج تحلل المادة العضوية

عند تحلل المادة العضوية ، فإنها إما أن تتأكسد كلية ، أو تتحلل إلى مواد وسطية تسمى الدبال humus . ومن المواد التى تتأكسد أو تتحلل كلية المركبات العضوية البسيطة ، كالسكريات ، والنشويات ، والهيمسيليلوز ، والبروتينات البسيطة . فالسكريات تتأكسد إلى ك أ ، وماء ، وحرارة ، مع صور أخرى للطاقة . والبروتينات البسيطة تتأكسد فى وجود الماء إلى ك أ ، وماء وأمونيا ، وطاقة . والبروتينات المركبة المحتوية على الكبريت تتأكسد فى وجود الماء إلى ك أ ، وماء ، وأمونيا ، وكبريتيد الأيدروجين . هذا .. وتتحول الأمونيا إلى نيتروجين نترانى ، ويتحول كبريتيد الأيدروجين إلى كبريتات . والمعادن تتحد مع بعض الأنيونات ، مكونة أملاحًا ، أو تبقى فى المحلول

الأرضي كأيونات . وتفيد المركبات التي تتأكسد كلية في إمداد كائنات التربة الدقيقة بالطاقة ، كما تفيد في إمداد النبات ببعض العناصر الضرورية . هذا .. ويتغير مستوى النترات في التربة أثناء تحلل المادة العضوية حسبما يظهر في شكل (١٨ - ٢) .



شكل ١٨ - ٢ : التغير في نسبة ك : ن في المادة العضوية أثناء تحللها ، وعلاقة ذلك بمستوى النترات في التربة (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

أما الدبال ، فهو مركب وسطي لتحلل المادة العضوية . وهو ناتج من نشاط الكائنات الدقيقة في التربة عليها ، ويوجد في صورة غروية ، وله أهميته القصوى في زيادة السعة التبادلية للتربة . والدبال عبارة عن مادة عضوية متقدمة كثيرًا في درجة تحللها . وهو مادة غير متجانسة ، ليس له تركيب كيماوي محدد ، ولونه بني داكن ، ويتكون من بقايا نباتية وحيوانية متحللة مع بقايا خلايا كائنات التربة نفسها . والدبال غير ثابت التركيب ، ويتغير باستمرار في التربة ببطء .

يشكل اللجنين نحو ٤٠ - ٤٥٪ من الدبال ، ويدخل البروتين في تركيبه بنسبة ٣٠ - ٣٥٪ ، أما الباقي ، فهو عبارة عن دهون وشموع ومواد أخرى . واللجنين بالدبال ذو أصل نباتي ، أما البروتين ، فإنه يرجع إلى نشاط الكائنات الدقيقة في التربة (Millar وآخرون ١٩٦٥) .

١٨ - ٣ : الأسمدة الكيمائية

تشتمل الأسمدة الكيمائية Fertilizers على كل المركبات الكيمائية التي تضاف للتربة، أو تستخدم رشًا على النباتات بهدف تغذيتها . ويستبعد من ذلك الأسمدة العضوية ، والمركبات التي تستخدم في تعديل الرقم الأيدروجيني للتربة .

١٨ - ٣ - ١ : الأسمدة الكيمائية البسيطة

الأسمدة الكيمائية البسيطة هى تلك الأسمدة التى تتكون من مركب كيمائى واحد ، وتحتوى على عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات . ويوضح جدول (١٨ - ٩) نسبة ما تحتويه بعض الأسمدة البسيطة من العناصر السمادية الرئيسية ، وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

جدول (١٨ - ٩): محتوى بعض الأسمدة البسيطة من عناصر النيتروجين ، والفسفور ، والبوتاسيوم

السماد	النسبة المئوية لمحتوى السماد من[١]		
	النيتروجين(N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
نترات الأمونيوم	٣٣ - ٣٣,٥	–	–
فوسفات الأمونيوم	١١	٤٨,٨	–
كبريتات الأمونيوم	٢٠,٥	–	–
الأمونيا السائلة	٨٢	–	–
سيانيد الكالسيوم[٢]	٢١	–	–
نترات الكالسيوم	١٥,٥	–	–
نترات البوتاسيوم	١٣	–	٤٤
نترات الصوديوم	١٦	–	–
اليوريا[٢]	٤٢ - ٤٦	–	–
السوبر فوسفات العادى	–	١٦ - ٢٠	–
السوبر فوسفات الثلاثى	–	٤٢ - ٤٧	–
كبريتات البوتاسيوم	–	–	٤٨ - ٥٢
كلورور البوتاسيوم (مورات البوتاسيوم)	–	–	٤٨ - ٦٢

(١) للتحويل من P_2O_5 إلى P يضرب فى ٠,٢٣٦٤ . وللتحويل من P إلى P_2O_5 يضرب فى ٢,٢٩١٥
للتحويل من K_2O إلى K يضرب فى ٠,٨٣٠١ . وللتحويل من K إلى K_2O يضرب فى ١,٢٠٤٧

(٢) مركبات عضوية لاحتوائها على الكربون ، ولكنها ليست مركبات عضوية طبيعية (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

الأسمدة الأزوتية الحامضية

من أهم الأسمدة الأزوتية ما يلى :

١ - سلفات النشادر : تعتبر سلفات النشادر مصدرًا جيدًا للأزوت الميسر ، وهى لا تفقد بسرعة من التربة كنترات الصوديوم ، وتتميز بأن لها تأثير حامضى على التربة . ومن مميزاتها الأخرى سهولة خلطها بالسوبرفوسفات وسلفات البوتاسيوم ، لكن لا يجوز خلطها مع الجير ، أو مع الأسمدة القاعدية .

٢ - نترات الصوديوم : تعتبر نترات الصوديوم سمادًا سريع الذوبان والامتصاص ، ومعرضاً للفقد من التربة ، لذا يجب إضافته على دفعات حسب حاجة النبات .

٣ - نترات الكالسيوم : لهذا السماد خصائص نترات الصوديوم ، لكنه يتميز عن الأخير باحتوائه على الكالسيوم بنسبة حوالى ٣٤٪ .

٤ - نترات البوتاسيوم : يتميز سماد نترات البوتاسيوم احتوائه على كل من النيتروجين والبوتاسيوم فى صورة صالحة للامتصاص .

٥ - اليوريا : تتحلل اليوريا عند إضافتها للتربة إلى أمونيا ، ثم إلى نترات .

٦ - سياناميد الكالسيوم : يتحلل سياناميد الكالسيوم عند إضافته للتربة إلى كربونات الكالسيوم واليوريا ، ثم تحلل اليوريا بواسطة الكائنات الحية الدقيقة فى التربة ، معطية كربونات الأمونيوم ، ونترات الكالسيوم .

ولذلك .. فسياناميد الجير يتيسر فيه النيتروجين ببطء ، ولا يخشى من فقده مع ماء الرشح . ونظرًا لتأثيره السام على النباتات ، لذا تجب إضافته قبل الزراعة بوقت كاف . ولا يخلط هذا السماد مع سلفات النشادر ، أو السوبر فوسفات ، لكن يمكن خلطه بسلفات البوتاسيوم (استيو وآخرون ١٩٦٣) .

الأسمدة الفوسفاتية الهامة

يرجع كل الفوسفور الموجود فى الأسمدة التجارية إلى صخر الفوسفات phosphate rock [٣ كا٫ (فو٤)٢ . كا ح٢] (أو معدن الأباتيت apatite) . والفوسفور الموجود بالصخر غير قابل للذوبان فى الماء ، ولا يكون ميسرًا لامتصاص النبات ، لكن عند طحنه إلى مسحوق دقيق ، فإن بعض الفوسفور الموجود به يصبح صالحًا لاستعمال النبات بفعل الأحماض الموجودة فى التربة ، لكن الكمية الميسرة تكون منخفضة جدًا .

ويصنع سماد السوبرفوسفات بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك ، حيث يتحول فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان إلى فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم القابلين للذوبان . وعليه .. فإن السوبرفوسفات هو خليط من كل من فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم مع الجبس gypsum الذى يشكل نصف السوبر فوسفات العادى .

أما السوبرفوسفات المزدوج (أو الثلاثى) double (treble or triple) super phosphate ، فإنه يصنع بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الفوسفوريك ، حيث يتكون فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم :

$$Ca_3 (PO_4)_2 + 2H_2 \rightarrow Ca (H_2PO_4) + 2Ca\ SO_4$$

$$Ca_3 (PO_4)_2 + 4\ H_3\ PO_4 \rightarrow 3\ Ca (H_2\ PO_4)_2$$

ويلاحظ أن السوبر فوسفات العادى يحتوى على ١٦ - ٢٠٪ فو٢ا٥ حسب محتواه النسبى من كل من الجبس ، وفوسفات أحادى وثنائى الكالسيوم ، بينما يحتوى السوبرفوسفات المركز على ٤٧٪ فو٢ا٥ .

الأسمدة البوتاسية الهامة :

يعتبر سماد سلفات البوتاسيوم أفضل الأسمدة البوتاسية . وهو سريع الذوبان والامتصاص .

أما سماد كلورور (ميورات) البوتاسيوم ، فهو بطيء الذوبان والمفعول ، ويفضل استعماله في الأراضي الرملية والخفيفة ولا تجوز إضافته قريبًا من النباتات ، إذ إنه يضر بالجذور .

المصادر السمادية لباقي العناصر الغذائية

يتم التسميد بباقي العناصر بإضافتها للتربة ، أو رشًا على النباتات في إحدى الصور الموضحة في جدول (١٨ - ١٠) .

جدول (١٨ ـ ١٠) : الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الغذائية غير النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم

العنصر والسماد ونسبة العنصر في السماد	الكمية اللازمة عند التسميد عن طريق التربة (كجم/فدان)	الكمية اللازمة عند التسميد عن طريق رشًا (كجم/٤٠٠ لتر ماء)
الكالسيوم :		
الجبس الزراعي ـ نترات الكالسيوم ـ السوبر فوسفات	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ (يحوي ٣٦,١ كالسيوم)	—	٥ ـ ٢,٥
نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2.2H_2O$ (يحوي ٢٠٪ كالسيوم)	—	٥ ـ ٢,٥
المغنسيوم :		
كبريتات المغنسيوم حر $MgSO_4.7H_2O$ (يحوي ٩,٨٪ مغنسيوم)	٧٥ ـ ١٠٠	٧ ـ ٥
الكبريت :		
سلفات الأمونيوم ـ سلفات البوتاسيوم ـ الجبس الزراعي ـ السوبر فوسفات	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
الحديد :		
كبريتات الحديدوز حر $FeSO_4.7H_2O$ (يحوي ٢٠٪ حديد)	٥ ـ ١٠	١ ـ ١,٥
حديد مخلبي EDTA (يحوي ٩ ـ ١٢٪ حديد)	٩ ـ ١٨	٠,٥ ـ ١,٢٥
النحاس :		
كبريتات النحاس حر $CuSO_4.5H_2O$ (يحوي ٢٥,٥٪ نحاس)	١٢ ـ ٢٤	١ ـ ٢,٥
أكسيد النحاس CuO (يحوي ٧٩,٦٪ نحاس)	٤ ـ ٨	—

جدول (١٨ - ١٠) تابع

العنصر والسماد ونسبة العنصر في السماد	الكمية اللازمة عند التسميد عن طريق التربة (كجم/فدان)	رشاً (كجم/٤٠٠ لتر ماء)
الزنك :		
كبريتات الزنك $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (يحتوي ٢٢,٧ زنك)	٢٠ - ٥	٢ - ١
زنك مخلبي يحتوي (٧-١٤ زنك)	١٨ - ٧	٠,٥ - ٠,٢٥
المنجنيز :		
مبللات المنجنيز $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ (يحتوي ٢٤,٦ منجنيز)	١٥ - ١٠	٢ - ١
الموليبدنم :		
موليبدات الأمونيوم $(NH_4)2\ Mo\ O_4$ (يحتوي ٥٤,٩ موليبدنم)	٢ - ١	
موليبدات الصوديوم $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ (يحتوي ٣٩,٧ موليبدنم)	٠,٥ - ٠,٢٥	٠,٢٥ - ٠,١٢٥
البورون :		
البوراكس $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (يحتوي ١٠,٦٪ بورن)	١٢ - ٥	٢,٥ - ١

١٨ - ٣ - ٢ : الأسمدة الكيمائية المركبة

تحتوي الأسمدة المركبة على أكثر من عنصر سمادي ، وتحضر بخلط اثنين أو أكثر من الأسمدة البسيطة معاً بنسب معينة وبصورة متجانسة ، بحيث يحتوي السماد المركب على نسبة معينة من كل من العناصر السمادية المرغوبة .

وفيما يلي بعض المصطلحات المستخدمة في وصف الأسمدة المركبة :

درجة أو تحليل السماد Fertilizer grade or analysis

تحليل السماد هو النسبة المئوية لكل من النيتروجين (N) ، والفوسفور في صورة فوأ٥ (P_2O_5) ، والبوتاسيوم في صورة بوا (K_2O) في السماد المركب ، ويعبر عنها بثلاثة أرقام ، مثل : د - ١٠ - ٥ ، حيث تشير الأرقام الثلاثة إلى النسب المئوية لكل من : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم في السماد على التوالي . وقد يوجد أحياناً رقم رابع يشير إلى النسبة المئوية للمغنسيوم في صورة مغا (MgO) ، ورقم خامس يشير إلى النسبة المئوية للكالسيوم في صورة كآ (CaO) .

والسماد المركب قد يكون ذا تحليل منخفض إذا كان مجموع النسب المئوية لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم به ٢٠ أو أقل . وقد يكون ذا تحليل مرتفع إذا زاد مجموع هذه النسب عن ٢٠ .

المعادلة السمادية Fertilizer formula

هي الكميات الفعلية من المركبات الداخلة في تركيب طن من السماد المركب ، وقد يعبر عن هذه الكميات كنسب مئوية أيضًا . ويطلق على مصادر العناصر السمادية في السماد المركب اسم المواد الحاملة carriers .

الوحدة السمادية fertilizer unit

هي ١٪ من الطن ، أو ١٠ كجم ، وعليه .. فإن طناً من سماد سلفات النشادر (٢١٪ نيتروجين) يحتوي على ٢١ وحدة نيتروجين النسبة السمادية fertilizer ratio .

هي نسبة العناصر السمادية الثلاثة (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) إلى بعضها البعض في السماد المركب . فمثلاً .. عندما يكون تحليل السماد ٥ – ١٠ – ٥ تكون نسبته السمادية ١ – ٢ – ١ .

وتتوقف النسبة السمادية التي يوصى بها على العوامل التالية :

١ – الظروف البيئية : تقل نسبة الأزوت في الجو الشديد بالغيوم .

٢ – المحصول المزروع : تزيد نسبة الأزوت للمحاصيل الورقية ، ونسبة الفوسفور للمحاصيل الثمرية ، ونسبة البوتاسيوم للمحاصيل الجذرية والورقية .

٣ – طبيعة التربة : تزيد نسبة البوتاسيوم في الأراضي الرملية ، وتزيد نسبة الفوسفور في الأراضي الثقيلة ، وتقل نسبة الأزوت في الأراضي العضوية .

٤ – كمية ونوع الأسمدة المستخدمة : تجب مراعاة زيادة نسبة الفوسفور عندما تكون الأرض حديثة العهد بالتسميد ، أي لم يسبق تسميدها كثيرًا من قبل ، وكذلك عند استعمال الأسمدة العضوية .

تحضير السماد المركب

يحضر السماد المركب بخلط عدد من الأسمدة البسيطة بكميات محسوبة مقدمًا حسب تحليل السماد المراد تحضيره ، ومعادلته ، ونسبته السمادية .

مثال : إحسب الكميات اللازمة لتحضير سماد مركب تحليله ٥ – ٩ – ٥ مع استخدام سلفات النشادر (٢٠٪ ن) ، والسوبرفوسفات (١٥٪ فو٢أ٥) ، وسلفات البوتاسيوم (٥٠٪ بو٢أ) في تحضير السماد.

يحتوي الطن من هذا السماد على : ٥٠ كجم ن ، و ٩٠ كجم فو٢أ٥ ، و ٥٠ كجم بو٢أ وهذه الكميات يمكن الحصول عليها بخلط :

٢٥٠ كجم سلفات نشادر

٦٠٠ كجم سوبرفوسفات

١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم .

تخلط هذه الكميات من الأسمدة معا ، ويضاف لها نحو ٥٠ كجم من الرمل ليصل الوزن إلى طن ويفضل عند تحضير السماد المركب جعل النيتروجين من مصدرين : أحدهما قابل للذوبان والامتصاص بسرعة ، والآخر يطيء الذوبان . كما يفضل جعل الأسمدة مركزة قدر المستطاع ، مع استخدام أسمدة بسيطة غنية بالعناصر عند تحضير السماد المركب .

وعند خلط الأسمدة يراعى أن بعضها يكون متحجرًا ، كالسوبر فوسفات ، وبعضها تتجمع حبيباته ، مكونة كتلاً أكبر ، كسلفات النشادر . وهذه يجب دقها جيدًا وخلطها لتسهيل عملية الخلط . كما يجب مراعاة أن بعض الأسمدة لا يجوز خلطها ، لأنها تتفاعل مع بعضها البعض ، مما يؤدى إلى تحول بعض العناصر إلى صور غير ذائبة .

ويفيد جدول ١٨ - ١١ فى حساب كميات الأسمدة البسيطة اللازمة لتحضير الأسمدة المركبة .

جدول (١٨ - ١١) طريقة حساب الكميات اللازمة من الأسمدة البسيطة اذا عرفت الكميات المطلوبة من العناصر أو العكس .

تضرب الكمية المطلوبة من	فى	للحصول على الكمية المطلوبة من
الأمونيا NH_3	٠,٨٢٣	نيتروجين - N
نترات الأمونيوم NH_4NO_3	٠,٣٥٠	نيتروجين - N
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين - N
بوراكس $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$	٠,١١٤	بورون - B
حمض بوريك H_3BO_3	٠,١١٧	بورون - B
بورون - B	٨,٨٠٧	بوراكس - $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$
بورون - B	٥,٦٣٦	حمض بوريك - H_3BO_3
كالسيوم - Ca	٤,٢٩٥	كبريتات الكالسيوم (الجبس) $CaSO_4 . 2H_2O$
مغنسيوم - Mg	٤,٩٥١	كبريتات المغنسيوم - $MgSO_4$
كبريتات المغنسيوم - $MgSO_4$	٠,٢٠٢	مغنسيوم - Mg
منجنيز - Mn	٢,٧٤٩	كبريتات المنجنيز - $MnSO_4$
منجنيز - Mn	٤,٠٦٠	كبريتات المنجنيز $MnSO_4 . 2H_2O$
كبريتات المنجنيز $MnSO_4$	٠,٣٦٤	منجنيز - Mn
كبريتات المنجنيز $MnSO_4 . 4H_2O$	٠,٢٤٦	منجنيز - Mn
مبورات البوتاسيوم - Cl_2	٠,٦٣٢	بوتاس - K_2O
مبورات البوتاسيوم - Cl_2	٠,٥٢٤	بوتاسيوم - K
نترات No_3	٠,٢٢٦	نيتروجين - N
نترات البوتاسيوم - NO_3	٠,٤٦٦	بوتاس - K_2O
نترات البوتاسيوم - NO_3	٠,٣٨٧	بوتاسيوم - K
نترات الصوديوم - $NaNO_3$	٠,١٦٥	نيتروجين - N
نيتروجين - N	١,٢١٦	أمونيا NH_3
نيتروجين - N	٢,٨٥٦	نترات أمونيوم NH_3NO_3
نيتروجين - N	٤,٧١٦	كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$
نيتروجين - N	٤,٤٢٦	نترات - No_3

جدول (١٨ - ١١) : تابع .

تضرب الكمية المعلومة من	في	للحصول على الكمية المطلوبة من
نيتروجين - N	٦,٠٧١	نترات الصوديوم - $NaNO_3$
حمض الفسفوريك - P_2O_5	٠,٤٣٧	فوسفور - P
الفوسفور - P	٢,٢٩١	حمض الفوسفوريك - P_2O_5
بوتاس - K_2O	١,٥٨٣	مورات البوتاسيوم - KCl
بوتاس - K_2O	٢,١٤٦	نترات البوتاسيوم - KNO_3
بوتاس - K_2O	٠,٨٣٠	بوتاس - K
بوتاس - K_2O	١,٨٥٠	كبريتات البوتاسيوم - K_2SO_4
بوتاسيوم - K	١,٩٠٧	مورات البوتاسيوم - KCL
بوتاسيوم - K	٢,٥٨٩	نترات البوتاسيوم - KNO_3
بوتاسيوم - K	١,٢٠٥	بوتاس - K_2O
بوتاسيوم - K	٢,٢٢٩	كبريتات البوتاسيوم - K_2SO_4
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين - N
كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4	٠,٥٤٠	بوتاس - K_2O
كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4	٠,٤٤٩	بوتاسيوم - K

١٨ - ٣ - ٣ : الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر

الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر Slow Release Fertilizers هي إما أنها أسمدة ذات قابلية ضعيفة جدًا للذوبان في الماء ، أو أنها أسمدة تتيسر فيها العناصر الغذائية في صورة صالحة للامتصاص ببطء شديد ، وفي كلتا الحالتين تتيسر العناصر الغذائية للنباتات بقدر حاجته إليها ، وعلى مدى فترة زمنية طويلة تمتد من ثلاثة أسابيع إلى عدة سنوات ، الأمر الذي يقلل كثيرًا من فرصة تثبيتها في التربة ، ومن فقدها في ماء الصرف . وفيما يلي شرح لبعض أنواع الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر :

الأسمدة المخلبية

الأسمدة المخلبية Chelated Fertilizers هي أسمدة توجد فيها العناصر الضرورية للنبات في صورة مركبات مخلبية chelated compounds أو Sequestrog agents .

والمركبات المخلبية عبارة عن مركبات عضوية حلقية مرتبطة بمعدن أو أكثر بشدة تتفاوت من مركب مخلبي لآخر . وهي قابلة للذوبان في الماء . والمستعمل منها في الأغراض الزراعية يتحلل في الماء ببطء شديد . وتعمل المركبات المخلبية على منع تثبيت العناصر في التربة . فرغم قابليتها للذوبان في الماء ، إلا أنها بطيئة التحلل بدرجة كبيرة ، وبذلك يتيسر العنصر لامتصاص النبات ، دون أن يفقد بالتثبيت . هذا .. وتدمص المركبات المخلبية على سطح حبيبات الطين .

ومن المركبات المخلبية الشائعة الاستعمال في الزراعة ما يلي :

ethylene diaminetetra acetic acid (EDTA)
diethylene triamine penta acetic acid (DTPA)
cyclohexane diaminetetra acetic acid (CDTA)
ethylene diamine di (O-hydroxyphenyl acetic acid (EDDHA)

هذا .. وتوجد المواد المخلبية إما فى صورة أحماض ، أو فى صورة ملح الصوديوم . والعناصر المخلوبة عادة هى : الحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والكوبالت .

وتضاف المركبات المخلبية عن طريق التربة ، حيث تعطى نتائج أفضل ، ولمدة طويلة ، عما فى حالة إضافتها بطريق الرش ، إلّا أنه يمكن استعمالها رشًا بتركيزات مخففة مع الرش الدورى لمكافحة الآفات (Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

وفيما يلى أمثلة لبعض العناصر النادرة التى توجد فى صورة مركبات مخلبية :

١ - نيوفانيد حديد : مركب مخلبى يحوى حديدًا فى صورة Fe EDTA بنسبة ١٣,٢٪ . يستخدم فى الأراضى الحامضية فقط بمعدل ٢ كجم/ فدان فى أول سنة ، ثم بمعدل $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ كجم سنويًا بعد ذلك . كما يمكن استخدامه أيضًا بطريق الرش .

٢ - نيوفانيد منجنيز : مركب مخلبى يحوى منجنيز فى صورة Mn EDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستخدامه بمعدل ١,٥ كجم سنويًا/فدان ، كما يستخدم رشًا بتركيز لا يزيد عن ٠,٠٥٪ .

٣ - نيوفانيد زنك : مركب مخلبى يحوى زنك فى صورة Zn EDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستعماله بمعدل $\frac{1}{2}$ كجم/فدان قبل الزراعة ، كما يستخدم رشًا بتركيز لا يزيد عن ٠,٠٥٪ ، وحيث لا تزيد الكمية الكلية المستعملة عن ١٥٠ جم للفدان .

٤ - إزيلكس : مركب مخلبى يحوى :

٣,٦٪ حديد فى صورة Fe EDDHA

١,٨٪ منجنيز فى صورة Mn DTPA

٠,٧٪ زنك فى صورة Zn EDTA

٠,٢٪ نحاس فى صورة Cu EDTA

٠,٣٪ كوبالت فى صورة Co EDTA

٠,٨٪ بورون فى صورة معدنية

٠,٦٪ موليبدنم فى صورة معدنية

ويستخدم الإزيلكس فى الأراضى الفلوية ، والجيرية ، والدبالية ، والحديثة الاستصلاح . ويوصى باستعماله بمعدل ٠,١٪ بالوزن عند خلطه بالأسمدة التجارية ، أو بمعدل ٠,٠٥٪ عند خلطه بالأسمدة المركزة ، أو رشًا على الأرض قبل الزراعة بمعدل ٢,٥ كجم/فدان فى الكمية المناسبة من الماء ،

وتكرر المعاملة سنويًا لمدة أربع سنوات . ويمكن إضافته رشًا عند ظهور أعراض النقص بتركيز ٠,١٪ محلول مائى .

٥ – فيريلكس : مركب مخلبى يحوى حديدًا فى صورة Fe EDDHA بنسبة ٦٪ . ويوصى به فى الأراضى القلوية بمعدل ٢ كجم/ فدان ، ثم تكرر سنويًا بمعدل $\frac{١}{٤}$ – $\frac{١}{٢}$ كجم/فدان .

ويفضل عند استعمال الأحماض المخلبية بطريق الرش إضافة أى مادة ناشرة غير أيونية لمحلول الرش . كما يمكن زيادة كفاءة امتصاص المركبات المخلبية من النرفانيدات بإضافة اليوريا (٤٦٪ نيتروجين) بمعدل ٢ جم/ لتر فى محلول الرش مع المركبات المخلبية . ويفضل بالرش فى الصباح أو فى المساء ، وألا يزيد عن الحد الذى يتساقط معه محلول الرش من على الأوراق . (نشرة شركة سنتك ١٩٧٩) .

سماد الأزموكوت

يحتوى سماد الأزموكوت Osmocote البطئ الذوبان والتيسر على عناصر : النيتروجين ، والفوسفور ، واليوتاسيوم ، والمغنسيوم ، كما توجد منه تحضيرات تحتوى أيضا على عناصر : الحديد ، والمنوليبدنم ، والبورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس .

وتمتد فترة تحرير المواد الغذائية من حبيبة السماد من ٢ – ١٨ شهرًا . ولا يغسل السماد من التربة بالرى الغزير ، كما لا يتأثر السماد بنوع التربة ، أو درجة حموضتها ، أو ظروفها الحيوية . وتتأثر فترة فاعلية الأنواع المختلفة من الأزموكوت بدرجة الحرارة فقط ، إذ إن درجة الحرارة المرتفعة تسبب تحرر السماد بسرعة . ودرجة الحرارة المنخفضة تجعل التحرر يتم ببطء ، كما هو مبين فى جدول (١٨ – ١٢) . وتنتج أسمدة الأزموكوت بواسطة شركة

Sierra Chemical Co., Milpitas, California

جدول (١٨ ـ ١٢) : تأثير درجة الحرارة على مدة فاعلية الأنواع المختلفة من أسمدة الأزموكوت .

سماد الأزموكوت	مدة الفاعلية بالشهر فى درجة حرارة تربة (°م)		
	١٦	٢١	٣٢
١٤ + ١٤ + ١٤	٥ ـ ٤	٤ ـ ٣	٢ ـ ١
١٦ + ١٨ + ٥ + حديد	١١ ـ ١٠	٩ ـ ٨	٦ ـ ٥
١٦ + ١٧ + ٥ + حديد	١٦ ـ ١٥	١٤ ـ ١٢	٨ ـ ٧
١٦ + ١٦ + ٥ + حديد	٢١ ـ ٢٠	١٨ ـ ١٦	١٢ ـ ١٠
٣٢ + ١ + ٢ + حديد	١٦ ـ ١٥	١٤ ـ ١٢	٨ ـ ٧
(أزموكوت زائد) :			
١٥ + ١١ + ١٣ + ٢ مغ أ + عناصر دقيقة	٥ ـ ٤	٤ ـ ٣	٢ ـ ١

وتحتوى احدة الازموكوت على العناصر السماديه مغلفه داخل كبسولات بلاستيكية قطرها نحو ٣ مم ، أو أقل . وتخلط هذه الأحمدة مع بيئة نمو الجذور . وعند الرى يمر بخار الماء بين حبيبات التربة إلى داخل الكبسولات من خلال ثقوب صغيرة بها . وبالداخل يتكثف بخار الماء على السماد ، فيقل ضغط بخار الماء ، الأمر الذى يتبعه دخول بخار ماء جديد إلى الكبسولة ، وهكذا إلى أن يتكثف داخل الكبسولة قدر من الماء يكفى لإذابة السماد . ومع ازدياد دخول الماء يتولد ضغط داخلى يؤدى إلى تمدد جدار الكبسولة واتساع الثقوب ؛ فيخرج السماد منها ببطء للخارج .

اليوريا المغطاه بالكبريت

اليوريا المغطاه بالكبريت sulfur-coated urea (SCU) عبارة عن سماد يوريا مغطى بغطاء كبريتى . وغالبًا ما يضاف للسماد بعض المواد المانعة لنشاط الكائنات الدقيقة microbiocides ، مثل الـ pentachlorophenol لتقليل سرعة التحلل البيولوجى للغطاء الكبريتى . وتحتوى هذه الأحمدة غالبًا على حوالى ٣٦٪ نيتروجين ، و ١٧٪ كبريت ، و ٣٪ شمع ، و ٠,٢٪ microbiocide ، و ١,٨٪ conditioner . وعند إضافة هذه الأحمدة ، فإن نسبة كبيرة من النيتروجين تتيسر خلال الأسبوع الأول ، ويرجع ذلك إلى عدم اكتمال الغطاء الكبريتى حول بعض الحبيبات . وتذكر هذه النسبة عادة فى اسم التحضير التجارى . فمثلًا SCU-10 يعنى أن ١٠٪ من النيتروجين يتيسر خلال الأسبوع الأول ، و SCU-26 يعنى أن ٢٦٪ من النيتروجين يتيسر خلال الأسبوع الأول ... وهكذا . وتتيسر خلال الأسبوعين التاليين نسبة أقل من النيتروجين نتيجة اكتمال تكون الغطاء الكبريتى غير المنفذ للماء . ويطلق على هذه الفترة اسم lag period .

يبدأ بعد ذلك ظهور تأثير التحلل البيولوجى للغطاء الكبريتى ، حيث تتصل الرطوبة لليوريا ، وتخرج محلول اليوريا من الثقوب الدقيقة التى تحدث بالغطاء . وتتوقف سرعة تحلل الغطاء الكبريتى إلى حد كبير على رطوبة وحرارة التربة ، فتزداد مع ارتفاع الرطوبة ومع ارتفاع درجة الحرارة (الـ Q 10 لذلك = خمسة) ويبلغ مقدار تيسر النيتروجين خلال تلك الفترة حوالى ١٪ يوميًا .

ومن أوائل الأحمدة التى أنتجت من هذه النوعية السماد Gold-N ، وتركيبه : ٣٢٪ ن ، و ٣٠٪ كب ، و ٢٪ شمع .

الأحمدة فى صورة فرتز :

الفرتز frits عبارة عن رقائق صغيرة زجاجية المظهر ، تتراوح فى درجة ذوبانها بين القلة والكثرة ، ويستخدم البطىء الذوبان منها ، حيث يذاب ببطء إلى أن يصبح فى صورة سائلة ، ثم يخلط معه السماد المطلوب ، ثم تعاد للحالة الصلبة بتعريض المخلوط للتفريغ فى جهاز مائى بارد ؛ فتنصلب الرقائق frits وتنكسر فى الخلاط ، حيث تجمع وتطحن إلى أن تصبح دقيقة (٢٠٠ mesh أو أصغر – أى تمر من منخل لا يقل عدد ثقوبه عن ٢٠٠ ثقب فى البوصة المربعة) . وعند إضافتها للتربة ، فإنها تذوب ببطء ، وتتيسر السماد الموجود بها ، ويمكن الاعتماد عليها مدة ١٠ شهور فى مد النبات بالسماد (Nelson ١٩٨٥) .

اليوريا فورمالدهيد (Urea formaldehyde)

تتوفر اليوريا فورمالدهيد تحت أسماء تجارية مختلفة ، منها : اليورميت Urmite ، واليوريا فورم Ureaform ، وبها ٣٨٪ N يتيسر نحو ثلثيه فى السنة الأولى ، والباقى ببطء فى السنوات التالية . ويوجد معظم المركب فى صورة سلاسل كيمائية طويلة لا يمكن للنبات امتصاصها ، ولكن الكائنات الدقيقة التى توجد بالتربة تعمل على تحليل هذه السلاسل ، فتفصل اليوريا التى يمكن للنبات أن يمتصها بسهولة . ويستخدم هذا السماد بصفة خاصة فى المشطحات الخضراء . وتخضر اليوريا فورم Urea form بتفاعل اليوريا مع الفورمالدهيد (Maynard & Lorenz ١٩٧٩) .

الأيزوبوتيلدين دايوريا (Isobutylidene Diurea)

ينشأ هذا المركب من التفاعل بين اليوريا والأيزوبوتيلدهيد Isobutylaldehyde . وهو بطىء الذوبان للغاية ، ونظرًا للتركيب الكيميائى ، فإنه يحتوى على ٣٢,٢٪ نيتروجين ، ولكن التحضير التجارى يحوى ٣٠٪ فقط بسبب وجود الشوائب . ويزداد ذوبان السماد مع ارتفاع درجة الحرارة ، كما يتوقف أيضًا على حجم وصلابة حبيبات السماد (جدول ١٨ - ١٣) .

جدول (١٨ - ١٣) : تأثير قطر الحبيبات على سرعة تيسر اليوريا فى سماد الأيزوبوتيلدين دايوريا .

اليوريا الميسرة (٪)	خلال فترة (أسبوع) : عندما يكون قطر الحبيبات (مم) :	
٧٥	١٠	٠,٦ - ٠,٧
٥٨	٢١	١,٠ - ١,٢
٥٠	٣٢	١,٧ - ٢,٠

أسمدة مغطاة بالمطاط (Rubber-based coated Fertilizers)

تغطى الأسمدة فى هذه التحضيرات بغلاف من المطاط . وتتوقف سرعة تيسر السماد على سمك الغطاء المطاطى .

وللمزيد من التفاصيل الخاصة بالأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر يمكن مراجعة Maynard & Lorenz (١٩٧٩) .

١٨ - ٤ : المخاليل البادئة والأسمدة الورقية

المخاليل البادئة والأسمدة الورقية كلتاهما أسمدة مذابة فى الماء ، وتستخدما بتركيزات مخففة إما عن طريق التربة ، أو رشًا على النباتات .

١٨ - ٤ - ١ : المحاليل البادئة

المحاليل البادئة Starter Solutions عبارة عن محاليل سمادية تضاف للتربة فى مكان شتل البادرات أثناء عملية الشتل بمعدل $\frac{1}{8}$ لتر للنبات . . ويحتاج الفدان حوالى ٨٠٠ - ١٢٠٠ لتر منها حسب كثافة الزراعة . ويمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، أو من الأسمدة المركبة . وتحضر المحاليل البادئة بإذابة نحو ٢,٥ كجم من سماد تحليله ٥ - ١٠ - ٥ ، أو ٥ - ١٠ - ١٠ فى نحو ٢٠٠ لتر ماء . والمحاليل البادئة المثالية هى التى تحضر من مركبات غنية بالفوسفور ؛ وتحوى نيتروجين فى صورة فوسفات أحادى أو ثنائى الأمونيوم . ويفضل استعمال الأسمدة المركبة ذات التحليل المرتفع فى تحضير المحاليل البادئة ، حتى لا تتخلف بعد إذابتها بقايا كثيرة غير ذائبة ، لكن تجب مراعاة أن يكون المحلول نفسه مخففًا ، لأن التركيزات العالية قد تضر جذور النباتات .

وفى حالة عدم توفر الأسمدة المركبة ، فإنه يمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، ونستخدم لذلك سلفات النشادر بمعدل ١ كجم/ ٢٠٠ لتر ماء ، أو نترات النشادر بمعدل ٧٠٠ جم/ ٢٠٠ لتر ماء ، أو يوريا بمعدل ٥٠٠ جم/ ٢٠٠ لتر ماء . ويضاف لأى منها ١ كجم من كل من سلفات البوتاسيوم ، وفوسفات الأمونيوم الأحادية .

وأفضل المحاليل البادئة هى تلك الغنية بالفوسفور الميسر ، والتى يكون النيتروجين والبوتاسيوم فيها فى صورة أملاح فوسفات ، مثل : فوسفات أحادى وثنائى الأمونيوم ، وفوسفات البوتاسيوم ثنائى الأيدروجين potassium dihydrogen phosphate .

الأساس الفسيولوجى للاستجابة للمحاليل البادئة

تمتص معظم النباتات الحولية - أو تلك التى تزرع كحولية - معظم احتياجاتها الغذائية فى طور مبكر جدًا من النمو . وينطبق ذلك بصورة خاصة على الفوسفور . فامتصاص الفوسفور يكون بمعدل أعلى من معدل نمو النباتات فى بداية مراحل النمو . وكمتوسط عام .. فإن النبات يكون قد امتص عادة نحو ٥٠٪ من احتياجاته الكلية من الفوسفور عندما يكون قد أكمل نحو ٢٠٪ من نموه الكلى المتوقع . وتصاحب تلك السرعة فى امتصاص الفوسفور سرعة مماثلة فى امتصاص النيتروجين . وعند توفر النيتروجين ، خاصة فى الصورة الأمونيومية ، وبالذات عندما يكون مخلوطًا مع الفوسفور ، فإنه يعمل على زيادة تيسر الفوسفور فى التربة ، كما يزيد من كفاءة الجذور فى امتصاص الفوسفور ، خاصة عندما يكون مستوى الفوسفور منخفضًا أصلًا فى التربة .

ونظرًا لأن الفوسفور يعمل على زيادة نمو الجذور عن نمو السيقان والأوراق ، لذا فإنه يعمل على سرعة تثبيت الشتلات فى التربة . كما يحدث نفس التأثير عند توفر الفوسفور الميسر قريبًا من جذور البادرات بعد إنبات البذور . ويؤدى ذلك إلى سرعة النمو والإزهار والإثمار وزيادة المحصول . كما تصاحبه أيضًا زيادة فى امتصاص كافة العناصر الغذائية . ويزداد وضوح تأثير المحاليل البادئة فى درجات الحرارة المنخفضة التى تقلل من نمو الجذور ، ومن سرعة امتصاص الفوسفور . ويفسر ذلك أهمية المحاليل البادئة الغنية بالفوسفور فى فصل الشتاء وبداية الربيع (Wittwer ١٩٦٩) .

١٨ - ٤ - ٢ : الأسمدة الورقية

توجد المئات من التحضيرات التجارية التى تستخدم كأسمدة ورقية Foliar Fertilizers رشًا على النباتات .

وتستخدم معظم الأسمدة الورقية بتركيز ٠,١٥٪ للبادرات الصغيرة ، ويزداد التركيز إلى ٠,٢٪ للنباتات المتقدمة فى النمو ، وإلى ٠,٣٪ عند ظهور أعراض نقص العناصر . وينصح بالرش قبل الشتل بأسبوع ، أو بعد الزراعة بـ ٣ - ٤ أسابيع ، ثم كل ٣ أسابيع بعد ذلك .

ويبين جدول (١٨ - ١٤) النسبة المئوية للعناصر الغذائية فى عدد من الأسمدة الورقية الشائعة الاستعمال فى مصر . وتحتوى بعض الأسمدة الورقية على عناصر أخرى غير تلك الموضحة فى الجدول ، مثل عناصر الكلور والصوديوم ، كما يحتوى بعضها على بعض منظمات النمو ، كما فى البايفولان .

هذا .. ويمكن خلط معظم هذه الأسمدة مع محاليل المبيدات الحشرية . وفى حالة الأسمدة السائلة ، مثل فولياترين (٠١) ، يلزم رج محتويات العبوة جيدًا قبل الاستعمال .

جدول (١٨ - ١٤) : النسبة المئوية للعناصر الغذائية فى بعض الأسمدة الورقية الشائعة بمصر

العنصر	إيراك فيرتى	إيراك أجريس	فول فرتيل	بايفولان	أوركاني	سولوكاني	أريبكس	نيوترين	فوليافيرين ١
أزوت	٢٠	١٥	٢٢	١١	١٣	—	—	٢١	١١
فوسفور	٨	—	٢١	٨	—	—	—	٩	٦,٥
بوتاسيوم	١٦	٤	١٧	٦	٤٦	—	—	١٨	٦,٥
مغنسيوم	١	٣	٠,٠٧٩٠	—	٠,٠٢٢	٨,٣	—	—	٠,٤١٥
منجنيز	٠,١	٨	٠,٣٩٥	٠,٠١٦	٠,٠١٣	٥	١,٠٣ على	٠,١٤	٠,٣٠
زنك	٠,١	٤	٠,٠٦٨	٠,٠٠٩	٠,٠٠٩	٢	٠,٦٦ على	٠,٢١٦	٠,١١
نحاس	٠,١	٠,١	٠,٠٧٦	٠,٠٠٨	—	٢	٠,١٤٣ على	٠,٣٠٥	٠,١١
حديد	٠,٠٣ على	٠,١ على	٠,٠٣٧ على	٠,٠١٨٥ على	٠,٠٧	١	٣,٠٣ على	٠,١٦٦	٠,٢٣
كلوريت	١	—	٠,١٧٣	—	—	٣٠	—	—	—
بورون	٠,٥	١	٠,٠٠٣٣	٠,٠٠١٣	٠,٠٣	٢	٠,١٩٥	٠,٠٠٢	٠,١١
مولبدنم	—	—	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠٩٥	٠,٠٠١٩	٠,٠٠٨	٠,٠٥٩	٠,٠٠٤	٠,٠٠١
كوبالت	—	—	٠,٠٠٢	٠,٠٠٠٤	٠,٠٠١٩	٠,٠٠٢	٠,٠٢٩ على	—	٠,٠٠٠٤
كروم	—	—	—	—	٠,٠٠١٩	—	—	—	—
نيكل	—	—	—	—	—	—	—	—	٠,٠٠٠٩

١٨ - ٥ : خصائص الأسمدة الكيمائية

يتم التفضيل بين الأسمدة على أساس خصائصها : من حيث محتواها من العناصر الغذائية ، وسرعة تيسرها للنبات ، ودرجة ذوبان الأسمدة فى الماء ، وتأثيرها على ملوحة وحموضة التربة .

١٨ - ٥ - ١ : ذوبان الأسمدة فى الماء

تتوقف فاعلية السماد على درجة ذوبانه فى الماء . وتزداد أهمية خاصية الذوبان هذه عند التسميد

رشًا ، أو عند تحضير المخاليل البادئة ، حيث قد يتطلب الأمر تسخين الماء أولًا للمساعدة على إذابة الأسمدة البطيئة الذوبان . وتختلف الأسمدة البسيطة كثيرًا فى مقدرتها على الذوبان فى الماء ، كما يتضح من جدول (١٨- ١٥) كالتالى :

١ - لا يذوب أكسيد النحاس فى الماء .

٢- يتحلل كل من سيانميد الكالسيوم ، ومولبيدات الأمونيوم فى الماء .

٣ - أقل الأسمدة قابلية للذوبان فى الماء هى : البوراكس (١٪) ، والسوبرفوسفات العادى (٢٪) ، والمزدوج (٤٪) .

٤ - أكثر الأسمدة قابلية للذوبان فى الماء هى : نترات الأمونيوم (١١٨٪) ، وكبريتات المنجنيز (١٠٥٪) ، ونترات الكالسيوم (١٠٢٪) .

٥ - تعتبر باقى الأسمدة عالية نسبيًا فى قابليتها للذوبان فى الماء ، وتتراوح من ١٣٪ فى نترات البوتاسيوم إلى ٧٨٪ فى اليوريا .

جدول (١٨ - ١٥) : درجة ذوبان الأسمدة البسيطة فى الماء .

السماد	عدد أجزاء السماد التى يمكن إذابتها فى ١٠٠ جزء ماء
نترات الأمونيوم	١١٨
سلفات الأمونيوم	٧١
سيانميد الكالسيوم	يتحلل
نترات الكالسيوم	١٠٢
فوسفات الأمونيوم الأحادية	٢٣
فوسفات الأمونيوم الثنائية	٤٣
نترات الصوديوم	٧٣
نترات البوتاسيوم	١٣
السوبر فوسفات العادى	٢
السوبر فوسفات المركز (الثلاثى)	٤
اليوريا	٧٨
مولبيدات الأمونيوم	يتحلل
البوراكس	١
كلوريد الكالسيوم	٦٠
أكسيد النحاس	صفر (غير قابل للذوبان)
كبريتات النحاس	٢٢
كبريتات الحديد	٢٩
كبريتات المغنسيوم	٧١
كبريتات المنجنيز	١٠٥
كلوريد الصوديوم	٣٦
مولبيدات الصوديوم	٥٦
كبريتات الزنك	٧٥

١٨ - ٥ - ٢ : تأثير الأسمدة على ملوحة التربة

يؤدى استخدام الأسمدة إلى زيادة تركيز الأملاح فى المحلول الأرضى . ويعبر عن هذه الزيادة بدليل الملوحة Salt Index . ويقدر دليل الملوحة بإضافة السماد إلى التربة ، وقياس الزيادة التى تحدث فى الضغط الإسموزى للمحلول الأرضى ، بالمقارنة بتلك التى تحدث عند إضافة وزن مماثل من نترات الصوديوم . وعلى ذلك .. فدليل الملوحة لسماد ما هو النسبة المئوية للزيادة فى الضغط الإسموزى الناتج من استعمال هذا السماد ، بالمقارنة بتلك التى تحدث عند إضافة وزن مماثل من نترات الصوديوم .

وتختلف الأسمدة كثيرًا فى خاصية دليل الملوحة ، بما فى ذلك الأسمدة المركبة متماثلة التحليل . وعمومًا .. فكلما ازداد تحليل السماد ، انخفض دليل الملوحة لكل وحدة من السماد ، كذلك فإن أملاح النيتروجين والبوتاسيوم ذات دليل ملوحة أعلى مما لأملاح الفوسفور .

هذا .. ويجب أن يؤخذ دليل الملوحة فى الاعتبار عند إضافة الأسمدة قريبًا من البذور ، وعندما تكون الملوحة مرتفعة أصلًا فى التربة أو فى ماء الرى (Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

وعند مقارنة الأسمدة ببعضها البعض يجب أن يكون أساس المفاضلة بينها هو دليل الملوحة لكل وحدة حمادية .. فبعض الأسمدة ، كنترات الأمونيوم ، وكلوريد البوتاسيوم ، ذات دليل ملوحة أعلى من نترات الصوديوم ، ولكن كليهما أقل من نترات الصوديوم فى دليل الملوحة لكل وحدة من السماد . ويعتبر حماد نترات الصوديوم أعلى الأسمدة فى دليل الملوحة الجزئى (أى لكل وحدة من السماد) ، ولذلك فإنه يتخذ أساسًا للمقارنة . ويوضح جدول (١٨ - ١٦) دليل الملوحة لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال .

١٨ - ٥ - ٣ : تأثير الأسمدة على pH التربة :

تؤدى إضافة بعض الأسمدة للتربة إلى حدوث تغير طفيف فى pH التربة بالزيادة أو بالنقصان . ويحدث ذلك بسبب امتصاص النباتات لأحد أيونات الملح السمادى بأكثر مما تمتص الأيون الآخر . ففى حالة الأسمدة ذات التأثير الحامضى يمتص النبات الكاتيون بدرجة أكبر مما يمتص الأنيون ويحدث العكس فى حالة الأسمدة ذات التأثير القلوى ، حيث يمتص النبات الأنيون بدرجة أكبر مما يمتص الكاتيون . ويؤدى استمرار استعمال أى من نوعى الأسمدة إلى تغير الحامضية أو القلوية . ويعبر عن مدى التأثير الحامضى أو القلوى للسماد بكمية كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى ، أو لإحداث نفس التأثير القلوى لكمية مماثلة من السماد .

وتقسم الأسمدة من حيث تأثيرها على pH التربة إلى ثلاثة أقسام كالتالى :

١ - أسمدة ليس لها تأثير على pH التربة ، أى أنها متعادلة ، ومنها : نترات الأمونيوم - كبريتات الكالسيوم (الجبس) - ميورات البوتاسيوم - كبريتات البوتاسيوم - السوبر فوسفات العادى والمزدوج .

٢ – أسمدة ذات تأثير قلوى : ويوضح جدول (١٨ – ١٧) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم التى تحدث تأثيرًا مماثلا لـ ١٠٠ كجم من السماد .

جدول (١٨ ـ ١٦) : دليل الملوحة salt index لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال

السماد	دليل الملوحة	دليل الملوحة الجزئى لكل وحدة (٢٠ رطل أو ١٠ كجم) من العنصر السمادى
نترات الأمونيوم	١٠٤,٧	٢,٩٩٠
فوسفات الأمونيوم	٢٦,٩	٢,٤٤٢
كبريتات الأمونيوم	٦٩	٣,٢٥٣
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى)	٤,٧	٠,٠٨٣
سيانميد الكالسيوم	٣١	١,٤٧٦
نترات الكالسيوم	٥٢,٥	٤,٤٠٩
كبريتات الكالسيوم (الجبس)	٨,١	٠,٢٤٧
كربونات الكالسيوم والمغنسيوم (الحجر الجيرى الدولوميتى)	٠,٨	٠,٠٤٢
نترات الصوديوم	١٠٠	٦,٠٦٠
كلوريد البوتاسيوم	١١٦,٣	١,٩٣٦
نترات البوتاسيوم	٧٣,٦	٥,٣٣٦
كبريتات البوتاسيوم	٤٦,١	٠,٨٥٣
كلوريد الصوديوم	١٥٣,٨	٢,٨٩٩
السوبر فوسفات العادى	٧,٨	٠,٤٨٧
السوبر فوسفات المركز (الثلاثى)	١٠,١	٠,٢١٠
اليوريا	٧٥,٤	١,٦١٨

جدول (١٨ ـ ١٧) : الأسمدة ذات التأثير القلوى .

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم التى تكفى لإحداث تغير فى الـ الم مماثل لما يحدثه ١٠٠ كجم من السماد
سيانميد الكالسيوم	٢٢	١٣
نترات الكالسيوم	١٥,٥	٢٠
نترات البوتاسيوم	١٣	٢٣
نترات الصوديوم	١٦	٢٩

جدول (١٨ ـ ١٨) : الأسمدة ذات التأثير الحامضى .

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى الذى يحدثه ١٠٠ كجم من السماد
نترات الأمونيوم	٣٣,٥	٦٠
فوسفات الأمونيوم	١١	٥٩
كبريتات الأمونيوم	٢٠,٥	١١٠
اليوريا	٤٦,٦	٨٤

٣ - أسمدة ذات تأثير حامضي : وهي الأسمدة المفضلة في الأراضي القلوية . ويوضح جدول (١٨ - ١٨) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم اللازمة لمعادلة التأثير الحامضي الذي يحدثه ١٠٠ كجم من السماد .

هذا .. ويجب ألا تكون المفاضلة بين الأسمدة قائمة على أساس التأثير المطلق للأسمدة على حموضة التربة ، وإنما على أساس التأثير الحامضي أو القلوي لكل وحدة سمادية (١٪ من النتروجين ، أو ١٠ كجم) (جدولا ١٨ - ١٩ ، ١٨ - ٢٠) .

هذا .. ويوضح جدولا (١٨ - ٢١ ، ١٨ - ٢٢) الخصائص العامة لأهم الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الكبرى والصغرى على التوالي (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

جدول (١٨ - ١٩): مقارنة الأسمدة ذات التأثير القلوي على أساس الوحدة السمادية

السماد	كمية كربونات الكالسيوم اللازمة لإحداث تأثير قلوي مماثل للتأثير الذي يحدثه ١٠ كجم من النيتروجين
سيانميد الكالسيوم	٥٣,٥
نترات الكالسيوم	١٣,٥
نترات البوتاسيوم	١٨
نترات الصوديوم	١٨

جدول (١٨ - ٢٠) : مقارنة الأسمدة ذات التأثير الحامضي على أساس الوحدة السمادية

السماد	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضي الذي يحدثه ١٠ كجم من النيتروجين
نترات الأمونيوم	١٨
فوسفات الأمونيوم	٥٣,٥
كبريتات الأمونيوم	٥٣,٥
اليوريا	١٨

جدول (١٨ - ٢١) : الخصائص العامة لبعض الأسمدة التي تعتبر مصادر للعناصر الكبرى .

السماد	التحليل (٪) (ن - فو٢أ٥ - بو٢أ)	العناصر الأخرى القابلة للذوبان في الماء جم/ ١٠٠ مل (رقم)	التأثير على الـ pH
كلوريد الأمونيوم	٢٥ - صفر - صفر	—	٣٩,٧ حامضي
نترات الأمونيوم	٣٣,٥ - صفر - صفر	—	١١٨,٣ حامضي
فوسفات أحادي الأمونيوم	١١ - ٤٨ - صفر	—	٢٢,٧ حامضي
فوسفات ثنائي الأمونيوم	٢١ - ٥٣ - صفر	١,٤٪ كالسيوم	٤٢,٩ حامضي
كبريتات الأمونيوم	٢٠ - صفر - صفر	—	٧٠,٦ حامضي جدا

جدول (١٨ - ٢١) : يتبع .

السماد	التحليل (٪) (ن - فو$_2$أ$_5$ - بو$_2$)	العناصر الأخرى القابلة للذوبان (٪)	التأثير على الماء جم/ ١٠٠ مل رقم الـ pH
نترات الكالسيوم	١٥ - صفر - صفر	٢٤٪ كربت	١٠٢,٠ قاعدى
نترات الصوديوم	١٦ - صفر - صفر	٢٧٪ كالسيوم	٧٣,٠ قاعدى
اليوريا	٤٥ - صفر - صفر	٢٧٪ صوديوم	٧٨,٠ حامضى
السوبر فوسفات الأحادى	صفر - ٢٠ - صفر	—	١,٨ متعادل
السوبر فوسفات المزدوج	صفر - ٤٦ - صفر	١٨٪ كالسيوم	١,٨ متعادل
كلوريد البوتاسيوم	صفر - صفر - ٦٢	١٢٪ كالسيوم	٣٤,٧ متعادل
نترات البوتاسيوم	١٣ - صفر - ٤٤	—	١٣,٣ قاعدى
كبريتات البوتاسيوم	صفر - صفر - ٥٣	—	٦,٩ متعادل
كبريتات المغنسيوم	صفر - صفر - صفر	١٨٪ كبريت ١٠٪ مغنسيوم ١٣٪ كبريت	٧١,٠ متعادل

جدول (١٨ - ٢٢) : خصائص بعض الأسمدة التى تعتبر مصادر للعناصر الدقيقة

السماد	التحليل	التركيب الكيميائى	ملاحظات
البورون			
البوراكس	١١ ٪ بورون	$Na_2 B_4 O_7 . 10 H_2 O$	يذوب فى الماء فى درجة الغليان
حمض البوريك	١٧ ٪ بورون	$H_3 BO_3$	يذوب فى الماء فى درجة الغليان
فرتر Borce frits	٢ - ٦ ٪ بورون	—	تحضيرات تجارية - بطىء التيسر
النحاس			
كبريتات النحاس	٣٥ ٪ نحاس	$Cu SO_4 . H_2 O$	
النحاس المخلبى	١٣ ٪ نحاس	$Na_2 Cu EDTA$	بطىء التيسر
الحديد			
كبريتات الحديدوز	١٩ ٪ حديد	$Fe SO_4 . 7 H_2 O$	
كبريتات الحديديك	٢٣ ٪ حديد	$Fe_2 (SO_4)_3 . 4 H_2 O$	
فرتر Iron Frits	يختلف	—	تحضيرات تجارية
الحديد المخلبى	٥ - ١٤ ٪ حديد	Na Fe EDTA	يفضل استعماله كسماد ورقى
	٦ ٪ حديد	Na Fe HEDTA	
	١٠ ٪ حديد	Na Fe EDDHA	يفضل استعماله فى الأراضى القلوية
المنجنيز			
كبريتات المنجنيز	٢٦ - ٢٨ ٪ منجنيز	$Mn SO_4 . 3 H_2 O$	
منجنيز مخلبى	١٢ ٪ منجنيز	Mn EDTA	
فرتر Mn Frits	١٠ - ٢٥ ٪ منجنيز	—	تحضيرات تجارية
الموليبدنم			
موليبدات الصوديوم	٣٩ ٪ موليبدنم	$Na Mo O_4 . 2 H_2 O$	
موليبدات الأمونيوم	٥٤ ٪ موليبدنم	$(NH_4)_6 Mo_7 O_2 . 4 H_2 O$	
فرتر Mo Frits	٢ - ٣ ٪ موليبدنم	—	تحضيرات تجارية
الزنك			
كبريتات الزنك	٣٥ ٪ زنك	$Zn SO_4 . H_2 O$	
فرتر Za Frits	يختلف	—	تحضيرات تجارية
زنك مخلبى	١٤ ٪ زنك	$Na_2 Zn EDTA$	
	٩ ٪ زنك	Na Zn HEDTA	

١٨ - ٦ : العوامل المؤثرة على كمية السماد التى تحتاجها محاصيل الخضر

١٨ - ٦ - ١ : عوامل خاصة بالنبات

تختلف الخضروات كثيرًا فى كمية العناصر الغذائية الأولية التى تمتصها النباتات من التربة ، وفى كمية العناصر التى يحصل عليها الجزء المستهلك اقتصاديًا من النبات (وهو الذى يُزال نهائيًا من التربة) بالمقارنة بالكمية التى تحصل عليها أجزاء النبات الأخرى (وهى التى تعود للتربة مرة أخرى) . وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع فى الجزء (١٨ - ١ - ٥) .

كما تختلف محاصيل الخضر فى مدى استجابتها للتسميد بالعناصر الغذائية الصغرى والدقيقة ، ويتضح ذلك من جدول (١٨ - ٢٣) .

جدول (١٨ - ٢٣) : استجابة محاصيل الخضر للتسميد بالعناصر الغذائية المختلفة .

الخضر	الاستجابة للتسميد بعنصر					
	المنجنيز	البورون	النحاس	الزنك	الموليبدنم	الحديد
الطماطم	ب	ب	ب	حـ	أ	ب
الفاصوليا	حـ	أ	أ	حـ	ب	حـ
البنجر	حـ	حـ	حـ	ب	حـ	حـ
البروكولى	ب	ب	ب	—	حـ	حـ
الكرنب	ب	ب	ب	—	ب	ب
الجزر	ب	ب	ب	أ	أ	—
القنبيط	ب	حـ	ب	—	حـ	حـ
الكرفس	ب	حـ	ب	—	أ	—
الخيار	ب	أ	ب	—	—	—
الحس	حـ	ب	حـ	—	حـ	—
البصل	حـ	أ	حـ	حـ	حـ	—
البسلة	حـ	أ	أ	أ	ب	—
البطاطا	حـ	أ	أ	ب	أ	—
الفجل	حـ	ب	ب	—	ب	—
السبانخ	حـ	ب	حـ	—	حـ	حـ
الذرة السكرية	ب	أ	ب	حـ	أ	ب
الطماطم	ب	ب	ب	ب	ب	حـ
اللفت	ب	حـ	ب	—	ب	—

أ = الاستجابة قليلة ب = الاستجابة متوسطة حـ = الاستجابة كبيرة

١٨ - ٦ - ٢ : عوامل خاصة بالأسمدة المستعملة ، والعناصر الغذائية المضافة

تتوقف كمية السماد التى تلزم إضافتها على العوامل التالية :

١ - كمية الأسمدة العضوية المستخدمة

فيلزم خفض مقررات الأسمدة الكيمائية عند إضافة أسمدة عضوية . ويتوقف مدى الخفض على كميات الأسمدة العضوية ، وذلك حسب المعدلات المبينة فى جدول (١٨ - ٢٤) . ويراعى عدم الاعتماد فى التسميد على الأسمدة العضوية فقط ، لأنها تعتبر فقيرة فى الفوسفور . وإذا حدث وأضيفت منها كميات كبيرة بدرجة تكفى لمد حاجة النبات من عنصر الفوسفور ، فإن ذلك يكون مصاحبا بزيادة كبيرة فى النيتروجين . ولذلك فإنه يفضل دائما إضافة جزء من السماد فى صورة عضوية ، وجزء آخر فى صورة أسمدة كيمائية .

هذا .. ولا تطبق القاعدة المبينة فى جدول (١٨ - ٢٤) إلا على الأسمدة العضوية المتحصل عليها من الماشية والخيل ، أما تلك المتحصل عليها من مخلفات الدواجن أو الأغنام ، فيجب ألا تزيد الكمية المستخدمة منها عن ٤ أطنان/ فدان عند إضافتها نثرا أو طن واحد/ فدان عند إضافتها إلى جانب النباتات .

وبالنسبة للأسمدة الخضراء ، فإنه يلزم عند قلبها فى التربة تقليل كمية السماد الكيمائى المضافة إلى ٨٠٪ من الكمية المقررة التى تضاف عادة .

جدول (١٨ - ٢٤) : تأثير كمية السماد العضوى المضافة على كمية السماد الكيمائى التى يتعين استخدامها .

كمية السماد العضوى المضافة (طن/ فدان)	كمية السماد الكيمائى التى يجب إضافتها كنسبة مئوية من الكمية المقررة أصلا
صفر - ٥	١٠٠
٥ - ١٠	٧٥
١٠ - ٢٠	٥٠
٢٠ فأكثر	٢٥

٢ - العنصر السمادى المستعمل

تتوقف كمية السماد التى يجب استعمالها على العنصر الغذائى الذى يوجد بالسماد فالنيتروجين يتعرض للفقد بالرشح بفعل مياه الأمطار أو مياه الرى بانتقاله إلى الطبقات السفلى من التربة ، أو بفقده فى ماء الصرف . ويعنى ذلك ضرورة إضافة النيتروجين على دفعات ، وتعويض ما يفقد منه بالرشح .

وبالنسبة للفوسفور ، فإنه يلزم دائمًا التسميد بكميات أكبر من تلك التي يمتصها المحصول المزروع ، لأن الفوسفور يثبت بدرجة عالية في معظم الأراضي ، كما أن الكثير من الخضروات يكون مجموعها الجذري قليل الانتشار في التربة ، ولا يصل إلى كل السماد المضاف ، وبذلك لا يستفاد من جزء من هذا السماد .

أما البوتاسيوم ، فإنه لا يثبت في التربة إلا بدرجة ضئيلة ، بالمقارنة بالفوسفور . وعليه .. فإن إضافة كميات كبيرة من البوتاسيوم قد تعني فقد جزء منه بالرشح مع ظهور كميات زائدة منه في المحلول الأرضي . وتجدر الإشارة إلى أن الأراضي الرملية تعد فقيرة في البوتاسيوم ، وكذلك يقل البوتاسيوم في الأراضي الجيرية لإحلال كاتيونات الكالسيوم محله ، بينما يوجد البوتاسيوم بكثرة في الأراضي الرسوبية .

٣ – قانون العامل المحدد Law of the limiting factor

تبعًا لقانون العامل المحدد ، فإن النباتات لا يمكنها الاستفادة من العناصر الغذائية المضافة ، أو من تلك الموجودة في التربة إلا بالقدر الذي يتناسب مع أقل العناصر الغذائية توفرًا في التربة ، فإذا أضيف العنصر المحدد للنمو يزداد نمو النباتات إلى أن يصبح عنصرًا آخر محددًا للنمو ، وهكذا .

٤ – التنافس بين العناصر الغذائية

تؤدي زيادة التسميد بعنصر ما إلى زيادة امتصاص النبات من هذا العنصر ، ويكون ذلك على حساب امتصاص النبات من عنصر أو عناصر أخرى ، فتظهر أعراض نقصها . ويوضح جدول (١٨ – ٢٥) أهم حالات التنافس بين العناصر الغذائية .

جدول (١٨ ـ ٢٥) : حالات التنافس بين العناصر الغذائية .

عند زيادة عنصر	تظهر أعراض نقص عنصر
النيتروجين	البوتاسيوم
البوتاسيوم	الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم
الصوديوم	البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم
الكالسيوم	المغنسيوم والبورون
المغنسيوم	الكالسيوم
الحديد	المنجنيز
المنجنيز	الحديد

٥ – حيوية العناصر

يرتبط العامل السابق (التنافس بين العناصر) بهذا العامل ، وغالبًا ما يظهران معًا . فتؤدي زيادة التسميد بعنصر ما إلى زيادة امتصاص النبات من هذا العنصر ، كما يزداد المحصول بصورة تدريجية إلى

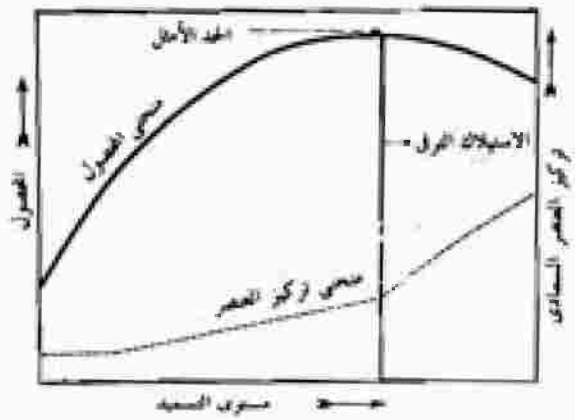
أن يصل مستوى التسميد إلى الحد الأمثل ، وهو المستوى الذى يعطى عنده النبات أعلى محصول . وبزيادة مستوى التسميد عن هذا الحد تبدأ ظهور أعراض التسمم بهذا العنصر ، حيث يحدث :

(أ) استمرار الزيادة فى امتصاص النبات من هذا العنصر .

(ب) نقص تدريجى فى المحصول (شكل ١٨ – ٣) .

(جـ) يحدث التنافس بين هذا العنصر والعناصر الأخرى ، وتبدأ ظهور أعراض نقصها .

هذا .. وتعرف الزيادة فى امتصاص العنصر بأكثر مما يحتاج النبات باسم الاستهلاك الترف luxury consumption (شكل ١٨ – ٣) ، وهى التى تتسبب فى ظهور أعراض التسمم ويجب أن تتوقف الزيادة فى التسميد عند بداية مرحلة الاستهلاك الترف .



شكل ١٨ – ٣ : تأثير الزيادة فى مستوى التسميد بعنصر معين على المحصول .

ويمكن تقسيم المرحلة السابقة للنقص فى المحصول مع زيادة مستوى التسميد إلى ثلاث مراحل : فى الأولى تكون الزيادة فى النمو والمحصول كبيرة ، مع زيادة كمية السماد المضافة . وفى الثانية تبطؤ الزيادة فى النمو والمحصول مع زيادة كمية السماد المضافة . وفى الثالثة لا يحدث نقص أو زيادة فى المحصول مع زيادة مستوى التسميد . ويبدأ الاستهلاك الترف فى هذه المرحلة ، لكن لا تبدأ أعراض التسمم فى الظهور إلا مع بداية النقص فى النمو والمحصول (Nelson ١٩٨٥) .

وللمزيد من التفاصيل عن تأثير التسميد الزائد بالعناصر الدقيقة يراجع Bould وآخرون (١٩٨٣) ، والعددان الأول والثانى من المجلد الثانى من الدورية العلمية "Journal of Plant Nutrition" ، ففيهما ٤٨ بحثًا ومقالة علمية متخصصة تغطى الموضوع من كافة جوانبه .

١٨ - ٧ : المعدلات العامة للتسميد فى محاصيل الخضر

يصعب وضع معدلات محددة للتسميد فى محاصيل الخضر المختلفة بسبب تباين الظروف المؤثرة فى هذا الشأن ، لكن قد يكون من الممكن وضع معدلات عامة للتسميد يسترشد بها فى الحالات الخاصة . وقد اجتهد الباحثون كثيرًا فى هذا المجال .. فيعطى Lorenz & Maynard (١٩٨٠) المعدلات العامة للتسميد بالنيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم لخمس من مجاميع الخضر ، هى : البطاطس ، والخضر الورقية ، والثمرية ، والجذرية ، والبقوليات (جدول ١٨ - ٢٦) . ويمكن الاسترشاد بهذا الجدول فى تقدير احتياجات محاصيل الخضر الأخرى التى لم يرد ذكرها فى الجدول .

جدول (١٨ - ٢٦) : المعدلات العامة لتسميد محاصيل الخضر فى الأراضى التى لايعرف محتواها من العناصر الغذائية .

مجموعة الخضر	العنصر (بالكجم/ فدان)		
	النيتروجين (N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
البطاطس	١٠٠	١٠٠	١٠٠
الخضر الورقية : الخس - الكرنب - السبانخ	٧٥	٥٠	٧٥
الخضر الثمرية : الطماطم - الفلفل - الباذنجان	٥٠	٥٠	٧٥
الخضر الجذرية : البطاطا - الجزر - الشمندر	٧٥	٥٠	١٢٥
البقوليات : الفاصوليا - البسلة	٢٥	٤٠	٢٥

ويعطى Ware & McCollum ١٩٨٠ معدلات التسميد الأزوتى التى ينصح بها لمحاصيل الخضر المختلفة فى كل من الأراضى الثقيلة والخفيفة (جدول ١٨ - ٢٧) ، واحتياجات مختلف محاصيل الخضر من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم عند اختلاف التربة فى محتواها من أى من هذين العنصرين (جدول ١٨ - ٢٨) .

جدول (١٨ - ٢٧) : معدلات التسميد الأزوتى التى ينصح بها لمحاصيل الخضر المختلفة فى الأراضى الثقيلة والخفيفة .

المحصول	الاحتياجات السمادية من النيتروجين (كجم/ فدان)	
	الأراضى الثقيلة	الأراضى الخفيفة
الطماطم	٤٠	٥٠
الفاصوليا	١٥	٢٣
البنجر	٢٥	٣٣
الكرنب	٣٠	٣٨
الجزر	٣٠	٣٨
القنبيط	٣٣	٤٠

جدول (١٨ - ٢٧) : يتبع

المحصول	الاحتياجات السمادية من النيتروجين (كجم/ فدان)	
	الأراضى الثقيلة	الأراضى الخفيفة
الذرة السكرية	٢٠	٢٨
الخيار	١٠	٢٣
الباذنجان	١٥	٢٣
فجل الخصان	٢٣	٣٠
الخس	٢٣	٣٠
القاوون	١٠	١٨
البصل	٢٣	٣٠
الجزر الأبيض	٣٠	٣٨
البسلة	١٠	١٨
الفلفل	١٥	٢٣
البطاطس	٣٠	٣٨
فرع الكوسة	١٥	٢٣
القرع العسل	٣٠	٣٨
السبانخ	٢٥	٣٠
البطاطا	١٥	٢٠
الطماطم	٣٠	٣٨
اللفت	٢٥	٢٥
البطيخ	١٠	١٨

جدول (١٨ ـ ٢٨) : محاصيل الخضر مقسمة إلى مجموعات حسب احتياجاتها من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم فى الأراضى المختلفة فى محتواها من هذين العنصرين .

نتيجة اختبار التربة		احتياجات المحصول من العنصر (P أو K) بالكجم/ فدان			
		مجموعة (أ)	مجموعة (ب)	مجموعة (جـ)	مجموعة (د)
الفوسفور (P)	فقيرة جدا	٦٣	٥٣	٣١	١٣
	فقيرة	٥٣	٣١	١٣	٥
	متوسطة	٣٥	٩	٩	٥
	خصبة	١٨	٥	٩	٥
	خصبة جدا	٩	٥	٩	٥
البوتاسيوم (K)	فقيرة جدا	١٠٠	١٠٠	٧٦	٢٨
	فقيرة	٨٠	٨٠	٥٦	٨
	متوسطة	٥٦	٥٦	٤٨	٨
	خصبة	٣٢	٣٢	٤٠	٨
	خصبة جدا	٣٢	٨	٤٠	٨
المحاصيل فى كل مجموعة		الطماطم البطاطس الفلفل	الفلفلون البصل الذرة السكرية	الجزر الأبيض البنجر	الفاصوليا البسلة

جدول (١٨ – ٢٨) : يتبع

نتيجة اختبار التربة	احتياجات المحصول من العنصر (P أو K) بالكجم/ فدان		
	مجموعة (أ)	مجموعة (ب)	مجموعة (جـ)	مجموعة (د)
	الباذنجان الكرنب القنبيط البروكولى الخيار الفاصوليا الكوسة القرع العسلى	السبانخ الجزر البطاطا	الفجل اللفت نجيل الحصان	

أما Hanna وآخرون (١٩٧٨) فقد بينوا المعدلات العامة المقترحة للتسميد بالأنواع المختلفة من الأسمدة بالوزن لوحدة المساحة من الأرض ، أو لوحدة الحجم من المحلول السمادى (جدول ١٨ – ٢٩) . ويفيد هذا الجدول فى تقدير الاحتياجات العامة من أى سماد لأى مساحة مزروعة ، بداية من مستوى المناضد (البشات) فى الصوبات إلى المزارع الكبيرة سواء أكان التسميد بطريق التربة أم مع ماء الرى .

جدول (١٨ ـ ٢٩) : معدلات التسميد العامة المقترحة للأنواع المختلفة من الأسمدة .

السماد	معدل التسميد المقترح[أ]	
	بالكجم / ١٠ م٢ من سطح الأرض	بالجرام / لتر من المحلول السمادى
كبريتات الأمونيوم	٠,٢ ـ ٠,٤	٠,٤
نترات الأمونيوم	٠,٢	٠,١
نترات الصوديوم	٠,٤	٠,٤
نترات الكالسيوم	٠,٤	٠,٤
نترات البوتاسيوم	٠,٢	٠,٣
السوبر فوسفات الأحادى	٢,٣	–
السوبر فوسفات المزدوج	٠,٦	–
كلوريد البوتاسيوم	٠,٢	٠,١
كبريتات البوتاسيوم	٠,٢	٠,٢
سماد مركب تحليله :		
٥ ـ ١٠ ـ ١٠	٠,٩	–
١٠ ـ ١٠ ـ ١٠	٠,٦	–
٢٠ ـ ٢٠ ـ ٢٠	٠,٣	٠,٢
سماد أزوكوت ١٤ ـ ١٤ ـ ١٤	٤,٠	–
كبريتات المغنسيوم	٠,٩	٠,٥
	بالجرام/ ١٠ م٢ من سطح الأرض	بالملليجرام/ لتر من المحلول السمادى
حمض البوريك	١٧	٢
كبريتات النحاس	٩	٢
الحديد المخلبى	٤٩	٢٧٠
كبريتات المنجنيز	٨	٧
كبريتات الزنك	٨	٦

أ هذه معدلات عامة ، لكن قد تختلف المحاصيل المختلفة فى احتياجاتها الخاصة من العناصر الغذائية .

هذا .. ولا يختلف تسميد النباتات النامية فى الأصص عن تلك النامية فى الحقل ، وتحسب معدلات التسميد/ قصرية على أساس معدلات التسميد/ فدان حسب المعادلة الآتية :

معدل التسميد فى الأصيص بالجرام =

$$\text{معدل التسميد للفدان بالكجم} \times \frac{\text{وزن تربة القصرية بالكجم}}{٢١٠}$$

فمثلاً فى الطماطم إذا كانت معدلات التسميد للفدان هى ٤٠٠ كجم سلفات نشادر ، و ٣٠٠ كجم سوبرفوسفات ، و ١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم ، واحتوى الإصيص الواحد على ٥ كجم من التربة ، يكون معدل التسميد لكل إصيص كالتالى :

سلفات النشادر = $٤٠٠ \times \frac{٥}{٢١٠}$ = ٢ جم

السوبر فوسفات = $٣٠٠ \times \frac{٥}{٢١٠}$ = ١,٥ جم

سلفات البوتاسيوم = $١٥٠ \times \frac{٥}{٢١٠}$ = ٠,٧٥ جم .

١٨ - ٨ : طرق التسميد

١٨ - ٨ - ١ : طرق إضافة الأسمدة الجافة

تضاف الأسمدة الجافة للتربة بعدة طرق كما يلى :

١ - نثر الأسمدة على سطح التربة قبل الحرث .

٢ - نثر الأسمدة على سطح التربة بعد الحرث ، ثم خلطها بالتربة بالتسوية والتزحيف .

٣ - نثر الأسمدة على سطح التربة بعد الإنبات فى حالة الزراعة فى أحواض .

٤ - إضافة الأسمدة (سرًا) فى بطن خط الزراعة .

٥ - إضافة الأسمدة « تكبيشًا » إلى جانب النباتات فى خط الزراعة .

٦ - إضافة الأسمدة سرًا فى خنادق إلى جانب خط الزراعة بنحو ٥ - ٨ سم ، وأسفل مستوى البذور بنحو ٥ - ٨ سم ، ويجرى ذلك باستخدام الآلات .

ومن الأهمية بمكان عدم إضافة السماد الجاف مختلطًا بالبذور ، أو قريبًا جدًا منها ، لأن ذلك يؤدى إلى ضعف الإنبات ، وضعف نمو البادرات ، ونقص المحصول . والعادة هى إضافة السماد الجاف إما أسفل مستوى البذور بنحو ٥ - ٧,٥ سم ، وإما تحتها مباشرة ، أو إلى أحد الجانبين بنحو ٥ - ٧ سم .

١٨ - ٨ - ٢ : التسميد بالرش

يختلف التسميد بالرش فقط عن التسميد مع ماء الرى بالرش . ففى الحالة الأولى يكون الهدف هو إضافة السماد إلى الأسطح الورقية ، بينما يكون الهدف فى الحالة الثانية هو إيصال السماد إلى التربة مع ماء الرى بالرش .

ولا يفيد التسميد بالرش إلّا فى حالة العناصر الدقيقة فقط ، حيث يمكن للأوراق أن تحصل على حاجة النبات من العناصر الدقيقة بهذه الطريقة . هذا .. ولا يمكن للأوراق امتصاص كل حاجة النبات من العناصر الضرورية الأخرى ، خاصة النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم لاحتياج النبات إلى كميات كبيرة من هذه العناصر ، بالإضافة إلى استحالة تركيز المحلول السمادى فى محلول الرش عن حد معين ، وإلّا احترقت أوراق النبات . ويعنى ذلك توزيع الكمية المطلوبة من السماد على عدد كبير من الرشات قد يصل إلى ١٥ - ٢٠ رشة ، مما يجعل الطريقة غير اقتصادية . وفى الحالات القليلة التى ذكرت فيها استفادة النباتات من الرش باليوريا يُرجح أن الاستفادة قد حدثت عن طريق الجذور بعد سقوط محلول اليوريا على التربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

وعليه .. فلا ينصح بالتسميد بهذه الطريقة إلّا بالنسبة للعناصر الدقيقة والعناصر المغذية الكبرى غير الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم . أما بالنسبة لهذه العناصر الكبرى ، فلا تتبع معهم طريقة التسميد بالرش إلّا لسد نقص طارىء فى أى منها إلى أن يمكن أجراء التسميد بالطرق الأخرى . وفى هذه الحالة تعتبر اليوريا أفضل مصادر الأزوت ،وفوسفات ثنائى الأمونيوم أفضل مصادر الفوسفور ، وكبريتات البوتاسيوم أفضل مصادر البوتاسيوم .

ويلاحظ أن الفوسفور يمتص بسرعة عندما يكون متحدًا مع أيون الأمونيوم ، وموجودًا معه . ويساعد وجود اليوريا على زيادة الامتصاص . ويتأثر امتصاص الفوسفور بشدة بدرجة الحرارة ، حيث نجد أن الـ Q_{10} يزيد عن ٣ فى الفوسفور ، بينما لا يزيد عن ٢ فى العناصر الأخرى . (Wittwer ١٩٦٩) .

هذا .. ويزيد امتصاص العناصر عن طريق الأوراق مع ارتفاع درجة الحرارة ، وانخفاض pH محلول الرش عن ٧ وفى الأوراق الحديثة ومن السطح السفلى للأوراق ومن الأوراق غير المغطاه بطبقة سميكة .

وفى الأراضى التى يثبت فيها الفوسفور بدرجة كبيرة ، سواء أكانت هذه الأراضى حامضية (حيث يثبت الفوسفور فى صورة فوسفات الحديد وفوسفات الألومنيوم) أم قلوية (حيث يثبت الفوسفور فى صورة فوسفات ثلاثى الكالسيوم) ، فإن وزارة الزراعة (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣) تنصح بإضافة سماد السوبرفوسفات رشًا على النباتات . وينحصر محلول الرش بتركيز ٤٪ ، حيث يلزم ٤ كجم من سماد السوبرفوسفات الأحادى لكل ١٠٠ لتر ماء . يترك السماد أولًا لمدة ١٢ ساعة فى كمية من الماء ، ثم يُقلب بعد ذلك جيدًا ، ويرشح ، وينقل المترشح إلى مونور الرش ، ويكمل إلى الكمية المناسبة وهى ١٠٠ لتر . وينصح بأن يكون الرش فى الصباح الباكر ، أو فى آخر

النهار ، وأن يبدأ بعد شهر من إنبات البذور أو من الشتل ، ويكرر كل ١٠ - ١٥ يومًا بعد ذلك حتى الحصاد .

وبالنسبة للمحاليل المغذية المعدنية ، كالفولى فرتيل ، والبايفولان وغيرهما يكون الرش بتركيز ٠,٢٪ فى بداية حياة النبات ، وتزداد إلى ٠,٣٪ بعد ذلك . أما بالنسبة للمحاليل المغذية العضوية (التى تحتوى على مواد مخلبية) ، فيكون الرش بتركيز ٠,٠٥٪ فى بداية حياة النبات ، وتزداد إلى ٠,١٪ بعد ذلك . وفى كلتا الحالتين يكون الرش كل ٢ - ٣ أسابيع .

١٨ - ٨ - ٣ : التسميد مع ماء الرى

يتم فى هذه الطريقة إيصال السماد إلى النباتات مع ماء الرى ، سواء أكان الرى بطريقة الرى السطحى ، أم بالرش ، أم بالتنقيط .

وفى كل الطرق يتم عادة تحضير محلول مركز من السماد يتم إدخاله بطرق خاصة مع ماء الرى . وفى الحالات التى لا تتطلب كميات كبيرة من ماء الرى ، كما فى حالات الرى بالتنقيط أو رى المشاتل ، يمكن إذابة الكمية المطلوبة من السماد فى كمية الماء المزمع استخدامها فى الرى .

التسميد مع ماء الرى السطحى

تستخدم الأحواض السائلة أو الأحواض القابلة للذوبان فى الماء عند التسميد مع ماء الرى السطحى . ومن أكبر عيوب التسميد بهذه الطريقة عدم تجانس توزيع السماد على المساحة التى يُراد ريها ، حيث تصل كمية أكبر من السماد إلى التربة عند بداية قنوات الرى ، عنه عند نهايتها . ولذلك يجب معرفة المدة التى تستغرقها عملية الرى بدقة ، حتى يمكن توزيع السماد بصورة متجانسة خلال عملية الرى كلها . ومن مشاكل هذه الطريقة فى التسميد أيضًا اختلاف الأراضى كثيرًا فى نفاذيتها لماء الرى ، واختلاف نفس الأرض فى درجة نفاذيتها فى الأوقات المختلفة .

ويمكن تنقيط محاليل السماد فى ماء الرى مباشرة . وقد تستعمل أجهزة خاصة لإضافة الكميات اللازمة من الأحواض الصلبة إلى ماء الرى ، حيث تذوب أثناء جريان الماء .

وتحسب كمية محلول السماد السائل التى يجب إضافتها إلى ماء الرى فى زمن محدد كالتالى :

كمية محلول السماد باللتر/ساعة =

$$\frac{\text{عدد الأفدنة التى تروى/ساعة} \times \text{كمية السماد المراد استعمالها بالكجم/فدان}}{\text{كمية السماد فى محلول السماد بالكجم/ لتر}}$$

أو تحسب كمية السماد السائل أو الصلب التى تضاف إلى ماء الرى فى زمن محدد كالتالى :

كمية السماد بالكجم أو باللتر/ساعة =

$$\frac{\text{عدد الأفدنة التى تروى} \times \text{كمية السماد الصلب بالكجم أو السائل باللتر/فدان}}{\text{المدة التى يستغرقها رى الحقل بالساعة}}$$

ويمكن الاستعانة بجدول (١٨ – ٣٠) فى تحديد معدل تنقيط السماد السائل فى ماء الرى إذا علم معدل التسميد اللازم باللتر فى الساعة .

أما جدول (١٨ – ٣١) فيبين كميات الأسمدة المختلفة بالجرام اللازم إذابتها فى ١٠٠ لتر ماء لإعطاء محاليل مغذية يحتوى كل منها على ١٠٠ جزء فى المليون نيتروجين ، و ١٠٠ جزء فى المليون بوتاسيوم . ويمكن استخدامها فى رى الشتلات .

جدول (١٨ ـ ٣٠) : معدل تدفق السماد السائل فى ماء الرى إذا علم معدل التسميد اللازم باللتر فى الساعة .

معدل التسميد المطلوب (لتر / ساعة)	معدل تدفق السماد معبرا عنه بعدد الثوانى اللازمة لملء وعاء سعته ٢٥٠ مل
٢	٤٥٠
٤	٢٢٥
٦	١٥٠
٨	١١٢
١٠	٩٠
١٢	٧٥
١٦	٥٦
٢٠	٤٥
٢٥	٣٦
٣٠	٣٠
٤٠	٢٢
٥٠	١٨
٦٠	١٥
٧٥	١٢
١٠٠	٩

جدول (١٨ ـ ٣١) : كميات الأسمدة اللازمة لتحضير محاليل مغذية لرى الشتلات . (يحتوى كل منها على ١٠٠ جزء فى المليون من كل من النيتروجين والبوتاسيوم)

السماد	الكمية بالجرام لكل ١٠٠ لتر ماء
١ ـ نترات الأمونيوم	٢٠
نترات البوتاسيوم	٣٠
٢ ـ نترات الصوديوم	٣٥
نترات البوتاسيوم	٣٠

جدول (١٨ - ٣١) : يتبع

السماد	الكمية بالجرام لكل ١٠٠ لتر ماء
٣ ـ نترات الكالسيوم	٣٥
نترات البوتاسيوم	٣٠
٤ ـ اليوريا	١٥
نترات البوتاسيوم	٣٠
٥ ـ سماد مركب ١٢ ـ ٤ ـ ٨	٦٠
نترات البوتاسيوم	١٥
٦ ـ سماد مركب ١٢ ـ ١٢ ـ ١٢	٧٥
٧ ـ سماد مركب ١٥ ـ صفر ـ ١٥	٦٠
أو أى نسب أخرى من الفسفور	

التسميد مع ماء الرى بالرش

من مزايا التسميد مع ماء الرى بالرش ما يلى :

١ - إضافة الأسمدة بسرعة وسهولة ، وبفعالية أكبر ، وبتكلفة أقل مما فى طرق التسميد الأخرى .

٢ - يمكن جعل الأسمدة تتخلل التربة إلى العمق المطلوب بالتحكم فى مدة الرى .

٣ - تتوزع الأسمدة بصورة أكثر تجانسًا .

٤ - تكون الأسمدة ميسرة لامتصاص النبات بدرجة أكبر مما لو أُضيفت إلى التربة فى صورة جافة .

٥ - يمكن إضافة الأسمدة بسرعة فى الأوقات الحرجة التى تظهر فيها أعراض نقص العناصر .

هذا .. ويمكن أن تضاف معظم الأسمدة إلى ماء الرى بالرش إذا توفرت الشروط التالية .

١ - ألا يفقد العنصر السمادى بسهولة بالتبخر ، كما هو الحال فى الأمونيا ومحاليل النيتروجين المحتوية على أمونيا حرة .

٢ - أن تكون سريعة الذوبان فى الماء .

٣ - ألا يتفاعل السماد مع جهاز الرى بالرش ، كما فى حالة حامض الفوسفوريك ، ونترات الأمونيوم .

ويعنى ذلك إمكانية التسميد بهذه الطريقة لمعظم الأسمدة الأزوتية ، مثل اليوريا ، وكبريتات الأمونيوم ، ونترات الصوديوم ، ونترات الكالسيوم . وكذلك يمكن إضافة كبريتات البوتاسيوم بهذه الطريقة ، ولكن يفضل قصر ذلك على الأوقات التى تظهر فيها أعراض نقص البوتاسيوم فجأة . كما يمكن إضافة معظم العناصر الأخرى التى يحتاجها النبات بكميات قليلة بهذه الطريقة .

أما الأسمدة الفوسفاتية ، فتفضل إضافتها عن طريق التربة ، بدلًا من إضافتها مع ماء الرى بالرش للأسباب الآتية :

١ – يثبت الفوسفور بدرجة أكبر عند إضافته مع ماء الرى بالرش ، عنه عند إضافته فى خنادق إلى جانب النباتات .

٢ – معظم الأسمدة الفوسفاتية ضعيفة الذوبان فى الماء ، مما يسبب انسداد بشابير الرش .

٣ – تؤدى الأسمدة الفوسفاتية إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس فى جهاز الرش .

وعند اتباع هذه الطريقة فى التسميد يجب السماح بتشغيل جهاز الرى بالرش أولًا بدون سماد لمدة تكفى لبل سطح التربة وبل أوراق النبات ، وإلّا فقد السماد بتعمقه كثيرًا فى التربة مع ماء الرى . يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل ، ويستغرق ذلك من ٣٠ – ٦٠ دقيقة . ويعقب ذلك استمرار الرى بالرش بدون تسميد لمدة ١٥ – ٣٠ دقيقة . والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق ، والتخلص من آثار السماد فى المضخة والأنابيب والرشاشات ، كما أن ذلك يساعد على تحريك السماد فى التربة (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

التسميد مع ماء الرى بالتنقيط

يعتبر التسميد مع ماء الرى بالتنقيط من أبسط وأنجح طرق التسميد ، لأن كمية الماء المستخدمة فى الرى تكون قليلة نسبيًا ، الأمر الذى يمكن معه إذابة السماد فى كل كمية الماء المستخدمة فى الرى . كما أن السماد يكون ميسرًا بالقرب من جذور النباتات ، ولا يفقد منه شىء يذكر بالرشح . وتفيد هذه الطريقة فى التسميد بصفة خاصة فى الأراضى التى تناسبها طريقة الرى بالتنقيط .

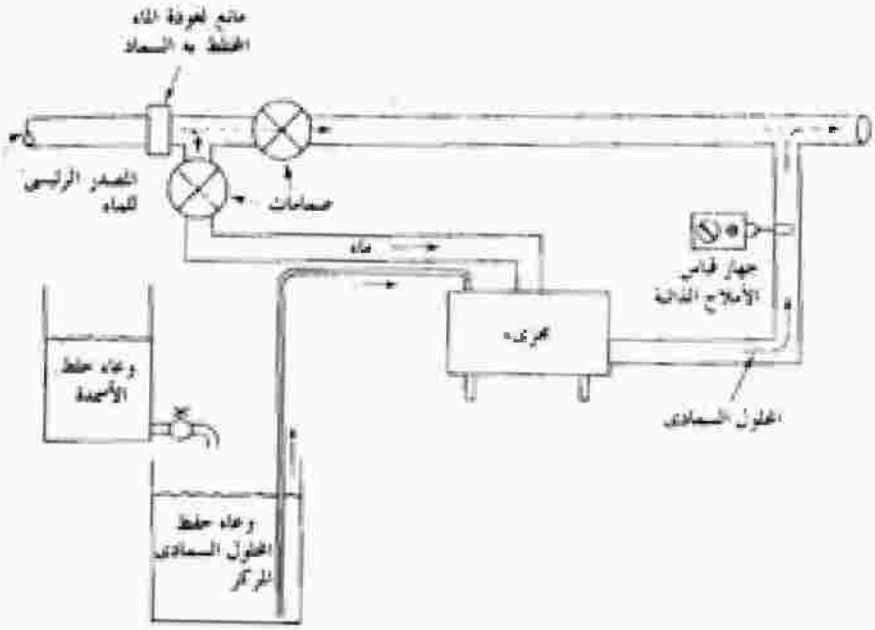
كيفية إدخال (حقن) الأسمدة فى مياه الرى

يتم إدخال الأسمدة مع مياه الرى إما بحقن محلول سمادى مركز فى ماء الرى بنسب معينة ، أو بإذابة السماد اللازم كله فى كمية من الماء تكفى لرى المساحة المطلوبة ، وتستخدم فى الرى مباشرة .

فى حالة استعمال المخاليل المركزة من الأسمدة يتم أولًا خلط الأسمدة فى خزانات خاصة ، ثم ينقل منها المحلول السمادى المركز الخالى من الشوائب والرواسب إلى خزان آخر يسمى خزان المحلول

السمادى . يتصل هذا الخزان بجهاز خاص يسمى حاقن injector أو مخزىء proportioner يقوم بخلط كميات محدودة من المحلول السمادى المركز والماء معًا (شكل ١٨ – ٤) . ويمر ماء الرى المخلوط به السماد بعد ذلك على جهاز يقيس مقدار الزيادة فى درجة التوصيل الكهربائى للماء التى أحدثتها الأملاح السمادية . وتتراوح درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى المخلوط به السماد عادة من ١,٤ – ٢,٨ ملل موز/سم فى درجة حرارة ٢٥° م .

كذلك يركب صمام بين مصدر الماء المستخدم فى الرى وأنبوب ماء الرى المخلوط به السماد لمنع عودة الماء إلى أنابيب المياه الرئيسية ، وهو الأمر الذى قد يحدث فى حالة تولد ضغط سالب (شكل ١٨ – ٥) . ومن الطبيعى أن اختلاط الأسمدة بمياه الشرب أمر غير مرغوب فيه ، نظرًا لأن بعضها يعتبر سامًا للإنسان ، كأملاح النترات مثلاً (Nelson ١٩٨٥) .

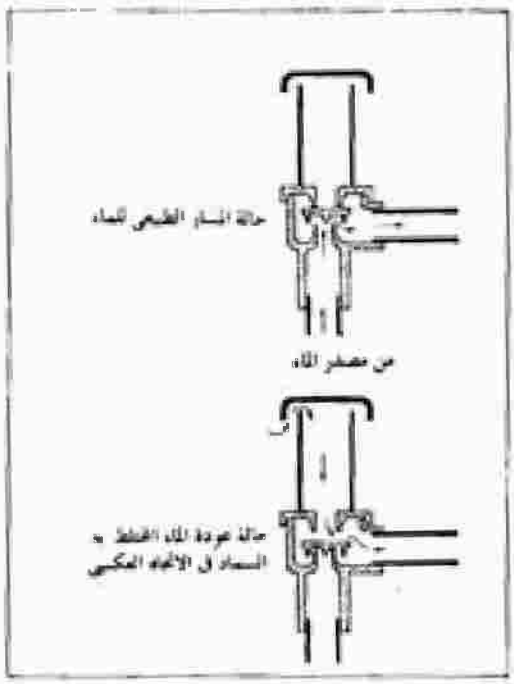


شكل ١٨ – ٤ : طريقة إدخال الأسمدة فى ماء الرى بواسطة المخزىء .

هذا .. ويبين شكل (١٨ – ٦) المنظر العام للتوصيلات ، والأجهزة المستخدمة فى ترشيح مياه الرى وخلطها بالمحاليل السمادية المركزة .

يعتمد عمل الحاقن أو المخزىء proportioner على خلط نسبة ثابتة من المحلول السمادى المركز مع ماء الرى شكل (١٨ – ٧) فإذا خلط لتر من محلول السماد المركز مع ٩٩ لتر من الماء لإنتاج ١٠٠ لتر من محلول السماد المخفف ، فإن نسبة التخفيف تكون ١ : ١٠٠ . وأكثر نسب التخفيف استخدامًا هى : ١ : ١٠٠ أو ١ : ٢٠٠ ، ونادرًا ما تستخدم نسبة تخفيف ١ : ١٠٠٠ ، نظرًا لأن

المحلول السمادى يجب أن يكون فى هذه الحالة شديد التركيز ، الأمر الذى قد لا يكون ممكنًا مع بعض الأسمدة . كما يجب اختيار نسبة التخفيف التى تناسب مع كمية الماء المستخدمة فى كل ربة لمساحة معينة . ويجب اختيار نسبة التخفيف على فترات للتأكد من سلامة عمل المجرى ، وذلك بقياس درجة التوصيل الكهربائى ، ومقارنة القراءة بقراءة محلول سمادى محضر بنفس التركيز ، أو بجمع كمية من المحلول السمادى المخفف ، وتحديد كمية المحلول السمادى المركز التى استنفدت فى تحضيرها ، ومقارنة النسبة .

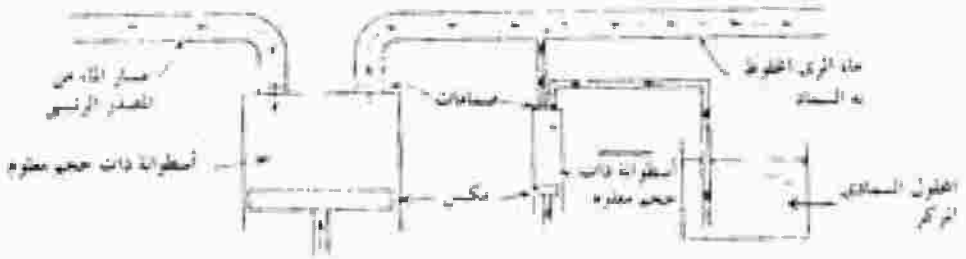


شكل ١٨ - ٥ : طريقة عمل الصمام المانع لرجوع الماء المختلط بالسماد إلى مواسير المياه الرئيسية .

وتشتمل معظم الأسمدة القابلة للذوبان المستخدمة مع ماء الرى على كميات صغيرة من كل العناصر الصغرى ، وتضاف إليها صبغة تغير لون الماء المخلوط به السماد ، وهو الأمر الذى يفيد فى حالة توقف المجرى عن العمل ، أو عند نفاذ المحلول السمادى المركز .

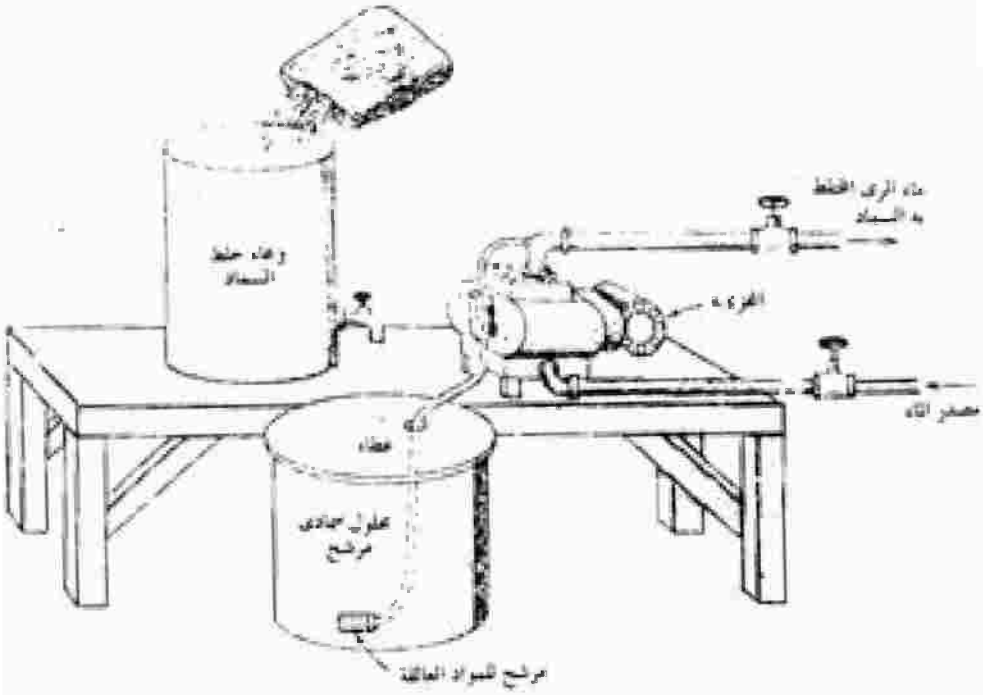
ويلزم لتحضير المحلول السمادى المركز وعاءان من البلاستيك ، نظرًا لأن الفوسفات السمادية تتفاعل مع المعادن . يذاب السماد فى الوعاء الأول فى ماء دافئ حرارته ٤٠° م (١٠٥°ف) ، ثم ينقل إلى الوعاء الثانى ، إما من خلال صنبور يثبت أعلى القاع بنحو ٥ سم لتجنب انتقال الرواسب التى قد تؤدى إلى انسداد المقطرات أو بشابير الرش ، أو بواسطة سيفون siphon يغمر فى المحلول السمادى أعلى قاع الإناء ، وتثبت على طرفه المغمور مصفاة لزيادة الحرص فى عدم انتقال الرواسب (شكل ١٨ - ٨) .

شكل ١٨ - ٦ : منظر عام للتوصيلات والأجهزة المستخدمة فى ترشيح مياه الرى وخلطها بالمخاليل السمادية المركزة .



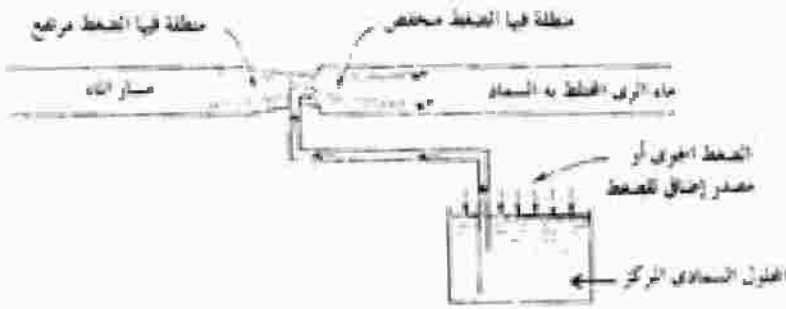
شكل ١٨ - ٧ : طريقة عمل الحاقن injector أو المرزى proportioner الذى يخلط المخلول السمادى المركز مع ماء الرى بنسبة معينة

هذا .. وقد يستعاض عن المرزى proportioner بنظام خزان المخلول السمادى والمضخة tank and pump system ، وفيه يحضر المخلول السمادى بالتخفيف اللازم مباشرة فى خزان ضخم ، حيث يضخ بعد ذلك فى نظام الرى . ويجب عند اتباع هذا النظام تأمين طريقة لرج المخلول السمادى ومنع الترسبات . وقد يتحقق ذلك بواسطة ذراع تتحرك آليًا وتغمر فى المخلول ، أو بمجرد السماح لبعض المخلول السمادى بالعودة لخزان السماد ، الأمر الذى يحدث حركة بالمخلول تكفى لمنع الترسبات السمادية .



شكل ١٨ - ٨ : وعاء خلط الأسمدة ، ووعاء المحلول السمادي المركز الذي يتصل بالخزان أو حافن السماد في ماء الري .

ومن الطبيعي أن حجم الخزان يجب أن يتناسب مع المساحة التي يلزم تسميدها . وبرغم أن تركيز السماد يمكن زيادته بإضافة المزيد من السماد أو إنقاصه بالتخفيف بالماء ، إلا أنه ينصح بتأجيل أي تغيير في النسبة السمادية لحين استعمال كل المحلول السمادي المحضر . ويعاب على هذه الطريقة في التسميد صعوبة تسميد محاصيل متنوعة لتختلف في احتياجاتها السمادية .



شكل ١٨ - ٩ : طريقة مبسطة لخلط المحلول السمادي المركز مع ماء الري . تستخدم هذه الطريقة في تسميد المساحات الصغيرة ، مثل المشاتل والنباتات النامية في الأصص .

وأحيانًا قد يكفى مجرد إيصال فوهة أنبوبة رفيعة متصلة بقاع خزان الغلول السمادى بنقطة فى مسار ماء الرى يتسع عندها المسار (أنبوب ماء الرى) فجأة ، وبالتالى يقل الضغط ، الأمر الذى يؤدى إلى سحب الغلول السمادى واختلاطه بماء الرى (شكل ١٨ - ٩) (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

١٨ - ٩ : العوامل المؤثرة على طريقة وموعد تسميد محاصيل الخضر

يتأثر اختيار الطريقة والموعد المناسبين لتسميد محاصيل الخضر على العوامل التالية :

١٨ - ٩ - ١ : عوامل خاصة بالنبات وطريقة الزراعة

أهم هذه العوامل ما يلى :

١ - عمر النبات :

فلا تستفيد النباتات من الأسمدة المضافة بطريقة النثر إلا بعد أن ينمو لها مجموع جذرى كثيف منتشر .

ورغم أن بعض الخضروات ، كالخس ، والبطاطس ، والفلفل ، والطماطم يبلغ أعلى معدل لامتصاصها لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم خلال الشهر الثالث من الزراعة أو الشتل ، إلا أنه تجب إضافة كميات مناسبة من هذه العناصر قريبة نسبيًا من النباتات الصغيرة ، حتى يتمكن المجموع الجذرى المحدود من امتصاص ما يلزم النبات من عناصر تكفى للنمو الجيد .

وفى حالة زراعةالبذور ألبًا ، فإن الأسمدة غالبًا ما تضاف أيضًا فى نفس وقت الزراعة ، ويستبقى فقط جزء من السماد الأزوتى لإضافته إلى جانب النباتات فيما بعد .

وفى مصر يضاف السماد على ٣ دفعات : الأولى بعد الخف مباشرة ، أو بعد الشتل بأسبوعين ، والثانية قبل الإزهار ، والثالثة أثناء العقد . وفى حالة المحاصيل القصيرة العمر ، كالسباغ ، والملوخية ، والجرجير ، والكرفس يفضل إعطاء جزء من السماد قبل الزراعة ، والجزء الباقى بعد الإنبات بحوالى أسبوع .

٢ - طريقة الزراعة :

يفضل فى حالة المحاصيل التى تزرع نثرًا ، مثل : الكرفس ، والجزر ، والفجل ، والملوخية أن ينثر سماد السوبرفوسفات بكمية كبيرة نسبيًا قبل الحرثة الأخيرة . وبصفة عامة تستخدم طريقة التسميد بالنثر بعد الحرث ، أو قبل الترحيف فى حالة المحاصيل التى تزرع نثرًا أو فى سطور ضيقة ، كالسباغ والجزر . ويؤدى الترحيف إلى خلط السماد على مسافة ٨ - ١٠ سم من سطح التربة . وفى مصر تتبع طريقة التسميد بالنثر بعد الزراعة مع الخضروات الكثيفة ، مثل : الجزر ، والسباغ ، والبنجر ،

والملوخية ، والرجلة ، والجرجير . وأحيانًا فى حوض الشتلة إذا دعت الضرورة . ويفضل فى هذه الحالة عدم استعمال الأسمدة المركزة لصعوبة توزيعها ، ولما قد تحدثه من ضرر على الأوراق .

وفى حالة الزراعة فى سطور متباعدة عن بعضها تفضل إضافة السماد سرًا فى سطور ، أو بطريقة السر الجانبى side dressing . وفى الحالة الأولى يضاف السماد سرًا فى خط المحراث قبل زراعة البذور أو النبات بأسبوع أو عشرة أيام . وقد تخلط أولًا الأسمدة فى التربة . وهذه الطريقة تسمح بوجود السماد أسفل النبات مباشرة . ويحتمل فى هذه الطريقة أن تضر أملاح السماد بجذور النباتات ، خاصة فى الأراضى الرملية والطمية الرملية .

أما طريقة التسميد الجانبى ، ففيها يوضع السماد على طول سطور البذور أو النباتات ، وعلى جانب واحد من السطر أو على الجانبين . ولقد أظهرت البحوث زيادة محصول العديد من الخضروات عند وضع السماد إلى جانب البذور أو أسفلها قليلًا عن وضعه أسفلها مباشرة ، ويرجع ذلك إلى توفر السماد على مسافة قصيرة من النبات أو البذرة خلال الأطوار الأولى من النمو . وتفضل طريقة السر الجانبى بوجه خاص عند استعمال كميات قليلة من السماد . وتتبع عندما تبعد سطور النباتات عن بعضها البعض بمقدار ٦٠ سم أو أكثر . ويجب ألا يضاف أكثر من ١٥٠ كجم/فدان من أى سماد ذى تحليل عال بهذه الطريقة ، وإلا احترقت النباتات .

وفى مصر تضاف الأسمدة بطريقة السر للنباتات التى تزرع فى سطور ، كالبسلة ، والفاصوليا ، وذلك على أبعاد متفاوتة من مواقع النباتات حسب عمرها . وتغطى الأسمدة بعزق الأرض بعد التسميد .

وقد يضاف السماد فى خنادق تعمل على بعد حوالى ١٥ سم من خط الزراعة ، وبطول المصطبة ، وبعمق ١٠ سم ، ثم يغطى السماد .

أما النباتات المتباعدة ، فيضاف لها السماد بطريقة التكبيش ، وذلك بوضع مقادير مناسبة من الأسمدة لكل نبات على حدة . وتتبع هذه الطريقة مع النباتات التى تزرع متباعدة ، مثل : البطيخ ، والخرشوف ، والقرع ، وفى الأراضى الرملية عندما تكون كميات الأسمدة المستعملة قليلة . كما تتبع هذه الطريقة فى تسميد النباتات التى ليست شديدة التباعد ، مثل : الخيار ، والطماطم ، والفلفل ، وذلك فى بداية حياة النباتات قبل انتشار مجموعها الجذرى (حمدى وآخرون ١٩٧٣) .

١٨ - ٩ - ٢ : عوامل خاصة بالأسمدة المستعملة والعناصر الغذائية المضافة

من أهم هذه العوامل ما يلى :

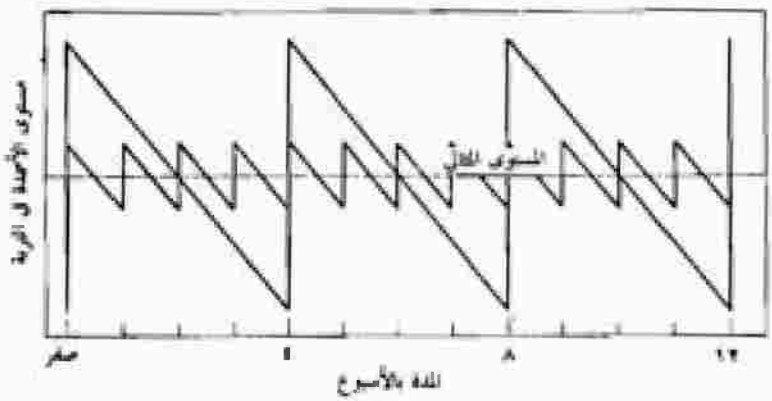
١ - كمية السماد المستعملة :

عندما تكون كمية السماد المراد استعمالها كبيرة ، فإنه يحسن إضافة جزء منها قبل الحرث ، والجزء الباقى إلى جانب النباتات . وتؤدى زيادة كمية السماد المضافة إلى جانب البذور إلى موت

البذور أو تأخير الإنبات مع الإضرار بالبادرات الصغيرة . ويزداد هذا النوع من الضرر فى الأراضى الرملية والطمية الرملية ، عنه فى الأراضى المتوسطة أو الثقيلة أو العضوية .

أما عندما تكون كمية السماد المستعملة قليلة ، فيحسن إضافتها سرًا فى خنادق ، أو على سطح التربة قريبًا من خط الزراعة ، بدلًا من إضافتها نثرًا .

هذا .. وتفضل بصورة عامة إضافة الأسمدة بكميات قليلة على فترات متقاربة ، عن إضافتها بكميات كبيرة على فترات متباعدة ، لأنه فى الحالة الأولى يظل تركيز العنصر دائمًا فى حدود المجال المناسب للنمو النباتى ، أما فى الحالة الثانية ، فيتغير تركيز العنصر فيما بين النقص الشديد والزيادة التى قد تصل إلى درجة السمية (شكل ١٨ - ١٠) . وتصاحب ذلك دائمًا زيادة فى النمو النباتى فى الحالة الأولى ، بالمقارنة بالحالة الثانية ، ناهيك عن زيادة الأسمدة إلى درجة السمية التى تؤدى إلى موت النباتات (شكل ١٨ - ١١) .

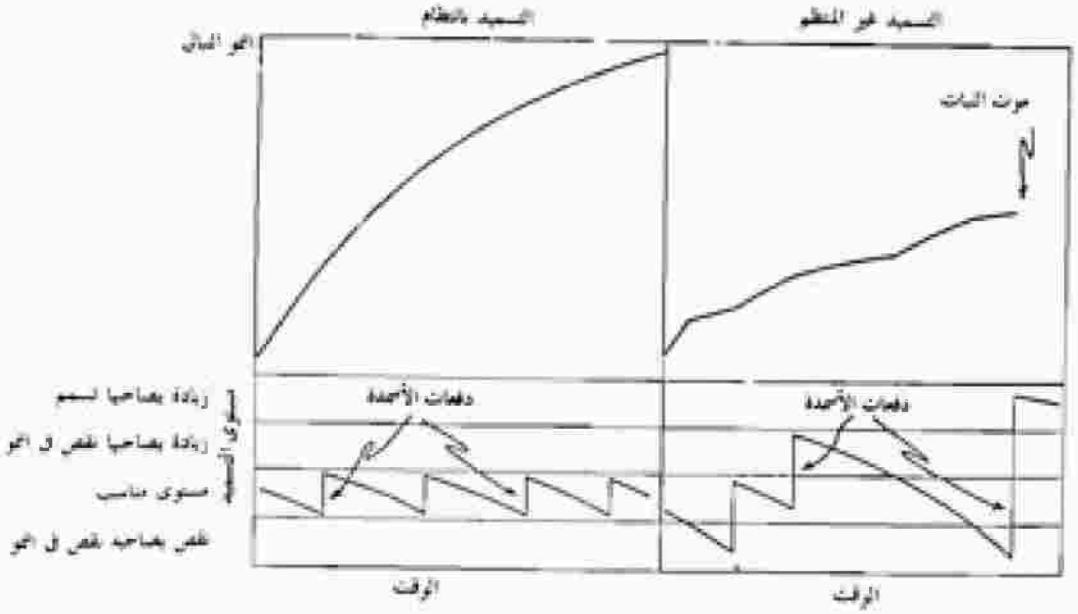


شكل ١٨ - ١٠ : تأثير التسميد بكميات قليلة من الأسمدة على فترات متقاربة ، بالمقارنة بالتسميد بكميات كبيرة على فترات متباعدة على مستوى العنصر فى التربة .

٢ - نوع السماد المستعمل :

تضاف الأسمدة العضوية الحيوانية نثرًا على سطح التربة قبل الحرث ، خاصة عند استعمال أسمدة غير متحللة لأنها تتعارض مع عمليات تجهيز الأرض وإقامة الخطوط ، وهذا .. يجب خلط الأسمدة المضافة حيثما بالتربة عند الحرث .

أما بالنسبة للأسمدة الأزوتية ، فإنه نظرًا لسهولة فقدها ، تفضل إضافتها بعد الزراعة والإنبات بطريقة الدار أو التكبيش أو السر . ويحسن تقسيم كمية السماد وإضافتها على دفعات حسب الحاجة . وعند استعمال كميات كبيرة من الأسمدة الأزوتية تجب إضافة نصف أو ثلثى الكمية المقررة وقت الزراعة ، ويضاف الباقى إلى جانب النباتات عندما تكون فى أوج نموها الخضرى .



شكل ١٨ – ١١ : تأثير التسميد المنتظم (الرسم الأيسر) ، والتسميد غير المنتظم (الرسم الأيمن) على النمو النباتي . في الحالة الأولى أضيفت الأسمدة كلما اقترب مستواها في التربة من المستوى الذي يصاحبه ظهور أعراض نقص العناصر ، وكانت الإضافة بالقدر الذي لا يضر النباتات . وفي الحالة الثانية ازداد أحيانا معدل التسميد إلى الحد الذي أضر بالنباتات ، ثم تأخر لفترة طويلة ، مما تسبب في نقص مستوى العنصر في التربة ، ثم أضيف في الدفعة الأخيرة بكميات كبيرة أدت إلى موت النباتات (عن Matkin وآخرين ١٩٥٧) .

وأفضل طريقة لإضافة السماد الفوسفاتي هي بعد الخف أو الشتل بطريقة التكبيش أو السر على جانب الخط ، وعلى بعد ٥ – ١٠ سم من النباتات في الأراضي الثقيلة ، و ٢٠ سم في الأراضي الرملية . وتفضل طريقة التكبيش عن السر لتقليل تلامس السماد مع حبيبات التربة إلى أقل حد ممكن .

أما البوتاسيوم ، فتفضل إضافته على دفعات بسبب حدوث ظاهرة الاستهلاك الترفي عند توفر العنصر بكميات كبيرة ، ولسهولة فقده بالرشح .

أما الأسمدة السائلة ، فتجب إضافتها على عمق أكبر ، وعلى مسافة أكبر من النبات عما يتبع مع الأسمدة الصلبة ، تجنبًا لاحتراق جذور النباتات ، خاصة في الأراضي الثقيلة .

٣ – تحرك العنصر السمادي في التربة :

تتوقف سرعة وطول المسافة التي يتحركها السماد في التربة بعد إضافته على نوع السماد ، وطبيعة التربة ، والظروف الجوية .

فالفوسفور يتحرك ببطء شديد من نقطة إضافته ، لأن أيون الفوسفات يعتبر عديم الحركة تقريبًا في التربة ، إلا أن الفوسفور الذائب يتحرك لمسافات قصيرة . ونظرًا لأن النباتات الصغيرة يكون

مجموعها الجذرى محدودًا وغير متشعب فى التربة ، لذلك فهى أكثر من غيرها تعرضًا لنقص الفوسفور . ولهذا السبب .. فإنه من الضرورى إضافة بعض السماد الفوسفاتى فى طريق الجذور الصغيرة النامية فى النباتات الحولية ، ولكن مع نمو النباتات وتشعب الجذور تختفى أعراض نقص الفوسفور (Miller وآخرون ١٩٦٥) .

أما أيون البوتاسيوم ، فإنه يحمل شحنة موجبة ، ولذا فإنه يدمص على حزويات التربة ، ويكون قليل الحركة . ولذلك .. فإنه يضاف فى حنادق لأنه يبقى فى مكانه فى منطقة نمو الجذور ، ولا ينصح بإضافته إلى سطح التربة .

أما أملاح النيتروجين ، فإنها تتحرك لأعلى ولأسفل حسب اتجاه تحرك الماء فى التربة ، ويكون تحرك النترات أسرع من تحرك الأمونيوم ، لأن النترات لا تدمص على سطح حزويات التربة كالأمونيوم . وعمومًا .. فإنه ينصح بإضافة الأسمدة الأزوتية على دفعات .

هذا .. ويتحرك الماء الأرضى غالبًا فى اتجاه عمودى . ويتوقف تحركه على الحالة الجوية وعلى قوام التربة . فمع جفاف سطح التربة يزداد تركيز المحلول الأرضى ويتحرك الماء لأعلى بالخاصية الشعرية ، وتتحرك معه الأملاح الذائبة . وأحيانًا ترسب هذه الأملاح على سطح التربة ، ثم تتحرك مع الأمطار أو الرى الغزير إلى أسفل مرة ثانية .

١٨ - ٩ - ٣ : عوامل خاصة بالتربة والظروف البيئية

من أهم هذه العوامل ما يلى :

١ - الأمطـــار :

فى حالة زيادة الأمطار ، وبالتالى زيادة فرصة فقد الأسمدة بالرشح تفضل إضافة الأسمدة فى حنادق .

٢ - طبيعة التربة :

يكون فقد البوتاسيوم بالرشح بطيئًا فى الأراضى الثقيلة ، بينما قد يكون سريعًا فى الأراضى الخفيفة . وعليه . قد تلزم إضافة بعض البوتاسيوم بطريقة السر الجانبى فى الأراضى الخفيفة .

وعندما تكون التربة ذات مقدرة عالية على تثبيت الفوسفور ، تجب إضافة الأسمدة الفوسفاتية سرًا فى حنادق خاصة عندما تكون الكمية المضافة قليلة ، حيث يكون السماد الفوسفاتى على اتصال أقل بحبيبات التربة التى تثبته ، عما هو الحال عند إضافته نثرًا .

وفى حالة الأراضى العضوية ، أو عند استعمال كميات كبيرة من الأسمدة العضوية تجب إضافة كل الأسمدة الأزوتية الكيميائية وقت الزراعة .

١٨ - ١١ : المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة - ٤٢٢ صفحة .

حمدى ، سعيد وزيدان السيد عبد العال ، وعبد العزيز محمد خلف الله ، ومحمد عبد اللطيف الشال ، ومحمد محمد عبد القادر (١٩٧٣) . الخضر . دار المطبوعات الجديدة - الإسكندرية - ٦٢٣ صفحة .

سنتك - المركز الفنى للتصنيع - المكتب العلمى (١٩٧٩) . العناصر المغذية النادرة وطرق استخدامها فى الزراعة الحديثة . القاهرة - ١٥ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد الربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثانى : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

Barker, K.F. (Ed.). 1957. The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. Calif, Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta. Ext. Serv. Manual 23. 332p.

Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1960. The nature and properties of soils. McMillan, N.Y. 567p.

Carpenter, T.D. 1982. Analyzing and managing nutrition of vegetables grown in upright polyethylene bags. J. Plant Nutrition 5: 1083-1089.

Cooke, G.W. 1975. Fertilizing for maximum yield. The English Language Book Society, London, 297p.

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D.Van Nostrand Co., N.Y. 600p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th. ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

English, J.E. and D.N. Maynard. 1978. A key to nutrient disorders of vegetable plants. HortScience 13: 28-29.

Follett, R.H., L.S. Murphy and R.L. Donahue. 1981. Fertilizers and soil amendments. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 557 p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Israelsen, O.W. and V.E. Hansen. 1962. Irrigation principles and practices. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 447 p.

Klute, A. and W.C. Jacob. 1949. Physical properties of Sassafras silt loam as affected by long-time organic matter addition. Soil Sci. Soc. America Proc. 14: 24-28.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980. (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390 p.

Lorenz, O.A. and K.B. Tyler. 1978. Plant tissue analysis of vegetable crops. In H.M. Reisenauer (Ed.) 'Soil and Plant-Tissue Testing in California', pp. 21-24. Div. of Agr. Sci. Bul. 1879

Matkin, O.A., P.A. Chandler and K.F. Baker. 1957. Components and development of mixes. In K.F Baker (Ed.) 'The U.C. System for Producing Healthy Container-Grown Plants', pp. 86-107. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.

Maynard, D.N. 1979. Nutritional disorders of vegetable crops: a review. J. of Plant Nutrition 1: 1-23.

Maynard, D.N. and O.A. Lorenz. 1979. Controlled-release fertilizers for horticultural crops. Hort. Rev. 1: 79-140.

Millar, C.E., L.M. Turk and H.D. Foth. 1965. (4th ed) Fundamentals of soil science-John wiley & Sons, Inc., N.Y. 491p.

Minges, P.A., A.A. Muka, A.F. Sherf and R.F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations. Cornell Univ. 36p.

Nelson, P.V. 1985. (3rd ed.) Greenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Va. 598p.

Reisenauer, H.M. 1978 [Ed.]. Soil and plant-tissue testing in California. Univ. of Calif., Div. Agr. Sci., Bul 1879. 54p.

Russell, M.B., A. Klute and W.C. Jacob. 1952. Further studies on the effect of long-time organic matter additions on the physical properties of Sassafras silt loam. Soil Sci. Proc. 16: 156-159.

Scaife, A. and M. Turner. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plants.Vol. 2. Vegetables. Ministry of Agr. Fish. & Food, Great Britain. 96p.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizers. Macmillan Pub. Co., N.Y. 694p.

Ulrich, A. 1978. Plant tissue analysis: plant analysis as a guide in fertilizing crops. In H.M Reisenauer (Ed.) 'Soil and Plant-Tissue Testing in California', pp. 1-4. Univ. Calif. Div. Agr. Sci., Bul. 1879.

Wallace, T.1961. The diagnosis of mineral deficiences in plants by visual symptoms. Her majesty's Stationary office, London. 125 pages and color plates.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Intstrstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

Wilcox, G.E. 1969. Potassium needs-diagnosis and use on vegetable crops. Hort Science 4: 41.

Wittwer, S.H. 1969. Regulation of phosphorus nutrition of horticultural crops. Hortscience 4: 320-322.

الفصل التاسع عشر

وسائل الحماية من الظروف الجوية غير المناسبة

تتعرض نباتات الخضر أثناء نموها للعديد من الظروف الجوية التى لا تناسبها ؛ فتؤثر على المحصول كمًا ونوعًا ، وقد تؤدى إلى موت النباتات . ومن هذه الظروف ما يلى :

١ - درجة حرارة التجمد (الصقيع)

٢ - درجة الحرارة المنخفضة (الأعلى من درجة حرارة التجمد) .

٣ - درجات الحرارة المرتفعة .

٤ - الرياح سواء أكانت باردة ، أم حارة جافة ، أم محملة بالرمال والأتربة .

٥ - الأمطار (تؤدى رشات المطر إلى زيادة فرصة إصابة ثمار الطماطم بالتشقق) .

٦ - أشعة الشمس القوية .

٧ - البـــرَدُ

هذا .. وتتعدد الوسائل المتبعة فى حماية نباتات الخضر من الظروف الجوية غير المناسبة ، وتستخدم كل منها فى ظروف معينة للحماية من عوامل جوية معينة . ولا توجد وسيلة واحدة يمكن بها حماية نباتات الخضر من جميع العوامل الجوية غير المناسبة غير الزراعات المحمية فى الصوبات الزجاجية أو البلاستيكية المزودة بوسائل التبريد والتدفئة ، وذلك هو موضوع القسم الخامس من هذا الكتاب .

ونقدم فيما يلى عرضًا لأهم الطرق المستخدمة فى حماية نباتات الخضر من الظروف الجوية غير المناسبة .

١٩ - ١ : اختيار الموقع المناسب والطريقة المناسبة للزراعة

من المنطقى أن نفكر أولًا فى موقع الزراعة ، وهل يناسب إنتاج الخضر المزمع زراعتها أم لا يناسبها .. فيجب أن تكيف البرنامج الإنتاجى من حيث اختيار موقع الزراعة ومحاصيل الخضر المنتجة بما يناسب والظروف البيئية السائدة بالموقع كالتالى :

١ – في المناطق الجبلية تفضل الزراعة في المنحدرات الجنوبية والجنوبية الشرقية ، حيث يصلها الدفء مبكرًا في الربيع ، بالمقارنة بالمنحدرات الشمالية ، أو الشمالية الغربية .

٢ – كذلك تفضل زراعة الخضر الصيفية شتاءً في الميول الجنوبية والجنوبية الشرقية لخطوط الزراعة لنفس السبب ، لكن يلاحظ أن الزراعات المتأخرة شتاءً بهذه الطريقة في محصول كالخس تؤدى إلى زيادة نسبة الإزهار المبكر في نباتات الريشة الجنوبية ، عنه في نباتات الريشة الشمالية .

٣ – إقامة الخنادق ، والزراعة على المنحدر الجنوبي كما يشيع في زراعة البطيخ في الصالحية .

٤ – زراعة الخضر الحساسة للصقيع قريبًا من البحيرات والبحار والمحيطات . وترجع الحماية من الصقيع في هذه المناطق إلى ارتفاع الحرارة النوعية للماء ، بالمقارنة بالتربة ، حيث يكتسب الماء الحرارة ويفقدها ببطء . كما تصل الحرارة لأعماق أكبر في الماء عنه في التربة . كما تؤدى حركة الماء إلى زيادة انتقال الحرارة فيه . وعليه .. تصبح كميات الماء الضخمة المجاورة لمزارع الخضر بمثابة مخازن ضخمة للحرارة في الخريف ، والمبرودة في الربيع ، مما يتسبب في تلطيف درجة حرارة الجو (Jasnick ١٩٧٩) .

١٩ – ٢ : زراعة الأسوجة حول مزارع الخضر

تقام الأسوجة Hedges أساسًا بغرض منع دخول الحيوانات والأفراد غير المرغوبين إلى المزرعة . ويمكن أن يتحقق هذا الغرض بسياج من القوائم الحديدية والأسلاك الشائكة ، ولكن زراعة نباتات شائكة ، خاصة حول مزارع الخضر الصغيرة يمكن أن يوفر هذا النوع من الحماية ، بالإضافة إلى حماية الخضر المزروعة من الرياح .

وتفضل الأسوجة على مصدات الرياح في مزارع الخضر الصغيرة ، لأنها تعمل كأسوجة ومصدات رياح في آن واحد . فنموها يكون كثيفًا ، ويكون نمو الخضر قريبًا من سطح الأرض ؛ فلا يحتاج الأمر لأشجار عالية للوقاية من الرياح . وتزيد المساحة الصغيرة للمزرعة من كفاءة عمل الأسوجة ، بينما لا تصلح مصدات الرياح في مزارع الخضر الصغيرة ، لأن وجودها يتطلب ترك حزام بعرض ٨ – ١٠ م حول المزرعة بدون زراعة .

ومن أكثر النباتات استخدامًا كأسوجة ما يلي :

١ – الهيماتوكسيلون **Haematoxylon Campechianum**

٢ – السيزالبينيا **Ceasalpinia sepiaria**

٣ – دايكروستاكس نيوتانز **Dichrostachys nutans**

٤ – إنجادولسيس **Inga dulcis**

٥ – أبريا كافرا **Aberia kaffra**

٦ – ورد الشيط **Rosa bracteata**

٧ – التين الشوكي

١٩ - ٣ : إقامة مصدات الرياح

تقام مصدات الرياح Windbreaks فى الجهتين الشمالية والغربية من مزرعة الخضر بهدف الحماية من الرياح ، سواء أكانت باردة ، أم حارة جافة ، أم محملة بالرمال والأتربة .

وفى المزارع الكبيرة تفضل زراعة الأشجار الخشبية كمصدات للرياح . ومن أهم الأشجار التى تستخدم لهذا الغرض ما يلى :

١ - الكازوارينا Casuarina spp.

٢ - الأثل (العبل) Tamarix articulata

٣ - الكافور بأنواعه Eucalyptus spp. .

٤ - السرو Duperessus spp.

٥ - الميلالوكا Melaleca critifolia

تغرس الأشجار فى صف واحد على مسافة ١,٥ - ٢ م من بعضها البعض . وفى الحالات التى تكون فيها منطقة الزراعة عرضة للرياح الشديدة يحسن زراعة صف آخر من الأشجار على بعد ٢ - ٣ م من الصف الأول . هذا .. وتترك عادة مسافة ٨ - ١٠ م بين صف الأشجار الداخلى وبداية زراعات الخضر .

ومن أهم الشروط التى يجب توافرها فى أشجار مصدات الرياح ما يلى :

١ - أن تكون مستديمة الخضرة وكثيرة التفريع .

٢ - أن تكون سريعة النمو ، وتنمو لارتفاعات كبيرة .

٣ - أن يكون خشبها متينًا يتحمل الرياح الشديدة .

٤ - ألا تكون مصدرًا للإصابات المرضية والحشرية . (عبد العال ١٩٧٧) .

وإلى جانب مصدات الرياح من الأشجار فى المزارع الكبيرة ، فإن المزارع الصغيرة يمكن أن تزرع فيها مصدات رياح من نباتات أقل ارتفاعًا ، ولكنها تنمو إلى مستوى أعلى من مستوى الخضر . وأكثر النباتات استعمالًا لهذا الغرض عباد الشمس . كما يمكن استخدام الشعير ، والفول الرومى ، والذرة ، والسيسبان . وفى جميع الحالات يجب توقيت زراعة المحصول ونباتات مصدات الرياح ، بحيث يكون النبات المستخدم كمصد للرياح قد نما لارتفاع مناسب أعلى من مستوى الخضر قبل حلول الجو البارد .

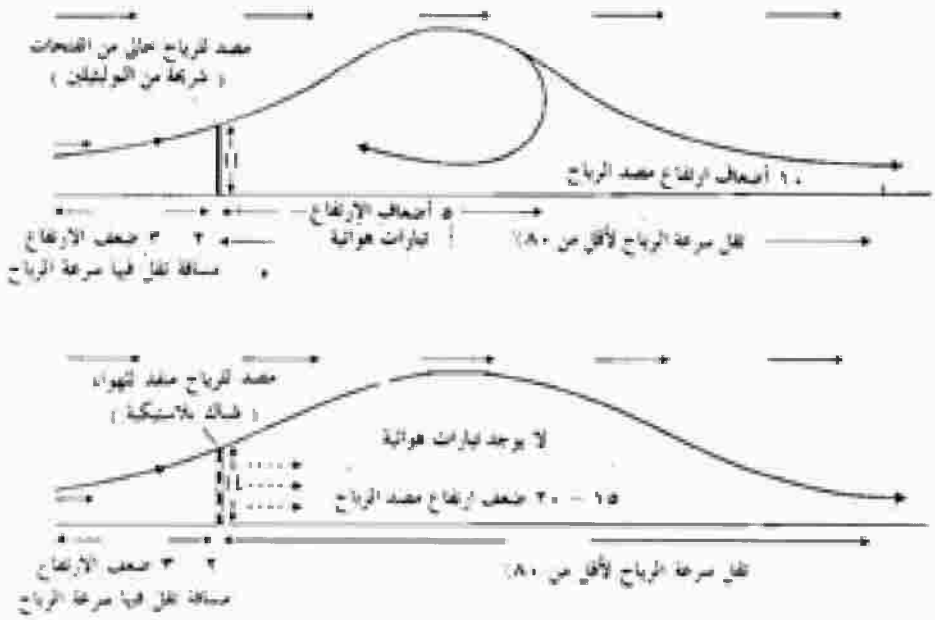
كذلك يمكن « التزريب » بخطب الذرة كل خطين ، أو بحصر البوص كل ٤ - ٥ خطوط . ويحتاج التزريب الجيد للفدان الواحد بخطب الذرة إلى نحو ٤٠ عاملًا . وهى عملية مكلفة ، لكنها تفيد فى حماية النباتات بصورة جيدة فى الجو البارد (شكل ١٩ - ١) .

شكل ١٩ - ١ : التزريب لخطب الذرة فى حقول الطماطم .

وقد اتجهت بعض الشركات إلى إنتاج شباك بلاستيكية خاصة لاستخدامها كمصدات للرياح فى المزارع الصغيرة بغرض خفض سرعة الهواء ، وليس وقف الرياح تمامًا ، لأن الشرائح البلاستيكية الخالية تمامًا من المسام تحدث تيارات هوائية خلفها ، الأمر الذى يتسبب فى بعض الأضرار . ولهذا السبب يفضل استخدام شباك منفذة للهواء بنسبة ٥٠٪ (شكل ١٩ - ٢) . تثبت الشباك فى خطوط متوازية تبعد عن بعضها البعض بنحو عشرة أضعاف ارتفاعها . كما يجب مراعاة نسبة ١٢ : ١ على الأقل بين طول خط الشباك وارتفاعها لزيادة كفاءتها .

وتتميز بعض أنواع الشباك بأنها معاملة بمواد تزيد من مقاومتها للأشعة فوق البنفسجية ، وتزيد فترة استخدامها إلى ٥ سنوات على الأقل . ومن الطبيعى أن شباك البولى إثلين تفيد فى الحالات التى لا تتوفر فيها مصدات الرياح النباتية ، كما أنها لا تنافس النبات على الماء أو الغذاء [كتالوج شركة Tildem] .

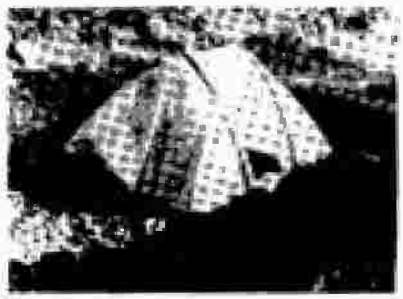
١٩ - ٤ : الوقاية من الحرارة المنخفضة باستخدام الأغطية النباتية



شكل ١٩ - ٣ : تأثير مصدات الرياح المفقدة وغير المفقدة للهواء على تحركات الهواء (عن George ١٩٨٥) .

وتوجد أنواع مختلفة من أغطية حماية النباتات . ففي ولاية فلوريدا الأمريكية يستعمل مزارعو الخيار آنية على شكل حرف V توضع حول بادرات الخيار لحمايتها من الرياح . ويوجد ما يسمى بالخيمة الحارة hot tent تستخدم بكثرة في مزارع القاوون ، حيث توضع فوق الشتلات عقب الشتل مباشرة في الجو البارد . وتبدأ التهوية في الحال بعمل قطع طوله ٣ - ٥ سم قرب سطح الأرض من الجانب الذي لا يواجه الرياح شكل (١٩ - ٣) . وبعد أن يصل طول النبات إلى قمة الخيمة يُمزّق الغطاء ، بحيث تتعرض النباتات لأشعة الشمس ، وتترك الخيمة حول النباتات إلى أن يشتد نموها (شكل ١٩ - ٤) . ولعملية التهوية هذه أهمية كبيرة ، حيث يجب أن يزداد الشق الذي يتم عمله في الغطاء بصورة تدريجية مع زيادة النبات في الحجم ، لأن ذلك يمنع تراكم الرطوبة ، ولا يعطي فرصة لأن تصبح النباتات رهيفة . ويوضح شكل (١٩ - ٥) منظرًا عامًا لحقل قاوون فيه كل نبات مغطى بخيمة حارة .

ومن مساوىء استعمال الأغطية النباتية احتمال تعرض النباتات للضرر عندما تأتي فترة من الجو البارد بعد فترة من الجو الدافىء نسبيًا . ففي فترة الدفء التي قد تصبح النباتات رهيفة وأكثر حساسية للبرودة ، بينما تصبح النباتات غير المغطاة مؤقلمة جيدًا قبل حلول الموجة الباردة . (Sholdrake & Oyer ١٩٦٨) .



شكل ١٩ – ٣ : الخيمة الحارة hot tent . يلاحظ بها فتحة صغيرة للتهوية تكون فى الجانب غير المواجه للرياح .

شكل ١٩ – ٤ : الخيمة الحارة hot tent ، وقد زيد اتساع فتحة التهوية بها مع كبر النبات فى الحجم .

شكل ١٩ – ٥ : منظر عام لحقل قاوون ، به كل نبات مغطى بخيمة حارة .

١٩ – ٥ : الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع

يؤدى رش النباتات برذاذ خفيف من الماء عندما تكون درجة الحرارة قريبة من درجة التجمد إلى توفير بعض الدفء للنباتات ، لأن تجمد الماء يصاحبه انطلاق ٨٠ سعرًا حراريًا لكل جرام من الماء المتجمد . ويكفى ذلك لحماية النباتات من أضرار الصقيع الخفيف .

ولضمان فاعلية هذه الطريقة يجب أن تتحقق الشروط التالية :

١ – أن يبدأ الرش بمجرد وصول درجة الحرارة إلى الصفر المئوى ، أو أعلى من ذلك بقليل .

٢ – أن يستمر الرش لحين ذوبان كل الثلج المتجمد على الأسطح النباتية .

٣ – أن تقوم الرشاشات بعمل دورة كاملة على الأقل فى الدقيقة .

٤ – أن يكون الرش كافيًا لتغطية كل الأسطح النباتية ، ولكن بأقل قدر ممكن من ماء الرش ، حتى لا تكسر الأوراق والأفرع النباتية تحت ثقل الثلج المتكون .

٥ – أن يكون الرش تحت ضغط ٣ – ٤ كجم/سم٢ لكى يكون فى صورة نقاط صغيرة جدًا .

٦ – أن يكون الرى بمعدل ٢,٥ مم/ ساعة للحماية من الصقيع الناشىء عن الإشعاع . أما الصقيع الذى تحمله الرياح wind-borne ، فيلزم للحماية منه أن يكون معدل الرى بالرش $\frac{1}{2}$ – ١ سم/ ساعة . وعندما تزيد سرعة الرياح عن ١٦ كم/ ساعة ، فإن الرى بالرش لا يفيد فى تجنب أضرار الصقيع (Pillsbury ١٩٦٨ ، Minges وآخرون ١٩٧١) .

هذا .. ويفيد أيضًا تزويد النظام بغلاية لتسخين الماء قبل إدخاله فى أنابيب الرش .

وقد استخدمت طريقة الرش هذه بنجاح فى حماية الشليك وبعض محاصيل الخضر من الصقيع ، وكذلك فى حماية مشاتل الموالح (شكل ١٩ – ٩) وبساتينها الجديدة ذات الأشجار الصغيرة من أضرار الحرارة المنخفضة فى ولاية فلوريدا الأمريكية . وتستخدم لذلك رشاشات صغيرة خاصة تسمى microsprinklers تقوم برش الماء على هيئة رذاذ بمعدل ٩ مم/ ساعة . ويجب الحرص عند اتباع هذه الطريقة مع الأشجار الكبيرة ، لأن كمية الثلج التى يمكن أن تتجمد عليها قد تكون أكبر من مقدرة الأفرع على التحمل . وتتميز الموالح – وهى مستديمة الخضرة – عن النباتات المتساقطة الأوراق أن نموائها الخضرية تساعد على احتجاز الحرارة المنطلقة عن تجمد الثلج ، حيث تبقى تحت الشجرة (Parsons وآخرون ١٩٨٦) .

١٩ – ٦ : استخدام الرغوة فى حماية الخضر من الصقيع

يمكن حماية نباتات الخضر من الصقيع باستخدام رغوة foam خاصة عبارة عن خليط من مادة بروتينية كالجيلاتين ، ومادة ناشرة وأخرى مثبتة stabilizer . تتم المعاملة فى اليوم السابق لتوقع الصقيع ، حيث تغطى النباتات تمامًا بغطاء من الرغوة . يختفى الغطاء فى خلال ساعات قليلة من ظهور ضوء الشمس فى اليوم التالى ، ولكن يبقى حتى بعد الظهر فى الجو المليد بالغيوم . كما تتوقف

مدة بقاء الرغوة على نسبة الجيلاتين فى المخلوط ، فهى تكون حوالى ٤ - ٦ ساعات عندما تكون نسبته ٠,٥٪ بالحجم . ونحو ١٠ - ١٦ ساعة عندما تكون نسبته ١,٥٪ بالحجم . ومن المركبات المستخدمة تجاريًا كرغوة المادة التى تباع تجاريًا تحت اسم أجريفوم Agrifoam .

وطريقة تكوين الرغوة بسيطة للغاية ، حيث يدفع الهواء المضغوط من خلال مادة مسامية كالإسفنج ، مما يؤدى إلى تكوين فقاقيع صغيرة بالحجم المناسب . تخلط هذه الفقاقيع فى الحال بغشاء رقيق من المركب المكون للرغوة ، والذى يكون ملاصقًا للإسفنج . ومع تزايد تكوين الفقاقيع ، فإنها تدفع بعضها البعض لأعلى إلى أن تخرج من فوهة الآلة المستخدمة foamer ، ثم إلى السطح النباتى (Bartholic وآخرون ١٩٧٠)

وباستخدام الرغوة لحماية نباتات القاوون خلال شهر يناير فى ولاية تكساس أمكن رفع درجة حرارة الخنادق التى تنمو فيها النباتات بمقدار ٥١٢° م ، عنه فى الخنادق غير المعاملة بالرغوة .

وقد كانت الزراعة فى الخنادق أفضل لسببين :

١ - زيادة فعالية ومدة بقاء الرغوة .

٢ - استعمال كمية أقل من الرغوة لتوفير غطاء كامل حول النباتات .

هذا .. وتعمل الرغوة على عزل النباتات عن الجو الخارجى ، كما توفر لها الطاقة الحرارية التى تصلها من التربة (Heilman وآخرون ١٩٧٠) .

١٩ - ٧ : استخدام وسائل التدفئة الصناعية للحماية من الصقيع فى الحقول المكشوفة

يشترط لنجاح التدفئة فى الحقول المكشوفة أن تكون النبوات الجوية دقيقة . ومن الطرق المتبعة (وتستخدم أساسًا فى بساتين الفاكهة) ما يلى :

١ - استعمال المدفئات الغازية .

٢ - إشعال شموع خاصة تصنع من الشمع البترولى ، ويبلغ قطرها نحو ٢٠ سم . تحترق الشمعة الواحدة فى خلال ثمانى ساعات ، وتكفى شمعتان أسفل شجرة مواطن لرفع درجة الحرارة حول الشجرة بنحو ٤ درجات مئوية .

١٩ - ٨ : وسائل خدمة خاصة للوقاية من الصقيع فى الحقول المكشوفة

من وسائل الخدمة الخاصة التى تستخدم للوقاية من الصقيع ما يلى :

١ - يفيد رى الحقل قبل الصقيع مباشرة فى حماية النباتات من الصقيع الخفيف .

٢ - يفيد إطلاق الدخان حول النباتات بواسطة مدخنات خاصة فى تقليل فقد الحرارة من الأرض بالإشعاع ، وبقائها حول النباتات ، بدلًا من تسربها إلى الجو الخارجى (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٣ – فى حالة نزوح هواء بارد إلى الحقل وبقائه حول النباتات ، يمكن خلطه بهواء دافىء من أعلى واسطة مراوح كبيرة تثبت على أعمدة مرتفعة فى أماكن متفرقة فى الحقول التى تتعرض لمثل هذه النوع من التحركات الهوائية ، والتى تكون عادة قريبة من المنحدرات الجبلية (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

١٩ – ٩ : إنتاج الشتلات فى المراقد المدفأة والمراقد الباردة لحمايتها من الصقيع

مراقد المدفأة Hotbeds عبارة عن منشآت خاصة تزود بوسائل التدفئة ، وتستخدم فى إنتاج الشتلات المبكرة فى الجو الشديد البرودة الذى قد تنخفض فيه درجة الحرارة إلى أقل من درجة التجمد وعندما لا تكون هذه المراقدمزودة بوسائل التدفئة ، فإنها تسمى باسم المراقد الباردة Cold Frames .

تجب مراعاة الجوانب التالية عند اختيار موقع المراقد :

١ – أن تكون قريبة من مبانى المزرعة ، حتى تسهل العناية بها .

٢ – أن تكون قريبة من مصادر مياه الرى .

٣ – أن تقام بجوار مبنى ، أو خلف أحد خطوط مصدات الرياح ، حتى لا تتعرض للتيارات الباردة ، على أن تكون معرضة للشمس أغلب الوقت .

٤ – أن تقام فى أرض جيدة الصرف ، حتى تسهل تدفئتها .

طريقة إنشاء المراقد

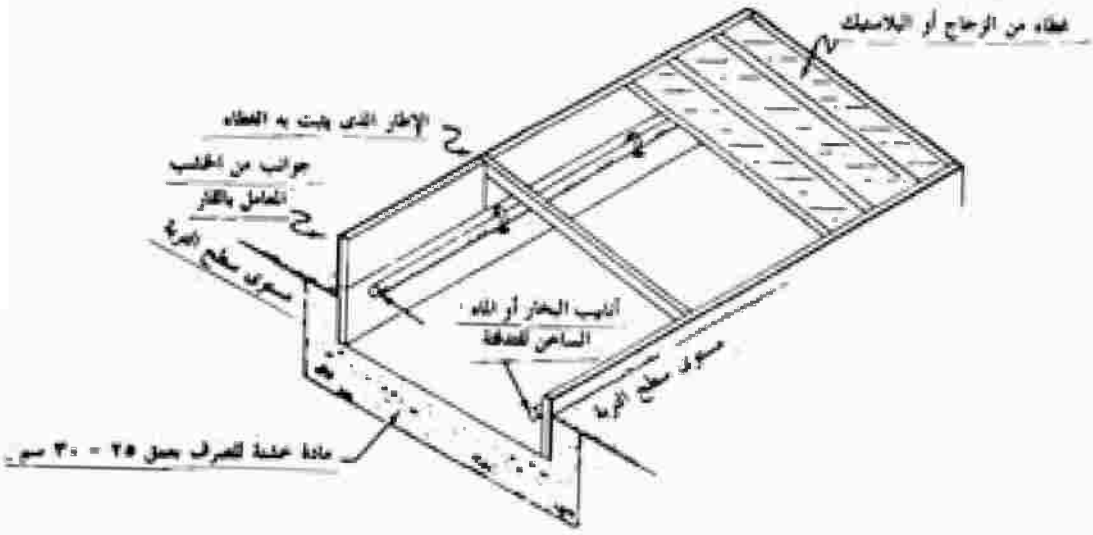
يصنع هيكل المراقد من الخشب أو الخرسانة أو الطوب ، ويقام بارتفاع ٤٥ – ٦٠ سم فى الجانب الشمالى ، وبارتفاع ٢٢,٥ – ٤٥ سم فى الجانب الجنوبى ، وينبت سائد خشبى بعرض المرقد كل ٩٠ سم ليوضع عليه الغطاء . يركب غطاء زجاجى أو بلاستيكى فى إطارات خشبية عادة بعرض ٩٠ سم (وهو عرض المرقد) وبطول ١٨٠ سم . وقد يستعمل غطاء من القماش بدون إطارات ، وهو عادة من الموسلين أو قماش فلاع المراكب أو الخيش (شكل ١٩ – ٧) .

تدفئة المراقـــد

تدفأ المراقد بعدد من الطرق هى كما يلى :

١ – التدفئة بالأسمدة الحيوانية الطازجة :

يجب أن تكون الأسمدة المستعملة طازجة تمامًا ، حيث تخلط بالقش بنسبة ٢ : ١ . يجهز مخلوط السماد والقش قبل الحاجة إليه فى المراقد بمدة ١٠ – ١٤ يومًا ، حيث يوضع فى كومة بارتفاع ١٢٠ سم ، وبعرض ١٢٠ – ١٥٠ سم ، وبأى طول ، مع رشه بقليل من الماء إذا كان جافًا وقت تكويته . وبعد ٢ – ٣ أيام تقلب الكومة جيدًا لضمان تجانس التخمر والتوزيع الحرارى فى الكومة . وعند التقليب يراعى أن يصبح مركز الكومة قبل التقليب فى قمة وجوانب الكومة الجديدة بعد التقليب . ينقل السماد بعد ٢ – ٣ أيام أخرى إلى المراقد .



شكل ١٩ - ٧ : المراقد المدفأة Hotbeds (عن Boodley ١٩٨١) .

يوضع السماد أسفل مستوى المرقد فى حفرة يختلف عمقها حسب المدة اللازمة لاستمرار التدفئة ، فهى تصل لعمق ٦٠ - ٩٠ سم عند الحاجة لاستمرار التدفئة مدة ٣ أشهر ، بينما يكفى ٣٠ - ٤٥ سم عند الرغبة فى التدفئة لمدة ٣ - ٤ أسابيع فقط . ويجب أن تكون الحفرة المستعملة جيدة الصرف ، لأن تراكم الرطوبة بها يوقف التخمر ، ومن ثم تنطلق الحرارة من السماد . وعند ملء الحفرة بالسماد ، فإنه يوضع فى طبقات بسمك ١٢,٥ - ١٥ سم ، ويضغط على كل طبقة جيدًا ، خاصة عند الحواف . توضع أحيانًا طبقة من التربة بسمك ١٠ - ١٥ سم على السماد العضوى لضمان حسن توزيع الحرارة على كل المرقد ، ولتجنب ظهور بقع ساخنة hot spots . ويقل سمك طبقة التراب إلى ٥ سم فى حالة الزراعة فى صناديق خشبية . هذا .. ومن الجدير بالذكر أن سرعة التحلل تكون أعلى فى السماد العضوى الدافىء الرطب ، عما هى فى السماد البارد الرطب أو الدافىء الجاف .

٢ - التدفئة بالهواء الساخن :

تحمل الحرارة الناتجة من احتراق الخشب أو الفحم أو الغاز أو المازوت من موقد فى أحد طرق المرقد إلى المدخنة فى الطرف الآخر فى أنابيب . ولطول الأنابيب وحجمها أهمية كبيرة .

٣ - التدفئة بالماء الساخن :

توضع أنابيب لحمل الماء أسفل المرقد وعلى جوانبه . ولحجم الأنابيب ومكان الغلاية والجدار الأرض أهمية خاصة فى هذا النوع من المراقد ، وتنظم درجة الحرارة بالثرموستات .

٤ - التدفئة بالكهرباء :

يوضع ملف مقاومة يغطى بالرصاص على سطح التربة ، وأسفلها ، أو على طول الجدر الداخلية للهيكل .

المراقد الباردة واستعمالها

المراقد الباردة هي عبارة عن مراقد عادية ، ولكنها لا تجهز بوسائل التدفئة . وتتم فيها حماية النباتات من الحرارة المنخفضة بتغطيتها بالغطاء المناسب والحرارة التي تصلها تستمد أساسًا من الإشعاع الشمسي ، لذلك يجب رفع الغطاء عند دفء الجو في الصباح حتى حوالي الساعة الثالثة بعد الظهر ، حيث يعاد الغطاء قبل برودة الجو لحفظ حرارة الأحواض لأطول فترة ممكنة .

تستعمل المراقد الباردة في الأغراض التالية :

١ - إنتاج الشتلات المبكرة في الربيع ، خاصة في المناطق التي لا يكون شتاؤها قارس البرودة .

٢ - أقلمة الشتلات التي تكون قد أنتجت في الصوبات ، أو في المراقد المدفأة .

خدمة المراقد المدفأة والباردة

من أهم عمليات الخدمة في المراقد ما يلي :

١ - الري : يكون الري في الصباح حتى يمكن أن يجف الرذاذ قبل المساء ، ويفضل الري برشاشة تركب في نهاية خرطوم . وتجب زيادة معدلات الري في الجانب المرتفع للمرقد ، والذي يكون عادة أدفأ من الجانب المنخفض .

٢ - التهوية : وهي عملية ضرورية ، خاصة بعد الري وأثناء الجو البارد لمنع تراكم الرطوبة تحت الغطاء ، كما أنها ضرورية أيضًا عند ارتفاع درجة الحرارة داخل المرقد .

هذا .. وتجهز المراقد المدفأة والباردة الحديثة بوسائل أوتوماتيكية للتهوية تُدار كهربائيًا ، وبأنبوب للري يدور ببطء عند تشغيله لتوزيع ماء الري في صورة ضباب mist بكميات متجانسة في أنحاء المرقد (Banadyga & Wells ، ١٩٦٢ Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

١٩ - ١٠ : إنتاج الشتلات تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة لحمايتها من البرودة

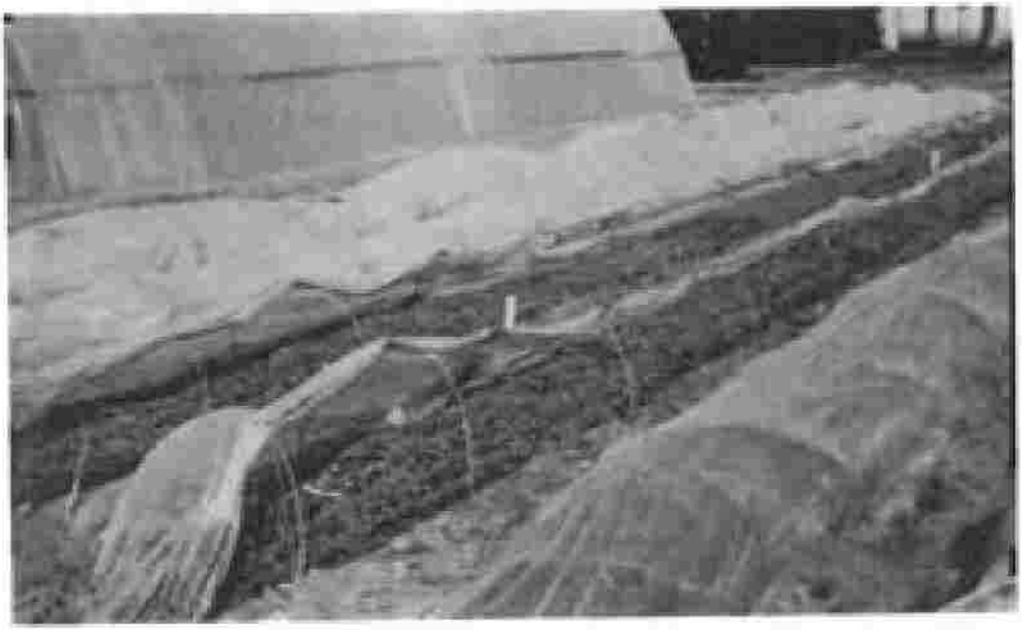
يمكن استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة low plastic tunnels في إنتاج شتلات الفروة الصيفية المبكرة أثناء الجو البارد خلال شهري ديسمبر ويناير .

تقام أحواض الشتلة بعرض ٩٠ سم ، وطول ٣ - ٤ م ، بحيث يكون الطول مع اتجاه الرياح . تزرع الأحواض بالطريقة العادية ، وتروى ريًا غزيرًا ، ثم تقام الأنفاق البلاستيكية في نفس اليوم . يشد البلاستيك على أقواس سلكية مجلفنة بقطر ٤ - ٥ مم تثبت في التربة كل ١ م . تثبت جوانب النفق ونهاياته جيدًا بدفن البلاستيك في التربة . (تراجع طريقة إنشاء الأنفاق بالتفصيل في الجزء ١٩ - ١٢ - ١) .

تبدأ تهوية الأنفاق بعد إنبات البذور ، ويكون ذلك عادة بعد نحو ٣ أسابيع في الجو البارد . تجرى التهوية في الأيام الدافئة بفتح نهايات الأنفاق وقت الظهيرة . ومع تقدم الشتلة في العمر تزداد

فترات البرودة مع رفع الغطاء من الجوانب تدريجيًا فى الأيام التالية (شكل ١٩ – ٨) ، ويراعى رفع الغطاء كلية قبل التشتل بنحو ١٠ – ١٢ يومًا .

ولا يحتاج المشتل إلا إلى ربة الزراعة . وقد تلزم ربة واحدة أخرى على الأكثر (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة ١٩٧٣) .



شكل ١٩ – ٨ : تهوية مشاتل الطماطم المزروعة تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

٩ – ١١ : « التزريب » كوسيلة لحماية المشاتل من البرودة والحرارة

يعتبر « التزريب » من الوسائل التقليدية الشائعة لحماية المشاتل من البرودة والحرارة .

فللحماية من البرودة يثبت « زرب » من الناحيتين الشمالية والغربية بارتفاع ٢ م حول المشتل ، ثم تعمل زرب مائلة أقل ارتفاعا على بتون الأحواض .

وللحماية من الحرارة المرتفعة فى الأشهر الحارة تثبت « زرب » مائلة من الناحيتين الجنوبية والشرقية على بتون الأحواض ، أو يغطى المشتل بحصير البردى التى تقام على ارتفاع ٧٠ – ١٠٠ سم من الأرض ، على أن تزال الحصير قبل التشتل بنحو ١٠ – ١٢ يومًا (الهيئة العامة للتدريب – وزارة

شكل ١٩ - ٩ : التوريب لتوريد النحيل لحماية الشتائل من الحرارة المرتفعة صيفًا .

١٩ - ١٢ : استعمال الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى حماية نباتات الخضر من البرودة

١٩ - ١٢ - ١ : الأنفاق البلاستيكية العادية

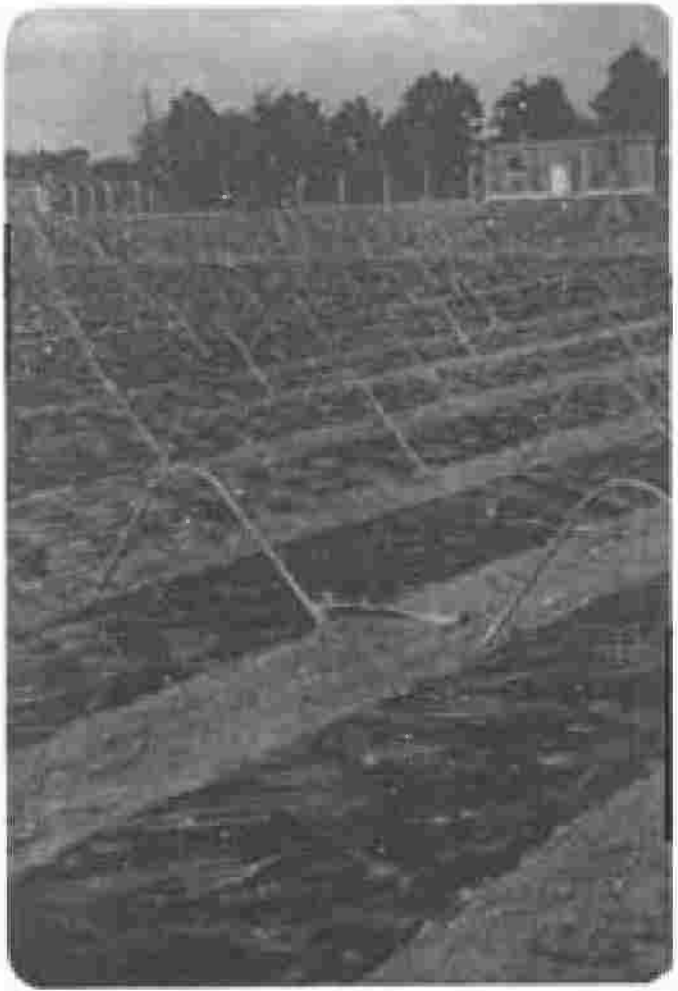
يفيد استعمال الأنفاق البلاستيكية المنخفضة العادية فى إنتاج محصول مبكر من الخضر ، نظرًا لأنه يوفر لها الحماية من الصقيع ، ويسمح بالزراعة المبكرة فى الربيع ، لأن التربة تكتسب حرارتها أثناء النهار . وبعض هذه الحرارة يعاد إشعاعه فى جو النفق أثناء الليل . مما يؤدى إلى حماية النباتات من أضرار الصقيع . كما أن درجات الحرارة تكون أكثر ارتفاعًا أثناء النهار داخل النفق ، عنه خارجه ، مما يسمح بنمو النباتات بصورة أفضل عندما تكون درجة حرارة الجو منخفضة فى بداية الربيع . هذا .. ويكون فقد الحرارة ليلًا أقل فى الأنفاق القديمة المغطاة جزئيًا بالأتربة ، عنه فى الأنفاق الجديدة الشفافة التى تسمح بنفاذ الإشعاعات الحرارية المنبثة من التربة ليلًا .

وإلى جانب الحماية من البرودة والصقيع ، فإن الأنفاق البلاستيكية المنخفضة تفيد أيضًا فى حماية الخضروات المزروعة تحتها من الرياح والأمطار الغزيرة .

تثبت الأنفاق حول أقواس خاصة . وتختلف المواد المستعملة فى عمل الأقواس حسب الغرض

٦ – الأقواس المصنوعة من الأنابيب المجلفنة :

يبلغ قطر قوس الأنابيب المجلفنة من ١٨٠ – ٢٠٠ سم ، بينما يبلغ قطر الأنبوب من الداخل ½ بوصة . ويمكن عمل الأقواس بسهولة بثني أنابيب بطول ٣ م حول قالب خاص بقطر ١٨٠ أو ٢٠٠ سم حسب الحاجة . يجهز القالب بدق أنابيب أو قضبان حديدية بطول ٧٥ – ٩٠ سم في أرض صلبة على أبعاد ٣٠ سم من بعضها البعض على شكل نصف دائرة بالقطر المرغوب . وبعد تحضير الأقواس تعمل فيها فتحات بقطر ٣ م على بعد ١٥ سم من طرفي كل أنبوب ، وكذلك في وسط القوس . تثبت هذه الأقواس على بعد ١,٥ مترًا من بعضها البعض فوق مخطوط الزراعة .



٢ – الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء :

يستخدم فى عمل الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء حديد تسليح بقطر ٨ مم ، أو ١٠ مم ، وبطول ٣,٦٥ م . يقوس الحديد على قالب بقطر ٢ م . يزود كل قوس بحلقات أو خطافات قصيرة بطول ٨ سم من نفس مادة القضبان ، وتلحم فيها على بعد ٢٥ – ٣٠ سم من طرفى القوس . وفائدتها هى منع القوس من النزول فى التربة أكثر من اللازم ، ولربط الخيوط فوق البلاستيك لمنعه من التحرك من مكانه فى حالة هبوب رياح قوية . هذا .. ويلزم طلى الحديد قبل الاستعمال لمنع الصدأ .

٣ – الأقواس المصنوعة من الأسلاك المجلفنة :

يستخدم فى عمل الأقواس سلك مجلفن بقطر ٤ – ٥ مم يُشكل على هيئة نصف دائرة بالقطر المرغوب كما سبق بيانه فى الجزء ١٩ – ١٠ .

يتراوح السمك المفضل لأغطية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة من ٥٠ – ٨٠ ميكرون للاقتصاد فى التكاليف ، خاصة أنه يستعمل لموسم زراعى واحد . ولا تؤدى زيادة سمك الغشاء المستعمل إلى توفير حماية أفضل للنبات . ويباع البولثين المستعمل فى تغطية الأنفاق البلاستيكية بالوزن غالبًا على بكرات تزن ما بين ٣٠ – ٧٥ كيلو جرامًا . ومن المفضل ألا يزيد طول النفق عن ٣٠ مترًا ، حتى لا تزداد صعوبة عملية التهوية . أما العرض ، فيتوقف على المحصول المزروع ، وإن كان من الممكن استعمال أنفاق صغيرة ، حتى مع المحاصيل التى تزرع على خطوط متباعدة ، كالقرعيات ، بفتح النفق من الجهة التى لا تأتى منها الرياح بعد زيادة حجم النمو النباتى عن عرض النفق . ويوضح جدول (١٩ – ١) مواصفات الأغطية البلاستيكية المستخدمة فى الأنفاق الخفيفة التى تتراوح فى عرض قاعدتها من ٤٠ إلى ٢٢٠ سم ، وفى ارتفاعها من ٤٥ إلى ٨٠ سم . وتخصص الأنفاق الصغيرة فقط لإنتاج الشتائل ، أو لحماية النباتات وهى صغيرة ، أما الأنفاق البلاستيكية المنخفضة الكبيرة ، فإن الغرض من استعمالها يكون توفير الحماية للنباتات وهى مكتملة النمو .

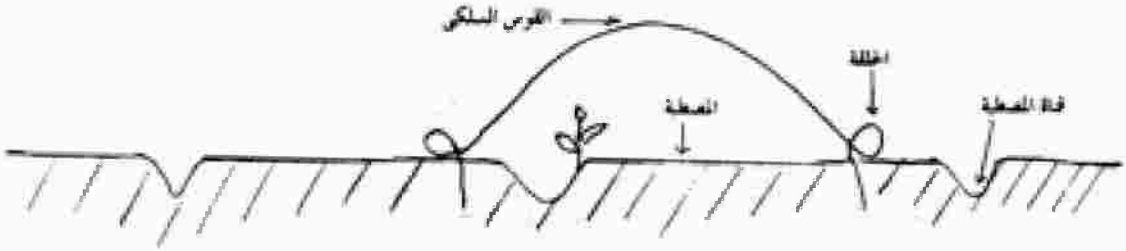
جدول (١٩ ـ ١) : مواصفات الأغطية البلاستيكية المستخدمة فى الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

مواصفات النفق		مواصفات الغطاء البلاستيكى المستعمل	
القاعدة (سم)	الارتفاع (سم)	العرض (سم)	السمك (ميكرون)
٤٠ ـ ٥٠	٤٥	١٣٠ ـ ١٥٠	٣٨ ـ ٥٠
٨٠ ـ ٩٠	٥٥	١٨٠ ـ ٢٠٠	٣٨ ـ ٥٠
١٢٠ ـ ١٣٠	٥٥	٢٠٠	٥٠ ـ ٨٠
١٤٠ ـ ١٦٠	٥٥	٢٥٠	٨٠
١٨٠ ـ ٢٢٠	٨٠	٣٣٠	٨٠

يجب تحضير الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق وتجهيز الخطوط أو الأحواض اللازمة للزراعة ، كما توضع أنابيب الرى بالتنقيط قبل الزراعة فى حالة إجراء الرى بهذه الطريقة .

كما يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن يكون النفق فى اتجاه الريح السائدة ، خاصة الرياح القوية ، ويفضل أن تكون فى وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس .

وعند بناء الهيكل توضع الأقواس فوق خطوط الزراعة ، ويكون ذلك على بعد ١,٥ متر من بعضها البعض فى حالة استعمال أنابيب المياه المجلفنة . تربط الأنابيب مع بعضها البعض بثلاثة خطوط من سلك مقاس ٤ كيج ١٦ ، تمرر هذه الأسلاك من خلال الفتحات التى صنعت فى الأنابيب . وتربط الأسلاك الثلاثة فى نهايتى النفق على أوتاد حديدية أو خشبية . أما الأقواس المصنوعة من قضبان حديد التسليح ، فإنها توضع على بعد متر واحد من بعضها البعض ، وتربط مع بعضها من وسط كل قوس بسلك مقاس ٤ كيج ١٦ ، ثم يربط هذا السلك فى طرفى النفق بأوتاد . وبالنسبة للأقواس المصنوعة من السلك المجلفن قطر ٤ - ٥ مم ، فإنها تثبت على أبعاد ٧٥ سم من بعضها البعض ، وقد ترتبط معًا بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكى عليها . ويوضح شكل (١٩ - ١١) طريقة تثبيت الأقواس على خطوط الزراعة .



شكل ١٩ - ١١ : طريقة تثبيت الأقواس السلكية فى التربة ، وموقع الأنفاق المخفضة بالنسبة لخطوط الزراعة .

يفرد الغطاء بعد ذلك يدويًا أو آليًا شكل (١٩ - ١٢) فوق الأقواس . فى حالة فرد البلاستيك يدويًا يربط طرف الغطاء البلاستيكى حول وتد عند أحد طرفى النفق ، ثم يفرد البلاستيك تدريجيًا فوق الأقواس ، ويربط بوتد آخر من الناحية الأخرى للنفق . وقد يكتفى بدفن البلاستيك فى طرفى النفق فى التربة .

يشد البلاستيك على الأقواس بواسطة خيوط تمر متقاطعة بين الأقواس على شكل حلزونى ، وقد تكون متقابلة (شكل ١٩ - ١٣) ، وتربط فى العيون أو الخطافات أو بأوتاد جانبية تمنع تحرك أو طيران البلاستيك بفعل الرياح القوية ، ولتسهيل عملية التهوية فى الأيام المشمسة يرفع البلاستيك إلى أعلى ، وتحريكها ما بين الأقواس والخيوط .

ويبين جدولا (١٩ - ٢) و (١٩ - ٣) كميات المواد الازمة لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع بهياكل من الأنابيب المجلفنة ، أو من حديد التسليح على التوالى .

شكل ١٩ - ١٢ : تغطية الأنفاق المنخفضة بالبلاستيك آليًا .

جدول (١٩ ـ ٢) : المواد اللازمة لاقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة بهياكل من الأنابيب المجلفنة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

المواد اللازمة	العدد	الكمية
أقواس أنابيب بطول ٣ م ، وقطر داخلي ١/٢ بوصة	٣٤٠	١٧٠ أنبوب طول ٦ سم
غطاء بولثين سمك ٨٠ ميكرون بطول ١١٢م ، وعرض ٣,٣م	٥ لفات	١٣٥ كجم
أسلاك لربط الأقواس مع بعضها قياس ١٦	٦ ربطات طول الربطة ٢٤٠م	١٤٤٠م
أوتاد من قضبان حديد البناء تستعمل لرؤوس الأنفاق	٤٠	٢٨ كجم
أوتاد من قضبان حديد البناء تستعمل في جانب الأنفاق		
لتثبيت الخيوط	٣٤٠	١٧٠ كجم
خيوط بولي بروبيلين	١٥٠٠ متر	٣,٣ كجم

جدول (١٩ ـ ٣) : المواد اللازمة لأقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة بهياكل من حديد التسليح على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

المواد اللازمة	العدد	حديد ٨ مم الكمية (كجم)	حديد ١٠ مم الكمية (كجم)
أقواس بطول ٣٦٥ سم حديد تسليح	٤٨٦	٧٢٩	١٠٥٠
غطاء بولثين سمك ٨٠ ميكرون بطول ١١٢م ، وعرض ٣,٣م	٥ لفات	١٣٥	١٣٥
خيوط بولي بروبيلين	١,٥ ربطة	٣,٣	٣,٣
طلاء مقاوم للصدأ		٩,٠	٦,٠

هذا .. وتساعد التهوية كثيرًا في عملية تلقيح النباتات داخل الأنفاق . فزهرة الطماطم مثلاً تحاجة إلى التعرض لقليل من الاهتزاز بواسطة الرياح ، أو بطريقة ميكانيكية حتى يحدث التلقيح بشكل جيد . كما أن الحشرات تستطيع الدخول عند فتح الأنفاق للقيام بعملية التلقيح في حالة نباتات العائلة القرعية وغيرها من المحاصيل الحشرية التلقيح (عبد الهادي ١٩٧٤ ، ١٩٧٨) .

قد يظهر أحيانًا التفاف بأوراق بعض أصناف الطماطم التي تزرع تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة ، وربما يرجع ذلك إلى تراكم المواد الكربوهيدراتية بالأوراق ، كما قد يرجع إلى تراكم الإيثيلين داخل النفق .

١٩ - ١٢ - ٢ : أنفاق الشرائح البلاستيكية ذات الأسطح المموجة (فيرجلاس) .

قد تستبدل الأقواس السلكية والشرائح البلاستيكية بألواح من البلاستيك المرن الذي يمكن ثنيه بين أوتاد خشبية على شكل نفق يغطي النباتات (شكل ١٩ - ١٤) تستخدم لذلك شرائح من الفيرجلاس ذات أسطح متموجة Corrugated plastic . ومن أهم مميزات هذا النوع من الأنفاق ما يلي :

١ - سهولة تثبيت الغطاء .

٢ - سهولة تنظيف الغطاء وإعادة استخدامه عدة مرات .

٣ - سهولة رفع الغطاء لإجراء عمليات الخدمة (USDA ١٩٧٧) .

ويعتبر هذا النوع من الأنفاق مناسبًا لحدائق الخضر المنزلية .

شكل ١٩ - ١٤ : أنفاق الدراتج البلاستيكية ذات الأسطح المموجة Corrugated plastic .

١٩ - ١٢ - ٣ : الأنفاق البلاستيكية المنخفضة المدعومة بالهواء

تمكن Jensen & Sheldrake (١٩٦٦) من إنتاج الطماطم تجريبيًا تحت أنفاق بلاستيكية مدعومة بالهواء المدفأ بواسطة مدافئ خاصة .

ولإقامة مثل هذا النوع من الأنفاق تلزم تغطية التربة أولًا بالبلاستيك الأسود بسمك نحو ٤٠ ميكرون ، أو بالبلاستيك الشفاف مع استعمال مبيد حشائش . كما يجب رى الحقل قبل تغطية التربة بالبلاستيك ، وتكفى هذه الرية لمد النباتات بحاجتها من الرطوبة لحين إزالة النفق .

يشتل المحصول المرغوب زراعته (الطماطم أو الخيار عادة) ، ثم تغطى النباتات بالبلاستيك ، وتدفن أطرافه فى التربة ، ثم يقام النفق بدفع الهواء داخله من أحد الأطراف بمراوح قوية .

ويمكن رفع درجة الحرارة داخل النفق بتشغيل مدفأة أمام المروحة فى بداية النفق . كما يستعمل باب منزلق فى نهاية النفق للتحكم فى سرعة خروج الهواء وفى تنظيم درجة الحرارة . كما يمكن التحكم فى درجة الحرارة أيضًا بالتحكم فى حجم المروحة وفى قوة المدفأة . ويمكن بهذه الطريقة حماية النباتات من حرارة منخفضة تصل إلى - ٥٤ م .

هذا .. ويعمل الهواء المتحرك داخل النفق على المساعدة فى تلقيح أزهار الطماطم . ويمكن مكافحة الحشرات والأمراض داخل النفق بالتعفير ، حيث يوزع المبيد بالتظام مع الهواء الداخل إلى النفق .

كما يمكن وضع أنبوبة رى بالتنقيط تحت الغطاء البلاستيكى لاستخدامها فى الرى عند الحاجة .

١٩ - ١٢ - ٤ : الأنفاق البلاستيكية المثقبة

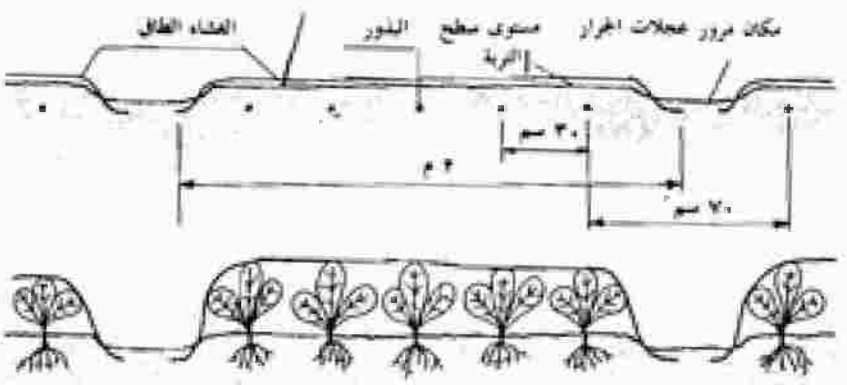
استخدمت الأنفاق البلاستيكية المثقبة perforated row covers كبديل للأنفاق البلاستيكية العادية بغرض تحقيق تهوية جيدة داخل الأنفاق ، دون التأثير كثيرًا على الهدف الأساسى من إقامة النفق ، وهو حماية النباتات من البرودة . وتستخدم هذه الأنفاق على نطاق تجارى فى أوروبا .

١٩ - ١٢ - ٥ : الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات

يتكون غطاء النفق فى الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات slitted row covers من شريحة بلاستيكية واحدة بعرض ١,٥ م بها صفان طوليان من الفتحات ، طول كل منها ١٢,٥ سم ، وتبعد الفتحات المتجاورة فى الصف الواحد بمقدار ٢ سم عن بعضها البعض . وقد أدى استخدام هذا الغطاء إلى التخلص نهائيًا من مشكلة التهوية . وطبقت هذه الطريقة بنجاح فى زراعات القاوون والخيار والطماطم والفلفل ، حيث يترك الغطاء لمدة خمس الظروف الجوية ، ثم يرفع . ويسمح هذا الغطاء بنفاذ الضوء بنسبة ٩٠٪ .

١٩ - ١٢ - ٦ : الأغطية الطافية

الأغطية الطافية Floating row covers عبارة عن شرائح خاصة من الـ Spunbonded polyester والـ spunbonded polypropylene ، وهى مواد خفيفة تزن نحو ١٤ جم للمتر المربع ، وتستخدم كأغطية توضع على النباتات مباشرة ، دون الحاجة إلى سنادات من الأقواس السلكية . وتثبت هذه الأغطية دون شدها من جانبى الخط ، حتى لا تعوق نمو النبات وتسمح هذه الأغطية بنفاذ الضوء بنسبة ٨٠٪ (شكل ١٩ - ١٥) .



شكل ١٩ - ١٥ : الأغطية « الطافية » (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

ومن أهم مزايا هذه الأغطية سهولة تركيبها يدويًا ، كما يمكن تركيبها آليًا باستخدام آلة تثبيت الأغطية البلاستيكية للتربة بعد تخويرها ، حتى تسمح بترك الغطاء غير مشدود على الخط .

١٩ - ١٢ - ٧ : الحماية التي توفرها الأنفاق البلاستيكية ضد الصقيع

تسمح الأغطية البلاستيكية المختلفة بنفاذ نحو ٧٠٪ من الإشعاع الحرارى من التربة والنباتات ليلًا ، وعليه .. فإن هذه الأغطية ليست على درجة عالية من الكفاءة فى المحافظة على درجة الحرارة المرتفعة . ونادرًا ما تزيد الحرارة ليلًا داخل النفق ، عنه خارجه بأكثر من ١ - ٢°م . وإذا كانت الرطوبة النسبية منخفضة جدًا تحت الغطاء إلى الحد الذى لا يسمح بتكون الندى عند انخفاض الحرارة ، فإن درجة الحرارة قد تكون أكثر انخفاضًا داخل النفق ، عنه فى الجو الخارجى . وترجع معظم الحماية من الصقيع التى توفرها الأنفاق البلاستيكية إلى تكثف الرطوبة على السطح الداخل للغطاء عند انخفاض درجة الحرارة ليلًا ، لأن الغشاء المائى المتكثف يعمل على خفض الإشعاع الحرارى من داخل النفق ، لأنه لا يسمح بنفاذه كالبلاستيك (Wells & Loy ١٩٨٥) .

١٩ - ١٣ : حماية نباتات الخضر من أشعة الشمس القوية بالتظليل

يمكن توفير الحماية لنباتات الخضر من أشعة الشمس القوية بعدد من الطرق كما يلى :

١ - أبسط هذه الطرق هى تغطية النهار فقط بقش الأرز لحمايتها من لفحة الشمس ، كما فى البطيخ ، والشمام ، أو تغطية معظم العرش بالقش ، مع التركيز على النهار ، كما فى حالة الطماطم . يعاب على هذه الطريقة أن تغطية الأوراق بالقش يحجب عنها الضوء ، ويقلل كثيرًا من فاعليتها فى تمثيل الغذاء ، وقد يؤدى إلى موتها ، ولذلك يفضل عدم إجرائها إلا فى المراحل المتقدمة من النمو النباتى .

٢ - إنتاج الخضر تحت النخيل (يوفر النخيل أيضًا حماية من البرودة والرياح)، كما فى البصرة بالعراق .

٣ - إنتاج الخضر تحت أنفاق مغطاة بشباك التظليل (شكل ١٩ - ١٦) .

تقام الأنفاق بالاستعانة بهياكل سلكية بنفس الطريقة التى سبق شرحها ، وتغطى بشباك بلاستيكية خاصة ، بدلًا من الشرائح البلاستيكية الشفافة . تصنع الشباك من البلاستيك الأسود أو الأخضر ، وتختلف فى درجة نفاذيتها للضوء ، والعادة هى استخدام شباك منفذة للضوء بنسبة ٥٠ - ٦٠٪ للحصول على شدة إضاءة تتراوح من ٤٠٠٠ - ٥٠٠٠ لكس .

وتفيد هذه الطريقة فى إنتاج بعض الخضر الحساسة لأشعة الشمس القوية التى تصل صيفًا إلى ١٠٠٠٠ - ١٢٠٠٠ لكس فى بعض المناطق .

هذا .. وتعامل هذه الشباك أثناء تصنيعها بحيث تتحمل الأشعة فوق البنفسجية ، ويمكن أن تبقى بحالة جيدة لمدة ٣ - ٤ سنوات .

شكل ١٩ - ١٦ : إنتاج الخضر تحت الأنفاق المنخفضة المغطاة بشباك التظليل فى الكويت .

٤ - إنتاج الخضر فى بيوت (صوبات) المظلات shade houses :

تقام بيوت المظلات على هياكل معدنية ثابتة ، مثل أنابيب المياه المجلفنة شكل (١٩ - ١٧) ، ثم يغطى الهيكل بشباك تظليل مماثلة لتلك المستعملة فى تغطية الأنفاق . توضع الشباك فوق سقف الهيكل وعلى جوانبه ، بحيث يكون ارتفاعها من سطح التربة ٣ م . هذا .. وثبت حوانب قطع الشباك فى ألواح خشبية رفيعة ، بحيث يمكن رفعها شتاء لتعريض النباتات لأشعة الشمس (شكل ١٩ - ١٨) .

وقد تكون بيوت المظلات على شكل صوبات خشبية lath houses . يتكون هيكل الصوبة من جوانب رأسية وقمة مسطحة ، وتغطى كل من الجدران والأسقف بمسدابات من خشب البغادلى (شرائح خشبية رفيعة) بعرض نحو ٥ سم . تثبت هذه الشرائح على الأبعاد المناسبة ، بحيث تغطى من ثلث إلى ثلثى المسطح الخارجى للبيت حسب الحاجة .

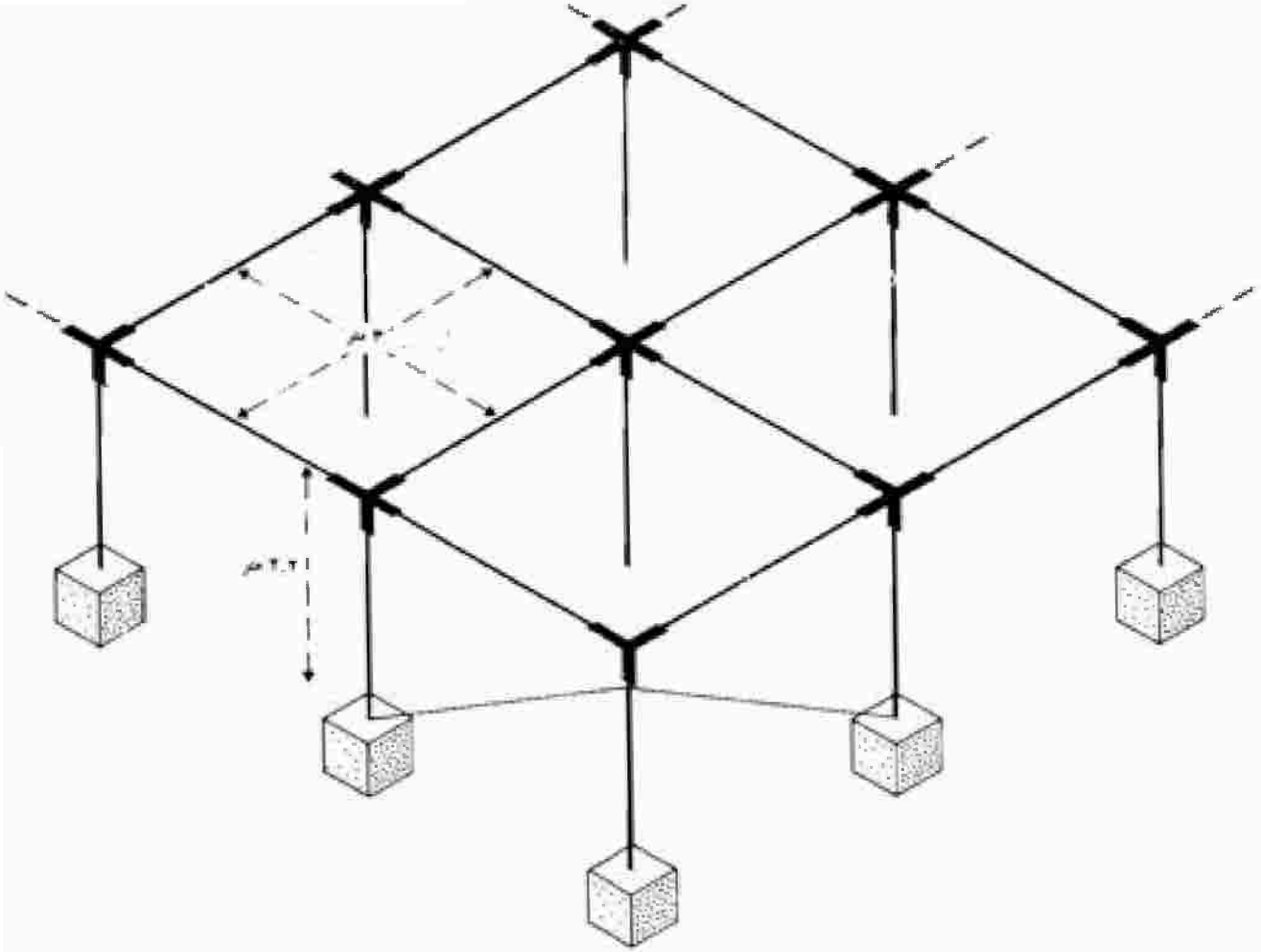
كما يمكن إقامة المظلات بوسائل أقل تكلفة يستخدم فيها الخيش والمواد المتوفرة محليًا (شكل ١٩ - ١٩).

٥ - إنتاج الخضر فى الأنفاق العالية المغطاة بشباك التظليل :

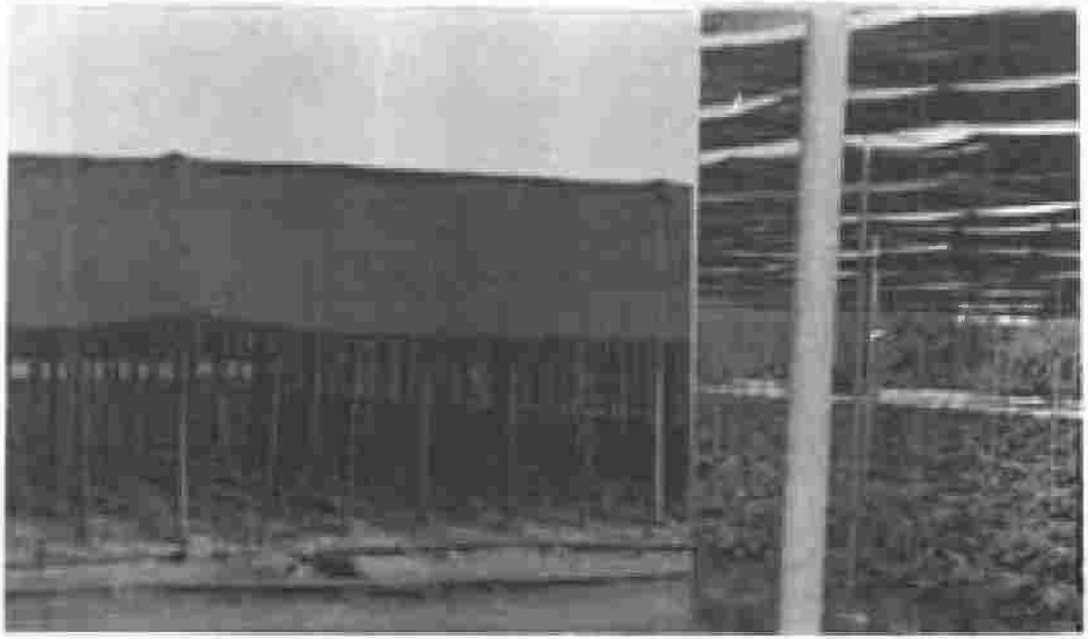
يتشابه إنتاج الخضر فى الأنفاق العالية المغطاة بشباك التظليل مع إنتاجها فى الصوبات البلاستيكية (القسم الخامس) . وتستخدم فى تغطية الأنفاق شباك بلاستيكية من نفس النوع المستخدم فى تغطية الأنفاق المنخفضة والمظلات (أشكال ١٩ - ٢٠ ، ١٩ - ٢١ ، ١٩ ، ٢٢) .

١٩ - ١٤ : الحماية من الأمطار بالساتر البلاستيكى

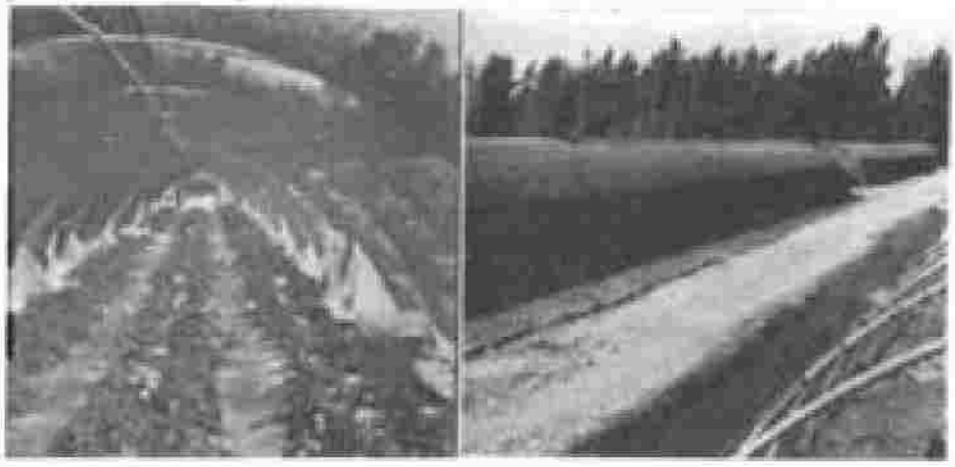
تستخدم السواتر البلاستيكية plastic shelters فى حماية ثمار الطماطم من التشقق عند زراعة الأصناف ذات الثمار الكبيرة فى المناطق الغزيرة الأمطار (شكل ١٩ - ٢٣) (AVRDC ١٩٨٦) . ويتبع هذا النظام عادة مع النباتات المرباه رأسيًا فى الحقول المكشوفة ، حيث تغطى خطوط الزراعة من أعلى بسواتر بلاستيكية بعرض حوالى ٨٠ سم ، وقد تتدلى أو لا تتدلى رفائق البلاستيك على أحد جانبى خطوط الزراعة ، ويتوقف ذلك على الاتجاه الغالب للرياح فى المنطقة .



شكل ١٩ – ١٧ : طريقة إنشاء مظلة باستخدام هيكل من أنابيب المياه المخلفة (شركة Fordingbridge Eng. إنجلترا) .



شكل ١٩ – ١٨ : إنتاج الخضر تحت الظلال المغطاة بشباك الظليل في الإمارات العربية المتحدة وقطر .



شكل ١٩ - ٢٠ إنتاج الخضر في الأنفاق العالية المغطاة كاملة بشباك التظليل في جمهورية مصر العربية والكويت .

شكل ١٩ – ٢٢ : نفق بلاستيكى معطى جزئيا بشباك الظليل لحماية مشاتل الخضر من الحرارة المرتفعة (شركة الإنتاج النباتى – جمهورية مصر العربية) .

١٩ - ١٥ : المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٧٣) . من الزراع التدريبية : حاصلات الخضر والنباتات الطبية والعطرية الجزء التاسع – ٣٣٦ صفحة .

عبد العال ، أحمد فاروق (١٩٧٧) . أساسيات بساتين الفاكهة – دار المعارف – القاهرة – ٤٤٨ صفحة .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٤) . ملاحظات عن الزراعة بداخل الأنفاق الواطئة . رسالة المرشد الزراعى – مديرية الإرشاد الزراعى العامة – بغداد . الحلقة ١١١ : ١ – ٤ .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٨) . دور الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى إنتاج الخضروات . وزارة الأشغال العامة – الكويت . ورقة إرشادية رقم (٤) – ١٤ صفحة .

Asian Vegetable Research and Development Centre. 1986. 1985 AVRDC highlights, Taiwan.

Baradyga, A.A. and J.C Wells. 1962. Vegetable plant production for commercial growers. N.C. Agr. Ext. Serv, Ext. Circ. No. 231. 18p.

Bartholic, J.F., M.D. Heilman and B.M. Farris. 1970. Large volume generator of stable foam for freezer protection. HortScience 5: 486-488.

Boodley, J.w. 1981. The commercial greenhouse Handbook. Van Nostrand Reinhold Co., N.Y. 568p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th ed.) Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

Fordham, R. and A.G. Biggs. 1985. Principles of vegetable crop production. Collins Professional and Technical Books, London. 215p.

George, R.A.T 1985. Vegetable seed production. Longman, London. 318p.

Halfacre, R.G. and J.A. Barden. 1979. Horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 722p.

Heilman, M.D., J.F. Bartholic, C.L. Gonzalez and B.M. Farris. 1970. Frost protection with foam applied in small trenches. HortScience 5: 488-490

Janick, J. 1979. Horticultural Science. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 608p.

Jensen, M.H. and R. Sheldrake, Jr. 1966. Air-supported plastic row covers for early vegetable production. Mimeo No. 140, Dept. of Veg.Crops, Cornell Univ. 10p.

Minges, P.A., A.A. Muka, A.F. Sherf and R.F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations. Cornell Univ. 36p.

Parsons, L.R., T.A.Wheaton and D.P.H. Tucker. 1986. Florida freezes and the role of water in Citrus coldtolerance. HortScience 21 (1): Inside front and back covers.

Pillsbury, A.F. 1968. Sprinkler irrigation.FAO Agr. Dev. Paper No. 88. 179p.

Sheldrake, R., Jr. and E.B Oyer. 1968. Growing cucumbers, melons and squash in New York State, Cornell Ext. Bul. 1074. 24p.

United States Department of Agriculture. 1977. Gardening for food and fun. The Yearbook of Agriculture, wash. D.C. 392p.

Wells, O.S. and J.B Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20: 822-825.

القسم الخامس
الزراعة المحمية

الزراعة المحمية

يقصد بالزراعة المحمية للخضر إنتاجها فى منشآت خاصة تسمى الصوبات أو البيوت المحمية لغرض حمايتها من الظروف الجوية غير المناسبة ، وبذلك يمكن إنتاجها فى غير موسمها . وتتوفر للخضروات داخل هذه البيوت الظروف البيئية التى تناسبها من حيث درجة الحرارة وشدة الإضاءة ، كما تعطى عناية خاصة لبيئة نمو الجذور وتغذية النباتات . وفى الأنواع الحديثة من الصوبات يتم التحكم فى جميع العوامل البيئية ، وتعديلها بما يتناسب مع النمو النباتى لإعطاء أكبر محصول ممكن .

وتعتبر الزراعة المحمية فرعًا متخصصًا من إنتاج الخضروات يختلف عن إنتاجها فى الزراعات المكشوفة ، فنجد أن الطرق المستخدمة فى إنتاج الخضر فى الزراعات المحمية تختلف عن تلك المستخدمة فى الزراعات المكشوفة . وبالرغم من ذلك .. فإن أساسيات إنتاج الخضر واحدة فى كلتيهما بصورة عامة ، فيشتركان معًا من حيث الأساسيات – فى العديد من الامور ، ويختلفان فى بعضها . وقد شُرحت الأساسيات العامة وتلك الخاصة بالزراعات المكشوفة فقط فى الأقسام الأخرى من هذا الكتاب أما فى هذا القسم ، فإننا نقدم للقارىء الأساسيات الخاصة بالزراعات المحمية فقط ، بالإضافة إلى طرق زراعة وإنتاج أهم محاصيل الخضر فى الصوبات .

الفصل العشرون

إنشاء البيوت المحمية (الصوبات)

٢٠ - ١ : اقتصاديات الزراعة المحمية

يحقق إنتاج الخضر فى الزراعات المحمية عائدًا اقتصاديًا مجزيًا للمستثمرين فيها ، برغم أن تكلفة إنتاج الخضر فى الصوبات تزيد عن تكلفة إنتاجها فى الحقول المكشوفة . وترجع هذه الزيادة بالدرجة الأولى إلى ضخامة رأس المال المستثمر فى إنشاء الصوبات ، بالإضافة إلى مصاريف تشغيلها وصيانتها . ويتوقف مقدار الزيادة فى تكلفة الإنتاج والعائد الذى يمكن أن يتحقق من الزراعات المحمية على العوامل التالية .

١ - عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى الوقت الواحد ، أى مساحة البيوت المحمية .

٢ - حجم الصوبات المستخدمة .

٣ - نوع الهيكل الذى تصنع منه الصوبات (الخشب - الحديد - الألومنيوم - مواسير المياه المجلفنة) .

٤ - نوع الغطاء المستخدم (الزجاج - الألياف الزجاجية Fiber glass - رقائق البلاستيك) .

٥ - مدى توفر أجهزة التبريد والتدفئة ، ومدى الحاجة إليهما .

٦ - درجة التحكم الآلى فى الأجهزة المختلفة بالصوبات .

٧ - المحاصيل والأصناف المزروعة .

٨ - موسم الإنتاج ، ومقدار المنافسة التى يتعرض لها المحصول المنتج من الزراعات المكشوفة .

٩ - مدى الطلب على المحصول المنتج فى الأسواق الخارجية للتصدير .

وبرغم كل هذه العوامل ، فإن الزراعات المحمية تكون ضرورة لا غنى عنها تحت الظروف التالية :

١ - فى المناطق الباردة (شمال خط عرض ٣٥ شمالًا ، وجنوب خط عرض ٣٥ جنوبًا) خلال فصل الشتاء بهذه المناطق ، حيث يستفاد من التدفئة الصناعية بالبيوت المحمية فى إنتاج الخضر فى فترة يستحيل خلالها إنتاج الخضر فى الزراعات المكشوفة .

٢ – فى المناطق الشديدة الحرارة صيفًا ، كما فى دول الخليج العربى ، حيث تستخدم البيوت المُبرّدة فى إنتاج بعض محاصيل الخضر التى يستحيل إنتاجها خلال نفس الفترة فى الزراعات المكشوفة .

أما فى المناطق المعتدلة ، كمصر والدول ذات الظروف الجوية المشابهة ، فإنه يمكن الاستفادة من الغلة العالية لوحدة المساحة من الزراعات المحمية فى تحقيق عائد أكبر يزيد كثيرًا عما يمكن تحقيقه فى الزراعات المكشوفة إذا ما أخذت العوامل السابقة جميعها فى الاعتبار .

٢٠ – ٩ – ١ : تأثير عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى آن واحد (مساحة البيوت المحمية) على تكلفة الإنتاج

قام باسيل (١٩٨٦) بحساب تكاليف إنشاء وتشغيل وصيانة الصوبات البلاستيكية فى مصر على أساس أسعار ١٩٨٦ ، وعلى أساس أن الصوبة الواحدة التى تبلغ مساحتها ٥٠٠ متر مربع (حوالى ٩ × ٦٠ م) تتطلب المكونات المبينة فى جدول (٢٠ – ١) ، ثم شرع فى حساب التكلفة السنوية للمتر المربع الواحد من الصوبة ، آخذًا فى الاعتبار تكاليف الإنشاءات ، وفائدة رأس المال والزراعة والتشغيل والصيانة ، وعلى أساس أن سعر المكونات المتبقية بعد انتهاء عمرها الافتراضى هو ١٠٪ من سعر شرائها ، فوجد أن تكلفة المتر المربع الواحد تتناقص من ١٥,١٥ جنيهًا عند تشغيل صوبة واحدة إلى ٧,٥١ جنيهًا عند تشغيل ١٦ صوبة فى آن واحد ، كما هو مبين فى جدول (٢٠ – ٢) . ويرجع هذا التناقص إلى أن العديد من مكونات التكلفة ، سواء فى الإنشاءات أم فى الزراعة أم التشغيل أم الصيانة تبقى ثابتة ، أو تزيد قليلًا مع زيادة أعداد الصوبات .

جدول (٢٠ – ١) : المكونات اللازمة للصوبة البلاستيكية الواحدة وتكلفتها (حسب أسعار ١٩٨٦) وعمرها الافتراضى .

المكونات	التكلفة (جنيه مصرى)	العمر الافتراضى (سنة)
الهيكل الحديدى المجلفن (قطر المواسير ١,٥–٢ بوصة)	٣٥٠٠	٧
الأبواب والشبابيك	٧٠٠	٥
الغطاء البلاستيكى (٢ طن)	٧٥٠	٣,٥
الرى الداخل (مواسير ونقاطات)	٢٥٠	٥
معدات الرى (مرشحات، خزانات، طلمبات ... إلخ)	٦٠٠	٦
منشآت (مخزن وملوى)	٥٠٠٠	٢٠

جدول (٢٠ – ٢) : تأثير عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى آن واحد على التكلفة السنوية للمتر المربع

عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى آن واحد (مساحة ٥٠٠ متر مربع لكل منها)	التكلفة السنوية للمتر المربع (جنيه مصرى)
١	١٥,١٥
٢	١٠,٥٤
٨	٨,٥٤
١٦	٧,٥١

ويرى نصار (١٩٨٦) أن تكلفة الإنتاج للمتر المربع الواحد من الصوبات البلاستيكية تصل إلى ٣٦ جنيهًا عند تشغيل صوبة واحدة فقط ، وتنخفض هذه القيمة تدريجيًا بزيادة المساحة المزروعة لتصل إلى ٢ جنيه مصرى للمتر المربع الواحد عند تشغيل ٤٠ صوبة فى آن واحد ، أى عند زراعة حوالى خمسة أفدنة (أى ٢,١ هكتار) من البيوت المحمية وبذلك .. فإن أقل مساحة يمكن زراعتها بأكبر عائد ممكن هى خمسة أفدنة من الصوبات ، على أن يكون ذلك مصاحبًا بمساحة إضافية مزودة بنظام الرى بالتنقيط لزراعتها تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى الجو البارد ، وعلى أن تكون المساحة المخصصة للأنواع المختلفة من الصوبات والأنفاق على الوجه التالى :

١ – تنشأ الصوبات المفردة single tunnels الكبيرة (أبعاد ٩ × ٥٠ متر ، وبارتفاع ٣,٢ مترًا) على ثلث المساحة المخصصة للصوبات .

٢ – تنشأ الصوبات الاقتصادية economic tunnels ، أو walking tunnels الصغيرة (أبعاد ٤ × ٤٠ مترًا ، وبارتفاع ٢ متر) على ثلثى المساحة المخصصة للصوبات .

٣ – يخصص ١ – ٢ صوبة من الصوبات الاقتصادية لاستعمالها كمشاتل ، وهذه تغطى سقفًا بشباك التظليل .

٤ – تبلغ المساحة الإضافية المزودة بنظام الرى بالتنقيط لزراعتها تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة نحو ثلثى المساحة الإجمالية المخصصة للصوبات .

٢٠ – ١ – ٢ : تأثير نوع الصوبات وطريقة إدارتها وتشغيلها على تكلفة الإنتاج

يلخص نصار (١٩٨٦) العوامل التى تنبغى مراعاتها عند إنشاء وتشغيل الصوبات البلاستيكية للحصول على أكبر عائد من الاستثمارات فيما يلى :

١ – تكلفة نظام الرى : يكون الرى فى الزراعات المحمية عادة بطريقة التنقيط ، بالإضافة إلى الحاجة لنظام الرى بالضباب من أجل الشتلات فى ظروف خاصة . وبينما تبلغ تكلفة المتر المربع لنظام الرى بالتنقيط نحو ٤٠ قرشًا (أسعار ١٩٨٦) عند إقامة نظام الرى على مساحة فدان واحد ، فإنها تنخفض إلى ٢٥ قرشًا فقط عند إقامة شبكة الرى على مساحة خمسة أفدنة .

٢ – تكلفة هيكل الصوبات والبلاستيك ، بما فى ذلك التهوية الميكانيكية ، مع مراعاة أهمية إنشاء أنواع مختلفة من الصوبات ، نظرًا لضرورة تنويع المحاصيل المزروعة من ناحية ، ولأن بعض المحاصيل لا تكون زراعتها اقتصادية فى أنواع معينة من الصوبات من ناحية أخرى .

٣ – تكلفة المعدات ، مثل : الجرار ، والمحاريث ، وخزان (تانك) المبيدات .

٤ – تكلفة مبنى الإدارة والمخازن وخزان المياه (تؤخذ تكلفة خزان المياه فى الاعتبار عند الاعتماد على ماء النيل ، نظرًا لضرورة تخزين المياه قبل السدة الشتوية . أما عند الاعتماد على المياه الجوفية ، فلا حاجة لخزان المياه) .

٥ – ضرورة تنويع المحاصيل المزروعة (٣ – ٤ محاصيل) بغرض توزيع تكاليف الزراعة على أكثر من محصول ، وكذلك تنويع مصادر الدخل ، وفى ذلك نوع من الضمان والأمان فى حالة فشل الزراعة لأحد المحاصيل . ويتطلب ذلك زراعة أكثر من صوبة ، كما يتطلب إنشاء أكثر من نوع من

الصوبات لمناسب كل محصول ، فتقام الأنفاق الاقتصادية (٤ × ٤٠ مترًا بارتفاع ٢ متر) لإنتاج الفلفل ، والطماطم ، والشمام ، والأنفاق المفردة الكبيرة (٩ × ٥٠ مترًا بارتفاع ٣,٢٠ مترًا) لإنتاج الخيار ، والشمام . فلا يجوز مثلًا إنتاج الفلفل فى الأنفاق المفردة الكبيرة ، لأن تكلفة المتر المربع بها تكون أعلى مما يمكن معه استغلالها اقتصاديًا بالفلفل . وينطبق نفس الشيء على الطماطم ، لأن أسعارها تكون عادة منخفضة ، وعلى المحاصيل ذات القيمة المنخفضة مثل الجس ، أما الشمام ، فيمكن إنتاجه بصورة اقتصادية فى كل من الأنفاق الكبيرة والأنفاق الاقتصادية . ومن جهة أخرى .. فإن الخيار لا يمكن زراعته إلا فى الأنفاق المفردة الكبيرة .

٦ – يجب كما سبق الذكر – توفير مساحة إضافية مزودة بنظام الرى بالتنقيط لتغطيتها بالأنفاق البلاستيكية المنخفضة ، وزراعتها بالطماطم أو غيرها من المحاصيل .

٧ – يجب تزويد المساحات بين الصوبات بخطوط الرى بالتنقيط ، حيث تتوفر بهذه المساحات حماية جزئية ، ويمكن زراعتها بالطماطم التى يكون إنتاجها داخل الصوبات غير اقتصادى ، حتى لو وصل الإنتاج إلى ٧٠ – ٨٠ طنًا للفدان ، وذلك بسبب انخفاض سعر الطماطم .

٨ – أما التدفئة ، فإنها غير ضرورية تحت الظروف المصرية ، نظرًا لأن الجو لا يكون شديد البرودة ، ولأنها مكلفة للغاية ، فالمتر المربع الواحد من الصوبات المفردة الكبيرة يتكلف ثلاثة جنيهات للتدفئة فقط . وهذه الزيادة الكبيرة فى تكلفة الإنتاج لا تغطيها الزيادة التى تحدث فى المحصول – والتى تكون فى حدود ١٦٪ فى الخيار ، ونحو ١٠٪ فى الشمام – إلا إذا كانت هناك تعاقدات مسبقة لتوريد محصول مرتفع الثمن فى وقت معين من السنة يقل فيه الإنتاج بسبب انخفاض درجة الحرارة ، كما هو الحال خلال الفترة من ديسمبر إلى فبراير .

٩ – كذلك فإن التبريد غير ضرورى تحت الظروف المصرية ، نظرًا لاعتدال درجة الحرارة صيفًا ، لكن يتطلب الأمر توفير نظام جيد للتهوية يمنع الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة داخل الصوبات .

ولقد أظهرت دراسة اقتصادية أجرتها المنظمة العربية للتنمية الزراعية على الزراعة المحمية بدولة الكويت ارتفاع العائد من إنتاج الخيار فى ظل كافة أنواع البيوت ، فى حين لم يتحقق ذلك بالنسبة للطماطم إلا فى البيوت البلاستيكية غير المدفأة وغير المبردة حتى أن فترة استرداد رأس المال تراوحت من ٢,١ – ٣,١ سنة بالنسبة للخيار فى الوقت الذى تراوحت فيه هذه الفترة بالنسبة للطماطم من ٨,٥ إلى ١٦ سنة . كما أثبتت الدراسة إمكانية إنتاج الشليك دون دعم ، أما الباذنجان والفلفل فقد احتاجا إلى الدعم الحكومى لتصبح زراعتهما ذات جدوى اقتصادية للمزارعين (سالم ١٩٨٥) .

٢٠ – ١ – ٣ : تأثير الأصناف المزروعة وإنتاجيتها على تكلفة الإنتاج

لا تزرع بالصوبات عادة إلا أصناف خاصة من الخضروات ، معظمها من الهجن ذات الإنتاجية العالية . وبرغم أن هذه الهجن تكون مرتفعة الثمن بدرجة كبيرة ، إلا أنه يشيع استخدامها فى الزراعات المحمية للأسباب الآتية :

١ – يزيد إنتاج هذه الأصناف داخل البيوت المحمية ، عنه خارجها .

٢ – تؤدى الإنتاجية العالية لهذه الأصناف إلى خفض نسبى فى تكاليف إنتاج الطن الواحد من المحصول ، نظرًا لتوزيع تكاليف زراعة المتر المربع الواحد من الصوبة على كمية أكبر من المحصول .

٣ – لا يشكل الثمن المرتفع لتقاوى هذه الأصناف نسبة كبيرة من تكلفة تشغيل المتر المربع من الصوبة ، نظرًا لارتفاع هذه التكلفة أصلًا .

وبالمقارنة .. فإن هذه الأصناف يقل استخدامها فى الزراعات المكشوفة ، نظرًا لأن ثمن تقاويها يشكل نسبة كبيرة من تكاليف الإنتاج تحت هذه الظروف ، ولأن محصولها – فى الزراعات المكشوفة – لا يزيد كثيرًا عن محصول بعض الأصناف الأخرى الأقل تكلفة .

هذا .. وتتضاعف إنتاجية وحدة المساحة من محاصيل الخضر المختلفة عدة مرات فى الزراعات المحمية ، بالمقارنة بالإنتاجية فى الحقول المكشوفة . ويتوقف ذلك على المحصول المزروع ، وعدد مرات زراعته فى نفس المساحة تحت نظامى الزراعة المحمية والمكشوفة . ويوضح جدول (٢٠ – ٣) مقارنة بين إنتاجية عدد من الخضروات فى الصوبات بإنتاجيتها فى الزراعات المكشوفة وبرغم أن الأرقام الخاصة بالزراعات المحمية فى الجدول هى متوسطات لعدد من المزارع المالية داخل الصوبات بأريزونا ، إلا أنها لا تختلف كثيرًا عن إنتاجية الخضر المحمية المزروعة فى الأرض مباشرة .

جدول (٢٠ – ٣) : إنتاجية عدد من الخضروات فى الزراعات المحمية بالمقارنة بإنتاجيتها فى الزراعات المكشوفة .

الخضر	المحصول الكل فى الحقول المكشوفة[١] (طن /هكتار /سنة)	الانتاج فى الزراعات المحمية		
		المحصول فى الزرعة الواحدة (طن/ هكتار)	عدد الزرعات فى السنة	المحصول الكل (طن / هكتار /سنة)
البروكولى	١٠,٥	٣٢,٥	٣	٩٧,٥
الفاصوليا	٦,٠	١١,٥	٤	٤٦,٠
الكرنب	٣٠,٠	٥٧,٥	٣	١٧٢,٥
الكرنب الصينى	-	٥٠,٠	٤	٢٠٠,٠
الخيار	٣٠,٠	٢٥٠,٠	٣	٧٥٠,٠
الباذنجان	٢٠,٠	٢٨,٠	٢	٥٦,٠
الخس[٢]	٥٢,٠	٣١,٣	١٠	٣١٣,٠
الفلفل	١٦,٠	٣٢,٠	٣	٩٦,٠
الطماطم	١٠٠,٠	١٨٧,٥	٢	٣٧٥,٠

(١) الأرقام المبينة هى متوسط إنتاجية هذه المحاصيل فى الحقول المكشوفة بالولايات المتحدة الأمريكية
الهكتار = ١٠٠٠٠ متر مربع = ٢,٣٨ فدان .
(٢) الخس المشار إليه هو من الأصناف الورقية الصغيرة الحجم التى تحصد بعد حوالى خمسة أسابيع من الشتل فى الزراعات المحمية .

وللمقارنة .. أوردنا جدول (٢٠ - ٤) الذى يُبيّن متوسط إنتاجية الخيار والطماطم فى الزراعات المحمية بدولة الإمارات العربية المتحدة ، والذى يبقى فيها المحصول بالأرض مدة أربعة أو خمسة أشهر للخيار والطماطم على التوالى . ويتضح من هذا الجدول أن متوسط إنتاجية الفدان الواحد فى الزراعات المحمية يتراوح من ٥٠ - ٧١ طنًا فى الخيار ، ومن ٤٤ - ٥٢ طنًا فى الطماطم ، وهو بلا شك يزيد كثيرًا عن متوسط إنتاجية هذه المحاصيل فى الحقول المكشوفة (جدول ١ - ١) وقد تعمدنا وضع خط تحت كلمة متوسط حتى تكون المقارنة سليمة ، فلا تبغى مقارنة متوسطات الإنتاج فى أى من طريقتى الزراعة بأرقام الإنتاج القياسية فى الطريقة الأخرى .

جدول (٢٠ - ٤) : إنتاجية الخيار والطماطم فى الزراعات المحمية بدولة الإمارات العربية المتحدة (طن/هكتار) .

المحصول	شركة العين لانتاج الخضروات(أ)		مركز مزيد التجريبى(ب)	
	الموسم الشتوى(جـ)	الموسم الصيفى(د)	الموسم الشتوى(جـ)	الموسم الصيفى(د)
الخيار : الأصناف ذات الثمار الطويلة :	١٧٠	١٥٠	١٥٠(هـ)	أقل قليلا(هـ)
الأصناف ذات الثمار القصيرة من طرز بيت ألفا :	١٤٠	١٢٠		
الطماطم	١٢٥	١٠٥	١١٠	أقل قليلا

(أ) المصدر : إبراهيم (١٩٨٦) .
(ب) المصدر : عواد (١٩٨٦) .
(جـ) يبدأ الموسم الشتوى فى يناير وينتهى فى يونيو .
(د) يبدأ الموسم الصيفى فى يوليو وينتهى فى ديسمبر .
(هـ) متوسط عام للأصناف الطويلة والقصيرة الثمار .

٢٠ - ١ - ٤ : أهمية الزراعة المحمية كوسيلة للتوسع الرأسى فى إنتاج الخضر

قدّر Collins & Jensen (١٩٨٣) المساحة الإجمالية للزراعات المحمية فى الصوبات المجهزة بوسائل التحكم الكامل فى العوامل البيئية على مستوى العالم كله عام ١٩٨٣ بنحو ١٦٠ ألف إيكر (الإيكر يساوى فدانًا تقريبًا) وقد كان معظم هذه المساحة فى اليابان ، وهولندا ، والاتحاد السوفيتى ، ودول أوروبا الشرقية ، وإيطاليا . وغنى عن البيان أن إنتاج الزهور ونباتات الزينة يشغل نسبة جوهرية من هذه المساحة . ويتضح من ذلك التقدير مدى ضآلة مساحات الزراعات المحمية على مستوى العالم . وحتى لو أضيف لذلك التقدير ضعف ذلك الرقم - أى نحو ٣٢٠ ألف فدان - من الزراعات المحمية فى الصوبات البلاستيكية غير المجهزة أو المجهزة جزئيًا - بوسائل التحكم فى العوامل البيئية ، فإن الرقم الإجمالى يبقى أقل من نصف مليون فدان ، وهو لا يشكل سوى نسبة ضئيلة للغاية من إجمالى المساحة المخصصة لإنتاج الخضروات على مستوى العالم . وبذلك .. فإن الزراعات المحمية لم

يكن لها حتى الآن دور بارز فى مجال التوسع الأفقى فى إنتاج الخضر على مستوى العالم ، ولا شك أن ذلك يرجع إلى العاملين التاليين :

١ - عدم مناسبة نظام الزراعة المحمية لإنتاج العديد من الخضروات الهامة ، مثل : الخضر الجذرية ، والدرنية ، والبصلية وغيرها .

٢ - توفر المناخ المناسب والأرض الصالحة لزراعة الخضر فى الحقول المكشوفة فى عدد كبير من دول العالم .

فإذا ما أخذنا هذين العاملين فى الاعتبار ، فإنه يمكن القول بأن الزراعة المحمية يمكن أن تلعب دورًا بارزًا فى مجال التوسع الرأسى فى بعض الخضروات فى بعض الدول . ومن أهم الخضروات التى تحقق نجاحًا كبيرًا فى الزراعات المحمية : الخيار ، والفلفل ، والقاصولياء ، والطماطم . وهى الخضروات التى يمكن القول بأنها تشغل حاليًا الغالبية العظمى من المساحات المزروعة داخل الصوبات . أما أنسب المناطق للتوسع فى الزراعات المحمية ، فهى بلا شك تلك التى لا يتوفر فيها المناخ المناسب أو التربة الصالحة للزراعة ، حيث تقل إنتاجية الخضر فيها كثيرًا فى الزراعات المكشوفة .

أما على مستوى الأفراد أو الشركات ، فإن الزراعة المحمية يمكن أن تحقق عائدًا مجزيًا حتى فى المناطق التى تتوفر فيها الظروف البيئية المناسبة لإنتاج الخضر . فقد رأينا كيف أن إنتاجية الخضر فى الزراعات المحمية تزيد عدة أضعاف عن إنتاجيتها فى الزراعات المكشوفة ، وبذلك يمكن أن تساهم الزراعة المحمية فى مجال التوسع الرأسى فى مجال إنتاج الخضر على مستوى الدولة ، كما يمكن أن تحقق عائدًا اقتصاديًا مجزيًا للمشتغلين بها إذا توفرت لديهم الخبرة اللازمة ، وإذا ما أخذت العوامل التى سبق ذكرها فى الاعتبار . ولا شك أن من أهم الخبرات التى ينبغى توفرها لذلك تلك التى تكون فى مجال التعرف على الآفات ومكافحتها ، لأن بعض الآفات يزيد انتشارها كثيرًا داخل البيوت ، عن الزراعات المكشوفة بسبب ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة النسبية بها أكثر مما فى الجو الخارجى ، لكن ذلك يمكن التغلب عليه بوضع برنامج محكم للوقاية من الآفات قبل إنتشار الإصابة بها . أما القول بأن الزراعات المحمية يمكن أن تتسبب فى انتشار آفات لم تكن معروفة فى الدولة ، فهو قول مردود عليه ، لأن هذه الآفات لا يمكنها الانتشار أصلًا فى الحقول المكشوفة لعدم ملاءمة الظروف البيئية بها ، فضلًا عن أنه ليس ثمة أسهل من رفع غطاء الصوبة لتصبح الظروف البيئية بها جزءًا من البيئة الخلوية التى لا تناسب انتشار هذه الآفات .

هذا . ومن الخطأ الحكم بعدم جدوى الزراعات المحمية فى المناطق ذات الجو المعتدل لمجرد أن الظروف الجوية بها تسمح بالزراعات المكشوفة ، لأن إنتاجية الخضروات فى الصوبات تزيد عدة أضعاف عن إنتاجيتها فى الحقول المكشوفة حتى فى مثل هذه المناطق . ولا يرجع ذلك فقط إلى التربة الرأسية لساقات الخضر فى الزراعات المحمية ، بل يتعداه إلى توفر ظروف مثلى بالبيئة المحيطة بالنبات تجعل الجو السائد أنشط وأغزر ، والمحصول أكبر ، وهو الأمر الذى لا يتحقق فى الزراعات المكشوفة تحت أفضل الظروف للنمو . ويكفى لتوضيح ذلك الفرق مقارنة حجم أوراق نباتات الخيار أو الطماطم فى الزراعات المحمية بتلك التى تكون تحت أفضل الظروف للنمو فى الزراعات المكشوفة . أما على مستوى الدولة ، فإن الزراعة المحمية يمكن أن تساهم فى مجال التوسع الرأسى فى إنتاج

الخضروات ، بشرط أن يكون التوسع فى إنشاء البيوت المحمية فى مناطق الاستصلاح الجديدة ذات الغلة المنخفضة أصلاً ، والتى يمكن مضاعفة إنتاجيتها عدة مرات عن طريق الزراعات المحمية .

٢٠ - ٢ : أنواع البيوت المحمية

يطلق اسم البيوت المحمية أو الصوبات green houses على المنشآت المستخدمة فى زراعة النباتات لحمايتها من الظروف البيئية غير المناسبة ويشترط فى هذه المنشآت أن تكون أسقفها مرتفعة بما يكفى للسير داخلها، وبذلك فإنها تميز عن الأحواض المدفأة والباردة . وتختلف البيوت المحمية فى أشكالها وفى المواد التى يصنع منها هيكلها والأغطية التى تستخدم فيها ، وقد تكون مدفأة أو غير مدفأة ، كما قد تكون مزودة أو غير مزودة بأجهزة التبريد ووسائل التحكم فى نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى جو البيت . هذا هو التعريف المعروف للبيوت المحمية فى الولايات المتحدة ، وهو نفسه التعريف المستخدم فى هذا الكتاب . أما فى أوروبا ، فيطلق اسم glass house على المنشآت التى تدفأ صناعيًا ، واسم green house على المنشآت التى لا تدفأ صناعيًا وتلك التى تدفأ قليلاً .

هذا .. وقد تكون البيوت المحمية مستقلة أو مفردة single ، أى غير متصلة detached ، وقد تكون متصلة connected ببعضها البعض . ويطلق على أى مجموعة من البيوت المحمية المتجاورة ، سواء أكانت متصلة ، أم غير متصلة اسم مجمع بيوت محمية green house range .

٢٠ - ٢ - ١ : الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المفردة

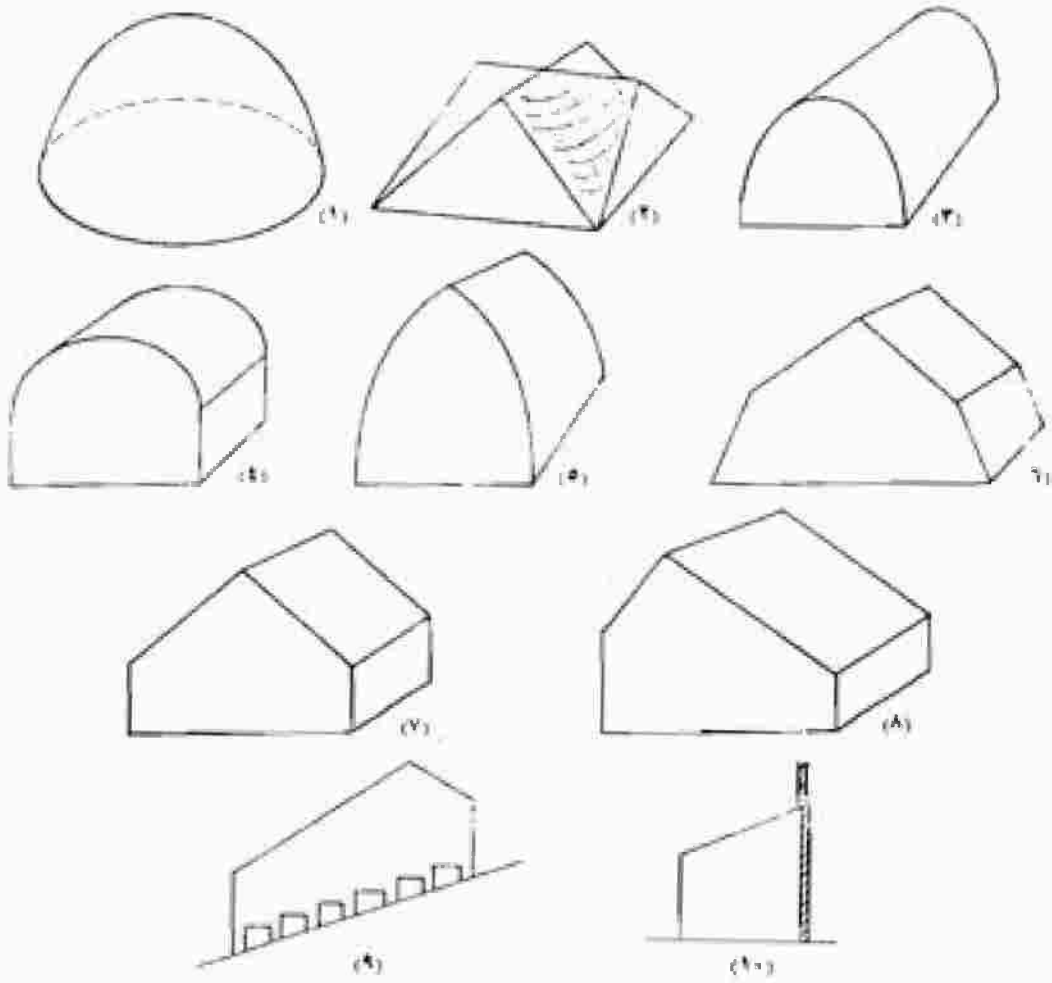
تتعدد الأشكال الهندسية المعروفة للبيوت المحمية بدرجة كبيرة . ويتوقف اختيار الشكل الهندسى المناسب على عدد من العوامل ، منها موقع البيت بالنسبة للمبانى المجاورة ، ومدى استواء أو انحدار الأرض المقام عليها البيت ، وشدة الإضاءة فى الجو الخارجى . هذا .. ويؤثر الشكل الهندسى على نوع الهيكل الذى يصنع منه البيت والأغطية التى تستخدم فيه . ومن أهم الأشكال الهندسية المعروفة للبيوت المحمية مرتبة ترتيبًا تنازليًا حسب درجة نفاذيتها لطاقة الإشعاع الشمسى ما يلى (شكل ٢٠ - ١) :

١ - القبة الكروية spherical dome : وهذا النوع من البيوت المحمية لا يستخدم إلا فى المناطق التى يسودها جو ملبد بالغيوم مع إضاءة شمسية ضعيفة فى معظم أيام السنة ، حيث يسمح هذا التصميم الهندسى بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس . وهو لا يصلح إلا للبيوت المفردة .

٢ - الشكل المكافئ الدورانى الزائدى المقطع Hyperbolic paraboloid : وهو كالسابق يسمح بنفاذ نسبة عالية من أشعة الشمس طوال ساعات النهار ، ويستخدم بصفة خاصة فى المناطق البعيدة عن خط الاستواء ، حيث تقل شدة الإضاءة كثيرًا ، كما لا يستخدم إلا فى البيوت المفردة .

٣ - الشكل النصف أسطوانى Quonset : يستخدم كسابقيه فى البيوت المفردة فقط ، وهو منفذ لقسط كبير من أشعة الشمس خلال معظم ساعات النهار . ويعد هذا الشكل أكثر الأشكال شيوعًا فى البيوت البلاستيكية المفردة .

٤ – الشكل الإهليجي Elliptical أو النصف أسطواني المحور Modified quonset : وهو محور من الشكل السابق ، ويشيع استخدامه عند إقامة مجمع من البيوت الصمية المتصلة ببعضها البعض .



شكل ٢٠ – ١ : الأشكال الهندسية للبيوت الصمية المفردة : ١ – القبة الكروية ٢ – المكافىء الدوراني الزائدي المقطع ٣ – النصف دائري ٤ – الإهليجي أو النصف دائري المحور ٥ – العقد القوطي ٦ – السقف السدي ٧ – الجمالوني المناظر الانحدار ٨ – الجمالوني غير المناظر الانحدار ٩ – الجمالوني غير المناظر الانحدار على منحدر جبل ١٠ – السند إلى مبنى .

٥ – الشكل ذو العقد القوطى Gothic arch : وهو شكل ذو عقد مستدق الرأس .

٦ – الشكل ذو السقف السندى Mansard roof : وهو شكل يكل من جانبيه الطويلين منحدران السفلى منهما أشد انحدارًا من العلوى ، ولا يصلح إلا للبيوت المفردة .

٧ – الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span : وهو يصلح للبيوت الزجاجية والبلاستيكية ، سواء أكانت متصلة أم غير متصلة . ويعد هذا الشكل أكثر الأشكال شيوعًا فى البيوت الزجاجية خاصة .

٨ – الشكل الجمالونى غير المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable uneven span : وفيه يكون أحد جانبى السقف أطول من الجانب الآخر . وهو يصلح للبيوت الزجاجية والبلاستيكية ، سواء أكانت متصلة أم غير متصلة ، لكن لا يشيع استخدامه إلا فى البيوت المقامة على جوانب التلال ، حيث يكون السقف المائل العريض مواجهًا لأشعة الشمس للسماح بنفاذ أكبر قدر من الطاقة الضوئية لتحسين الإضاءة والتدفئة .

٩ – الشكل المستند إلى مبنى Lean-to : يكون هذا النوع من البيوت ملاصقًا لمبنى ، ويكون السقف فيه منحدرًا نحو جانب واحد فقط هو الجانب المواجه للشمس ، ويكون عادة صغيرًا ، ويستخدم غالبًا فى إنتاج الشتلات (Mastalerz ١٩٧٧) .

٢٠ – ٢ – ٢ : الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المتصلة

تتكون البيوت المحمية المتصلة connected houses أو multi-span من سلسلة من البيوت المتلاصقة دون وجود فواصل رأسية أو جدران بين بعضها البعض . ويوجد من هذا النوع من البيوت شكلان رئيسيان هما :

١ – شكل المرتفعات والأخاديد أو الخطوط والقنوات Ridge and furrow : ويتكون هذا النوع من البيوت من مجموعة من الصوبات المتجاورة من الشكل النصف اسطوانى المطوّر Modified quonset بالنسبة للبيوت البلاستيكية غالبًا (شكل ٢٠ – ٢) ، أو الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span بالنسبة للبيوت الزجاجية غالبًا (شكل ٢٠ – ٣) .

٢ – شكل سن المنشار saw tooth : يتكون هذا النوع من البيوت من مجموعة من الصوبات المتجاورة من الشكل الجمالونى غير المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable uneven span ، ويستخدم غالبًا فى البيوت الزجاجية .

هذا .. ويسمح نظام البيوت المحمية المتصلة بزيادة المساحة الداخلية للبيت ، وهو الأمر الذى يخفض من تكاليف العمليات الزراعية ، لأنه يسمح بالميكنة ، كما أنه يقلل من فقد حرارة التدفئة ، نظرًا لصغر مساحة جدران البيت المعرضة للجو الخارجى ، لكن يعاب على مثل هذا النوع من البيوت زيادة المخاطر الناشئة عن الإصابات المرضية ، أو تلك التى تحدث عند تلف الغطاء البلاستيكى أو الزجاجى للبيت ، أو تعطل أجهزة التدفئة أو التبريد ، دون أن ينتبه المشرفون على البيت إلى ذلك فى الوقت المناسب (Boodley ١٩٨١) .

شكل ٢٠ - ٢ : تجمع من البيوت المحمية المتصلة بنظام الخطوط والقنوات ، والمكون من وحدات من الشكل النصف دائرى المقوس ذات سقف غير تام الاستدارة .

٢٠ - ٢ - ٣ : تقسيم البيوت المحمية حسب مادة الغطاء

تقسم البيوت المحمية حسب مادة الغطاء إلى نوعين رئيسيين :

١ - البيوت الزجاجية Glass houses : تستخدم فى إنشائها هياكل من الخشب أو الحديد أو الألومنيوم ، وتغطى بالزجاج . وهى قد تكون :

(أ) بيوت بسيطة مفردة

(ب) تجمع من البيوت المتصلة

شكل ٢٠ - ٣ : نموذجان من البيوت المحمية المتصلة بنظام الخطوط والقنوات ، والمكونة من وحدات من الشكل الحمالوني المناظر الأحدار على جانبي السقف .

بلغت المساحة المزروعة في هذه الصوبة ٢٧٠ م٢ ، بينما لم تشغل الصوبة نفسها سوى مساحة ٣٦ م٢ ، وبلغ ارتفاعها ٢٢.٥ م ، وصمم بداخلها ١٢٥ حوضًا صغيرًا بأبعاد ٢.٤ × ٠.٥ م متصلة معًا كسلسلة ، كل حوض منها مرتفع قليلًا عن الآخر ، وتتحرك كالسلالم المتحركة ، وتتم دورة كاملة في البرج خلال ساعة تقريبًا . وأثناء تحركها تتعرض النباتات للضوء من كل الجهات وبنفس الدرجة ، فتكون متجانسة في النمو . هذا .. وتلزم في هذا النوع من الصوبات بعض الإضاءة الصناعية في حالة إنتاج النباتات التي تحتاج لإضاءة قوية .

وقد أقيم بالفعل عدد من هذه الصوبات فى انجلترا ، وألمانيا ، والنرويج ، والسويد ، وسويسرا ، وبولندا ، وكندا (Nelson ١٩٧٨) .

٢ – البيوت البلاستيكية Plastic houses : تستخدم فى إنشاء هذا النوع من البيوت هياكل من الخشب ، أو الألومنيوم ، أو مواسير المياه المجلفنة ، وتغطى بالبلاستيك ، لكن يتوقف نوع الهيكل على نوع الغطاء البلاستيكى المستخدم . فالهيكل الخشبى لا يستخدم إلا حيث يتوفر الخشب بأسعار زهيدة . وهذه تغطى بأى نوع من البلاستيك . ويستعمل هيكل الألومنيوم غالبًا مع الأغطية المصنوعة من مادة الليف الزجاجى المدعوم بالبلاستيك Fiberglass reinforced plastic . أما هياكل المواسير المجلفنة ، فإنها لا تستخدم عادة إلا مع الأغطية البلاستيكية التى يسهل تشكيلها ، مثل شرائح البولثيلين ، والبولى فينيل كلورايد .

هذا وتوجد من البيوت البلاستيكية الأنواع التالية :

(أ) بيوت بسيطة مفرده : وهذه تكون غالبًا بشكل نصف اسطوانى Quonset ، أو بشكل إهليجى ، أو نصف اسطوانى مُحوّر Modified quonset ، لكن يوجد منها بعض الأنواع الأخرى التى سبقت الإشارة إليها فى الجزء (٢٠ – ٢ – ١) .

(ب) مجمع من البيوت المتصلة

(جـ) بيوت بلاستيكية مدعومة بالهواء Air-supported plastic houses أو باختصار Air bubbles : يعتمد رفع الغطاء البلاستيكى فى هذا النوع من البيوت على الهواء المضغوط ، وهى قليلة الانتشار وأهم مميزاتها عدم الحاجة إلى هيكل لحمل الغطاء البلاستيكى ، لكن لا تخفى الأخطار المترتبة على توقف التيار الكهربائى ، كما أنها لا تناسب إنتاج الخضر التى ترتى رأسيًا ، كالخيار ، والطماطم . إلا إذا أقيمت دعائم خاصة لها ، وهو الأمر الذى يقلل من أهمية الميزة الرئيسية لهذا النوع من البيوت .

مقارنة بين البيوت الزجاجية والبيوت البلاستيكية

تتميز البيوت الزجاجية بأنها أقل تأثرًا بالرياح من البيوت البلاستيكية ، وبأنها تحتفظ بالحرارة المشعة من أرض البيت ليلًا ، بينما يسمح البولثيلين بنفاذ نسبة كبيرة منها . ويقابل ذلك تميز البيوت البلاستيكية عن الزجاجية بما يلى :

١ – تبلغ تكاليف إقامة البيت البلاستيكى نحو عُشر تكاليف إقامة بيت زجاجى ذى مساحة مماثلة .

٢ – يمكن تشكيل هيكل البيت البلاستيكى ليكون ذا مقطع نصف دائرى Quonset يسمح بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس ، بينما لا يمكن تحقيق ذلك فى البيوت الزجاجية .

٣ – من السهل نقل البيوت البلاستيكية من مكانها لعمل دورة زراعية ، ولتجنب تكاليف التعقيم .

٤ – الهيكل المستخدم فى البيوت البلاستيكية بسيط ، ولا يحجب جزءًا كبيرًا من أشعة الشمس ، كما فى هياكل البيوت الزجاجية .

٥ – تكون البيوت البلاستيكية محكمة الغلق ، بينما تسمح نقط اتصال ألواح الزجاج فى البيوت الزجاجية بتسرب الهواء الدافىء أو دخول الهواء البارد .

٦ – تحتاج البيوت الزجاجية إلى صيانة مستمرة بعد إنشائها ، بينما لا تحتاج البيوت البلاستيكية لأكثر من تغيير البلاستيك بعد انقضاء مدة صلاحيته .

٧ – ترتفع درجة حرارة البيت البلاستيكى صيفًا بسرعة أقل مما يحدث فى البيوت الزجاجية (عبد الهادى ١٩٧٨) .

٢٠ – ٣ : إنشاء وتصميم البيوت المحمية

٢٠ – ٣ – ١ : الشروط العامة التى تجب مراعاتها عند إنشاء البيوت المحمية

تجب مراعاة عدد من الشروط العامة عند إنشاء البيوت المحمية . وهذه الشروط هى كما يلى :

اختيار الموقع المناسب لإقامة البيوت

من أهم العوامل التى تجب مراعاتها عند اختيار الموقع المناسب لإقامة البيوت المحمية ما يلى :

١ – الاستفادة بقدر الإمكان من مصدات الرياح الموفرة ، مع مراعاة عدم تظليل الصوبات بالأشجار العالية أو بالمبانى المجاورة .

٢ – أن يسمح الموقع بوصول سيارات النقل لتوصيل الوقود أو نقل المحصول .

٣ – أن يتوفر بالموقع مصدر جيد لماء الرى تقل فيه الأملاح .

٤ – أن يكون الصرف جيدًا بالأرض التى تقام عليها الصوبات ، وتفضل الأراضى الطمية والرملية الطمية .

٥ – أن يسمح الموقع باحتمالات التوسع مستقبلاً .

٦ – أن تتوفر الأيدى العاملة بالمنطقة (Sheldrake ١٩٦٩) .

إقامة مصدات الرياح

تعتبر مصدات الرياح ضرورة حتمية عند إنشاء البيوت المحمية (يراجع الجزء ١٩ – ٣) . وفى حالة عدم توفر مصدات الرياح الشجرية ، فإنه يمكن استبدالها – ولو مؤقتًا – بمصدات رياح من شباك البولثلين النفاذ للهواء بنسبة ٥٠٪ ، حتى لا يتسبب فى إحداث تقلبات هوائية . ويفيد هذا النوع من الشباك فى إبطاء سرعة الرياح بمقدار ٦٠٪ على امتداد مسافة تبلغ خمسة أضعاف ارتفاع الشباك ، وبمقدار ٢٠٪ على امتداد مسافة تصل إلى عشرين ضعف ارتفاع الشباك .

هذا .. ويجب أن يكون ارتفاع شباك مصدات الرياح متناسبًا مع ارتفاع البيوت . ويكفى للبيوت البلاستيكية استخدام مصدات بارتفاع ١٨٠ – ٢٤٠ سم ، نظرًا لأنها تعمل على رفع الهواء لأعلى قليلاً (Ason ١٩٨٠) .

اختيار الاتجاه المناسب للبيوت

عندما تكون البيوت المحمية مستطيلة الشكل – وتلك هي الغالبية العظمى من البيوت – فإن اتجاه البيت يجب أن يحدد ، بحيث يسمح بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس . وأفضل اتجاه لجميع أنواع البيوت المفردة والمتصلة وفى جميع المناطق وجميع مواسم الزراعة – باستثناء واحد فقط – هو الاتجاه الشمال الجنوبى . فذلك الاتجاه يسمح بوصول أشعة الشمس من جانبى البيت الطويلين (الشرق والغرب) طوال ساعات النهار ، كما يسمح ذلك الوضع بتحرك ظل السقف وفتحات التهوية العلوية فى جميع أنحاء البيت أثناء النهار . أما الاستثناء الوحيد لهذه القاعدة ، فهو بالنسبة للبيوت المفردة التى تستخدم فى الزراعة شتاءً فى المناطق التى تبعد عن خط الاستواء بأكثر من ٤٠° من درجات خطوط العرض . فتحت هذه الظروف يجب أن يكون اتجاه البيت شرقيًا – غربيًا ، حتى يسمح بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس التى تصل للأرض شتاءً فى هذه المناطق بزاوية منخفضة (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

هذا .. ويبين جدول (٢٠ – ٥) نسبة الضوء النافذ إلى داخل البيت فى منتصف فصل الصيف ، وفى منتصف فصل الشتاء على خط عرض ٥٠° شمالًا . ويتضح من الجدول أن اتجاه البيت ليس له تأثير كبير على نسبة الضوء النافذ صيفًا فى هذه المناطق . أما فى الزراعات الشتوية ، فإن اتجاه البيت يجب أن يكون شرقيًا – غربيًا ، حتى يسمح بنفاذ نسبة عالية من أشعة الشمس التى تسقط على الأرض فى ذلك الوقت بزاوية منخفضة كثيرًا جدًا .

جدول (٢٠ – ٥) : تأثير اتجاه البيت على نسبة الضوء النافذ صيفًا وشتاءً عند خط عرض ٥٠ شمالًا .

اتجاه البيت	نسبة الضوء النافذ	
	فى منتصف الصيف	فى منتصف الشتاء
شمال – جنوب	٦٤	٤٨
شرق – غرب	٦٦	٧١

إعداد موقع البيت

من الضرورى تسوية الأرض جيدًا قبل الشروع فى إنشاء البيت مع عمل جميع توصيلات الرى والصرف والكهرباء ، وكذلك توصيلات البخار فى حالة التخطيط لاستخدام البخار فى عمليات التعقيم .

كما يجب مراعاة توسيع مساحة الصوبة قدر المستطاع لتحقيق أكبر استفادة ممكنة من المدفأة ومروحة التهوية ، وهما أكبر الأجهزة تكلفة ، وبذلك تقل تكاليف الإنشاء بالنسبة للمتر المربع .

المواصفات العامة التى تجب مراعاتها عند إنشاء البيوت المحمية

تجب مراعاة المواصفات العامة التالية عند القيام بإنشاء البيوت المحمية :

١ - إذا كانت البيوت متلاصقة ، فيجب أن يكون سقفها بميل يسمح بتصريف ماء المطر .

٢ - إذا كانت البيوت فى منطقة تكثر فيها الثلوج ، فيجب أن يكون غطاؤها وهيكلها قادرين على تحمل ثقل الثلوج قبل ذوبانها ، أو أن يتبع نظام البيوت المفردة غير المتلاصقة ، مع ترك مسافة مترين بين البيوت المتجاورة لتتجمع فيها الثلوج .

٣ - يتراوح عرض البيت الواحد عادة من ٣,٦ إلى ٢٤ مترًا ، أما الطول فيتوقف على رغبة المزارع ، لكن يحسن عدم زيادته عن ٦٠ مترًا ، حتى لا يضيع وقت العمال فى التنقل داخل البيت .

٤ - يجب أن يكون باب الصوبة واسعًا بقدر الإمكان ليسمح بدخول الجرارات والآليات الصغيرة لإعداد أرض البيت ، وسيارات الشحن الصغيرة لنقل المحصول . ويفضل أن يكون عرض الباب حوالى ٢٧٠ سم .

٥ - يتوقف التصميم والهيكل المناسبين للبيت على نوع الغطاء المستخدم فيلزم التفكير فى ذلك الأمر أولًا ، علمًا بأن الأغطية الزجاجية لا تصلح للمناطق التى يكثر فيها البَرَدُ ، ولا تناسب المناطق الحارة ، نظرًا لارتفاع تكلفتها الإنشائية دون أن تحقق مزايا خاصة على البيوت البلاستيكية فى هذه المناطق .

٦ - فى حالة إنشاء مجمع من البيوت المحمية green house range يجب أن تكون مبانى الإدارة والمخازن والثلاجات وأماكن إعداد بيئات الزراعة وعمليات الخدمة العامة فى موقع متوسط يسهل الوصول منه إلى جميع البيوت .

٢٠ - ٣ - ٢ : إنشاء البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس

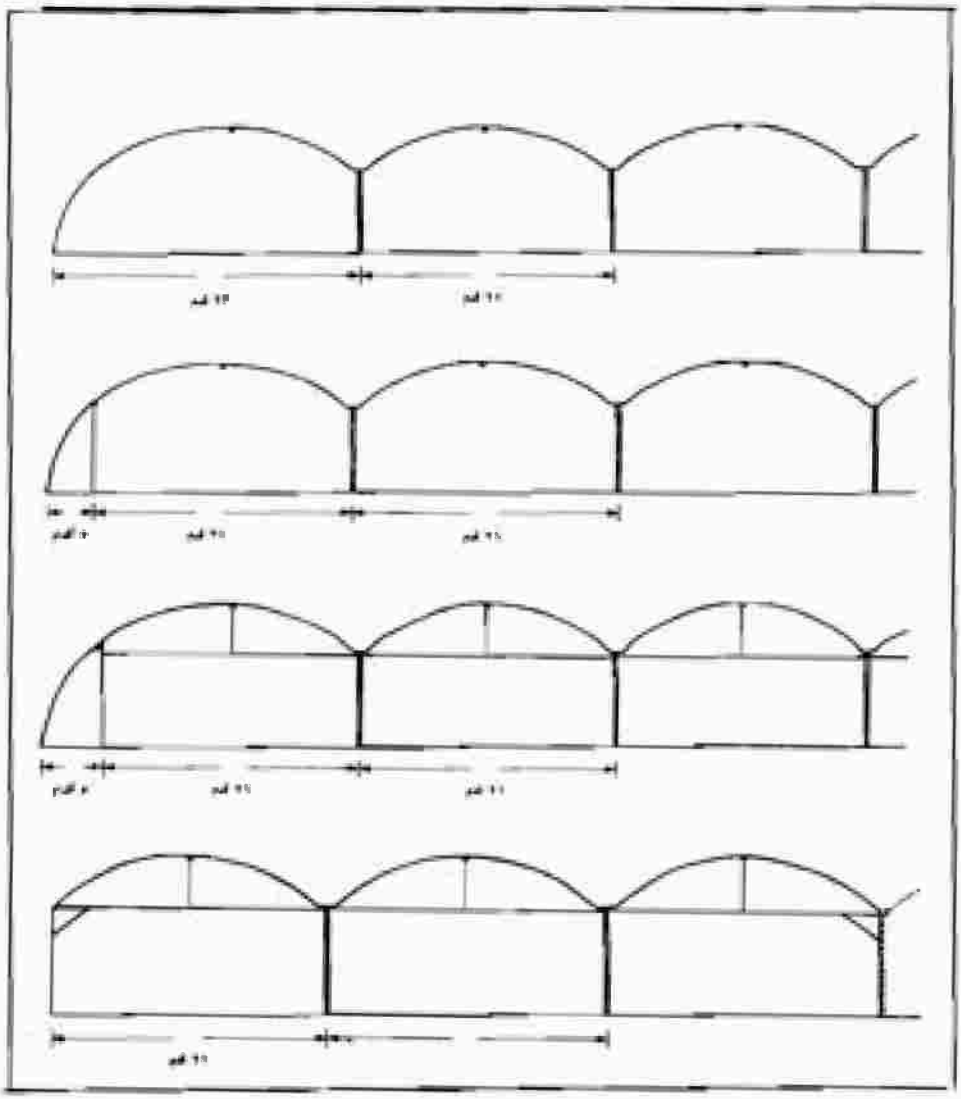
إن إنشاء البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس (أى البيوت المغطاة بالزجاج الليفى المدعم بالبلاستيك Fiberglass reinforced plastic) أصبح صناعة متقدمة تقوم بها شركات كبيرة متخصصة يصعب على منتج الخضر العادى استيعابها ، نظرًا لاعتمادها على قواعد هندسية لا تدخل ضمن اختصاصه . ولهذا .. فإن الخطوات التفصيلية لإنشاء مثل هذه البيوت لا يمكن أن يتضمنها كتاب كهذا يهتم فى المقام الأول بالزراعة وعمليات الخدمة ، واستجابات النباتات لمختلف المؤثرات البيئية ، لكن هذه التفاصيل الإنشائية يمكن الإطلاع عليها بالنسبة لمختلف أنواع البيوت فى المصادر التالية :

١ - المراجع المتخصصة مثل : Mastalerz (١٩٧٧) و Hanan وآخرون (١٩٧٨) و Boodley (١٩٨١) و Nelson (١٩٨٥) .

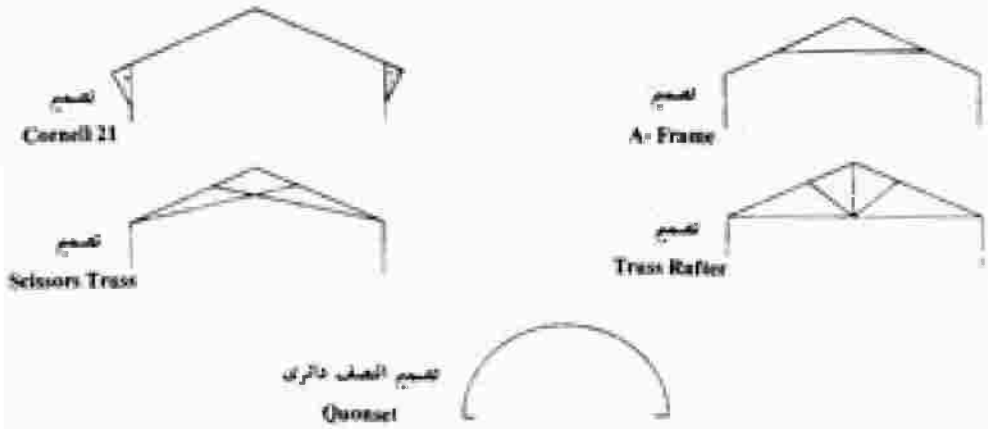
٢ - النشرات والمجلات التى تصدرها الشركات المتخصصة ، علمًا بأن الشركات ترحب عادة بالاستفسارات التى تصلها فى هذا الشأن .

وسنكتفى فى هذا الجزء بتقديم بعض الرسوم التخطيطية التى توضح طريقة إقامة الهيكل فى بعض أنواع البيوت المحمية . فيبين شكل (٢٠ - ٤) مقاطع فى تصاميم مختلفة من بيوت كبيرة على شكل

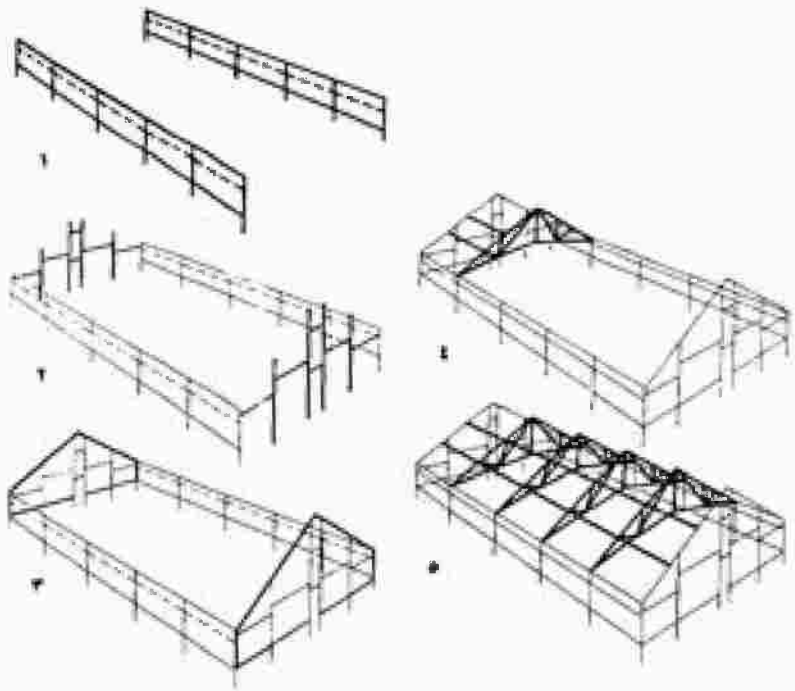
الخطوط والقنوات ذات الأسقف المنحنية Curved ridge and furrow تتكون وحداتها من عدد من البيوت الصغيرة بالشكل المعدل أسطوانى الفور Modified quonset وتصلح هذه التصميمات لكل من بيوت الفيرجلاس والبيوت البلاستيكية (شركة Fordingbridge Engineering – إنجلترا) . ويبين شكل (٢٠ – ٥) مقطعًا للهيكل فى بعض أنواع البيوت ، وكيفية توفير الدعم اللازم لسقف البيت . أما شكل (٢٠ – ٦) ، فيبين خطوات إقامة الهيكل لبيت من الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span .



شكل ٢٠ – ٤ : مقاطع فى تصميمات مختلفة لمجمعات من البيوت على شكل الخطوط والقنوات تتكون من وحدات ذات أسقف منحنية تصلح للتغطية بالبلاستيك أو بالفيرجلاس .



شكل ٢٠ – ٥ : مقاطع للهيكل فى بعض أنواع البيوت تبين كيفية توفير الدعم اللازم للسقف

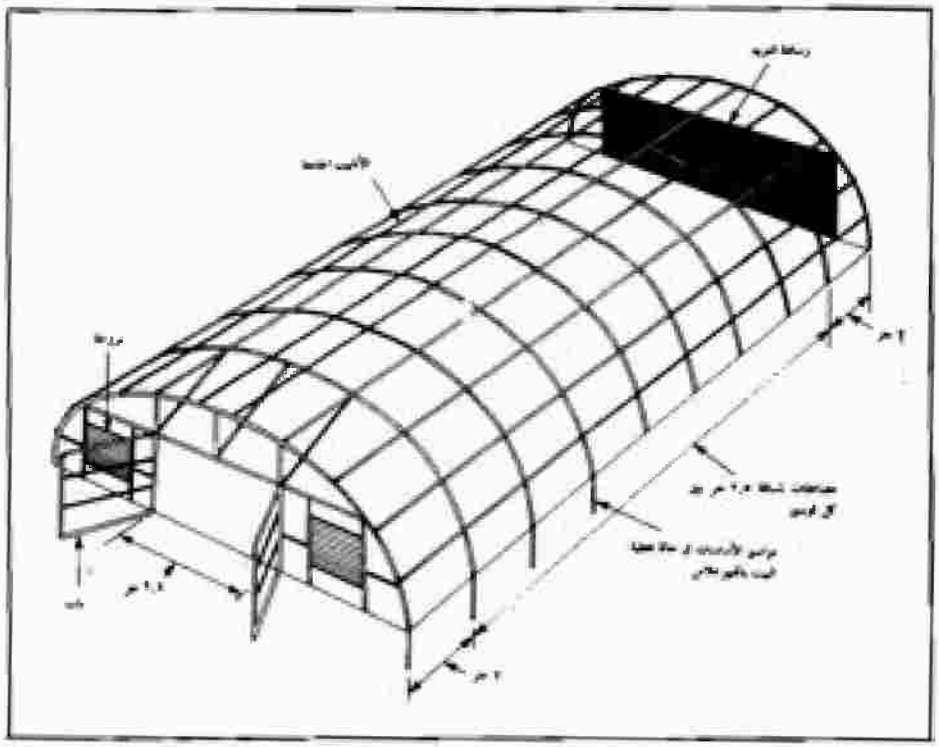


شكل ٢٠ – ٦ : خطوات إقامة الهيكل ليت من الشكل الجمالونى المتناظر الأنحدار على جانبى السقف .

٢٠ - ٣ - ٣ : إنشاء البيوت البلاستيكية

حققت البيوت البلاستيكية نجاحًا كبيرًا فى مجال الزراعة المحمية فى كل من المناطق الحارة والمناطق المعتدلة البرودة ، ونذكر من هذه المناطق - على سبيل المثال - دول الخليج العربى ، وشمال أفريقيا ، والمناطق المطلة على البحر الأبيض المتوسط من دول جنوب أوروبا - وكما حدث مع البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس فإن بعض أنواع البيوت البلاستيكية قد قطعت شوطًا متقدمًا فى مجال التصميم الهندسى ، الأمر الذى لا يمكن تفصيله فى هذا الكتاب ، لكن يمكن الاطلاع على ذلك الأمر فى المصادر التى سبقت الإشارة إليها فى القسم (٢٠ - ٣ - ٢) ، وبصفة خاصة فى نشرات وعجالات الشركات المتخصصة ، لأن المراجع العلمية التى سبقت الإشارة إليها تهتم أساسًا بالبيوت الزجاجية التى تصلح للمناطق الباردة التى صدرت فيها هذه المراجع .

هذا .. وبرغم تعدد أشكال وأنواع البيوت البلاستيكية ، فإن هيكلها العام يبقى ثابتًا إلى حد كبير ، حيث يتكون أساسًا من أقواس نصف دائرية من أنابيب المياه المجلفنة ويزيد قطر الأنابيب المستخدمة بزيادة عرض البيت وارتفاعه ، وتصاحب ذلك زيادة فى تكاليف إنشاء البيت . ويبين شكل (٢٠ - ٧) تخطيطًا لهيكل بيت بلاستيكى مُنَرَّد بعرض يبلغ سبعة أمتار ، وبطول يمكن أن يمتد حتى ٤٠ مترًا .



شكل ٢٠ - ٧ : تخطيط لهيكل بيت بلاستيكى مُنَرَّد بعرض سبعة أمتار ، وبطول يمكن أن يمتد حتى أربعين مترًا .

وسنتناول فيما يلي شرحًا لطريقة إنشاء كل من البيوت البلاستيكية المفردة والأنفاق الاقتصادية .

البيوت البلاستيكية المفردة

تتعدد أنواع البيوت البلاستيكية المفردة كما تتعدد الشركات المُصنعة لها ، ومعظمها شركات فرنسية ، وإنجليزية ، وهولندية . وتستخدم في صنع البيوت الكبيرة مواسير مجلفنة تكون غالبًا بقطر ٦ سم . ويتكون كل قوس من عدد من الأجزاء التي تربطها ببعضها البعض ، وبمواسير أخرى رابطة أفقية تمتد بين الأقواس بواسطة وصلات خاصة تقوم هذه الشركات بتصنيعها هذا .. وتتراوح أبعاد هذه البيوت غالبًا من ٦ – ٩ أمتار عرضًا ، ومن ٥٤ – ٦٦ مترًا طولًا ، بينما يتراوح ارتفاعها من ٢,٧٥ إلى ٣,٥٠ مترًا . وتتوفر بهذه البيوت عادة روافع لفتح وغلق فتحات خاصة للتحكم في التهوية . ومن أمثلة البيوت التي نجح استعمالها في بعض الدول العربية : الفيليكلير Filclair ، والفورنير Fornier والريان ، والفيراري إمبكس Firari Impex ، والراشيل . وكلها فرنسية ، والدالسم Dalsem الهولندية ، والروبنسون الإنجليزية (مديرية البحث والإرشاد الزراعي – وزارة الزراعة – المملكة الأردنية الهاشمية ١٩٨٣) .

هذا .. ويعطي مركز كنزل البحثي وصفًا تفصيليًا لطريقة إنشاء البيوت البلاستيكية المفردة الكبيرة المستخدمة في أيرلندا (Aeon ١٩٨٠) .

وفي المناطق التي تتوفر فيها الأخشاب بأسعار زهيدة يصنع هيكل البيت البلاستيكي من الخشب . ويعطي Sheldrake (١٩٦٩) تفاصيل طريقة إنشاء صوبة من هذا النوع .

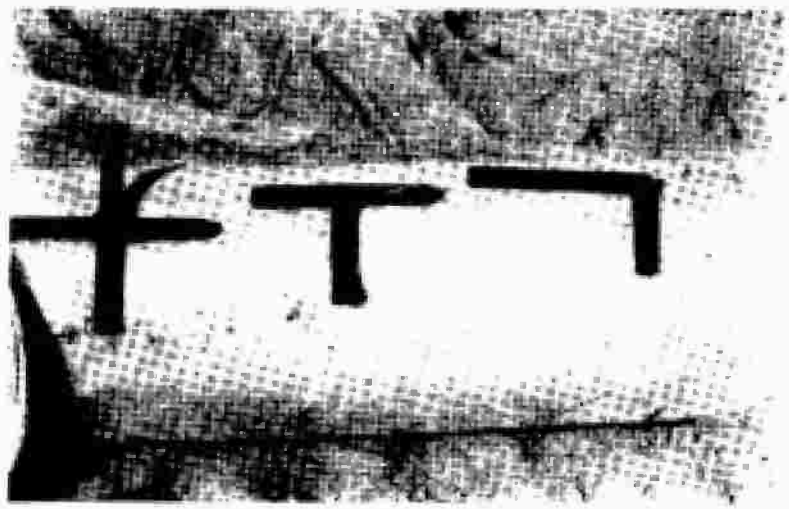
وسنتناول بالشرح المفصل طريقة إنشاء نوع من البيوت البلاستيكية المفردة يشيع استخدامه في دولة الإمارات العربية المتحدة . وتبلغ أبعاد البيت ٦ أمتار عرضًا ، و ٣٦ مترًا طولًا ، ويكون بارتفاع ٢,٧ مترًا . وتستعمل في هذا النوع من البيوت أنابيب مياه مجلفنة يبلغ قطرها الداخلي $\frac{3}{4}$ بوصة . وتباع هذه الأنابيب بطول قياسي يبلغ ستة أمتار ، ويلزم منها لإقامة البيت الواحد عدد ٧٥ أنبوبة .

يتم ربط الأنابيب ببعضها البعض بواسطة وصلات حديدية بقطر ٢١ ملليمتر تُصنع على شكل علامة (+) وحروف (T و L) ، ويلزم منها على التوالي عدد ٥١ ، ٤٠ ، ٤ وصلة للبيت الواحد يتم تصنيعها باستخدام ثلاثة أسياخ من حديد التسليح بالقطر المطلوب (شكل ٢٠ – ٨).

هذا .. ويتم تقطيع المواسير المجلفنة بحيث يتحصل من الـ ٧٥ أنبوبة الكاملة على ٧٦ أنبوبة بطول ٢,٣ مترًا و ٩٠ أنبوبة بطول ٢ متر ، كما يتم ثني جميع الأنابيب التي بطول ٢,٣ مترًا ، بحيث يشكل كل أربعة منها نصف دائرة بقطر ٦ أمتار .

تتم بعد ذلك إقامة هيكل البيت الذي لا يستغرق عادة أكثر من نصف ساعة إلى ساعة . يتكون هيكل البيت من ١٩ قوسًا بشكل نصف دائري يبعد كل منهما عن الآخر بمسافة مترين ، وبذلك يكون طول البيت ٣٦ مترًا . يتكون كل قوس من أربعة أنابيب مجلفنة بطول ٢,٣ مترًا لكل منها ، أي يلزم لذلك ٧٦ أنبوبة ، وهو العدد الذي سبق تصنيعه . تربط الأنابيب المكونة للقوس الواحد معًا ومع قطع المواسير التي يبلغ طولها ٢ متر ، والتي يتم تثبيتها بين الأقواس بواسطة الوصلات التي على شكل (+) ، ويلزم لذلك عدد ١٧ (الأقواس الداخلية) × ٣ (عدد الوصلات بالقوس

الواحد) = ٥١ وصلة بشكل (+) . كما يستعمل في هذه العملية عدد ١٨ × ٣ = ٥٤ أنبوبة بطول ٢ متر ، أما باقي الأنابيب – وعددها ٣٦ أنبوبة – فإنها تستخدم في ربط أطراف الأقواس ، وتكون مدفونة في التربة على عمق نحو نصف متر . ويتم ربط الأنابيب بأطراف الأقواس بواسطة الوصلات التي على شكل حرف (T) ، حيث يلزم منها عدد ١٧ × ٢ = ٣٤ وصلة ، أما المتبقي من هذا النوع من الوصلات (وعددها ستة) فيستخدم في ربط الأقواس الطرفية معًا ومع الأنابيب الممتدة بطول البيت أعلى سطح التربة . ولا يتبقى من الأجزاء التي سبق تصنيعها قبل ذلك سوى أربع وصلات على شكل حرف (L) ، وهذه تستخدم في ربط نهايات الأقواس الطرفية بالأنابيب الأفقية الممتدة بين الأقواس تحت سطح التربة .



شكل ٢٠ – ٨ : وصلات من أسياخ حديد الصلب بقطر ٢١ ملليمتر على شكل حرف T ، L وعلامة + تستخدم لوصل الأنابيب المجلفنة بقطر $\frac{3}{4}$ بوصة المستخدمة في إقامة هيكل بيت بلاستيكي مقبب .

هذا .. وتبدأ إقامة الهيكل عادة من أحد جانبيه بإقامة القوس الأول ، ثم إيصاله بالمواسير الأفقية ، وهذه يتم ربطها بالقوس الثاني ، وهكذا حتى القوس الأخير . وبعد إقامة الهيكل يتم مد أسلاك مجلفنة أعلى خطوط الزراعة وعلى مستوى الأقواس مع ربطها بالأقواس بسلك رفيع .

ويحتاج هذا البيت إلى لفة وربع من البلاستيك بعرض ٩,٢٥ مترًا ، وبطول ٤٠ مترًا . ويستخدم عادة بلاستيك بسمك ١٥٠ ميكرون ، ومقاوم للأشعة فوق البنفسجية . ويراعى قبل وضع البلاستيك خلو الهيكل من أية أجسام معدنية خشنة أو مدببة ، أو أية نتوءات بالهيكل ، أو أية أسلاك خارجة ، حتى لا يؤدى ذلك إلى تمزيق البلاستيك .

ويثبت البلاستيك على الهيكل المعدني بعد تقطيعه إلى أجزاء بطول كل منها حوالي ١٠ – ١١ متر . تُشد كل قطعة جيدًا على الهيكل ، وتدفن نهايتاها المتداليتان على جانبي الهيكل تحت الأرض ، وذلك لتثبيتها وضمان بقائها مشدودة . ويلزم عادة تسع من هذه القطع البلاستيكية تثبت متجاورة ومتداخلة مع بعضها البعض لمسافة ٣٠ سم .

هذا .. ويوصى بطلي الأسلاك والأنابيب الملفوفة الملامسة للبلاستيك بدهان عاكس للضوء لتقليل الأثر الضار لارتفاع درجة الحرارة الذي قد يؤدي إلى احتراق البلاستيك عند نقطة التلامس (وزارة الزراعة والثروة السمكية – دولة الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢) .

الأنفاق البلاستيكية الاقتصادية

تعتبر الأنفاق الاقتصادية economic tunnels – أو الأنفاق التي يمكن السير بداخلها walking tunnels – أرخص أنواع البيوت البلاستيكية ، ويبلغ عرضها عادة نحو أربعة أمتار . أما طولها ، فيمكن أن يتراوح من ٢٠ إلى ٤٦ مترًا ، لكن يفضل عدم زيادته عن ٤٠ مترًا .

ويتألف الهيكل الأساسي لهذه البيوت من أنابيب مجلفنة قطرها الداخلي نصف بوصة . وتجمع هذه الأنابيب معًا بواسطة سلك قوي مقاس (١٠) . ويناسب هذا النوع من الأنفاق زراعة الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان ، والفاصوليا ، والكوسة ، والشليك ، والخس .

ويمكن التحكم في ارتفاع هذا النوع من البيوت باستخدام أنابيب طويلة للأساسات ، مع ترك جزء كبير منها أعلى سطح التربة ، وبذلك تتوفر نهايتا الأقواس لتضاف إلى ارتفاع البيت .

وتستعمل لتغطية هذه البيوت قطعة واحدة من البلاستيك بطول ٥٠ مترًا ، وبعرض ٧,٢ مترًا ، وبسمك ١٢٥ ميكرون . ويوضح جدول (٢٠ – ٦) المواد اللازمة لبناء بيت من هذا النوع بعرض ٤ أمتار ، وطول ٤٦ مترًا .

جدول (٢٠ – ٦) : المواد اللازمة لبناء بيت بلاستيكي اقتصادي بعرض ٤ أمتار ، وطوله ٤٦ مترًا .

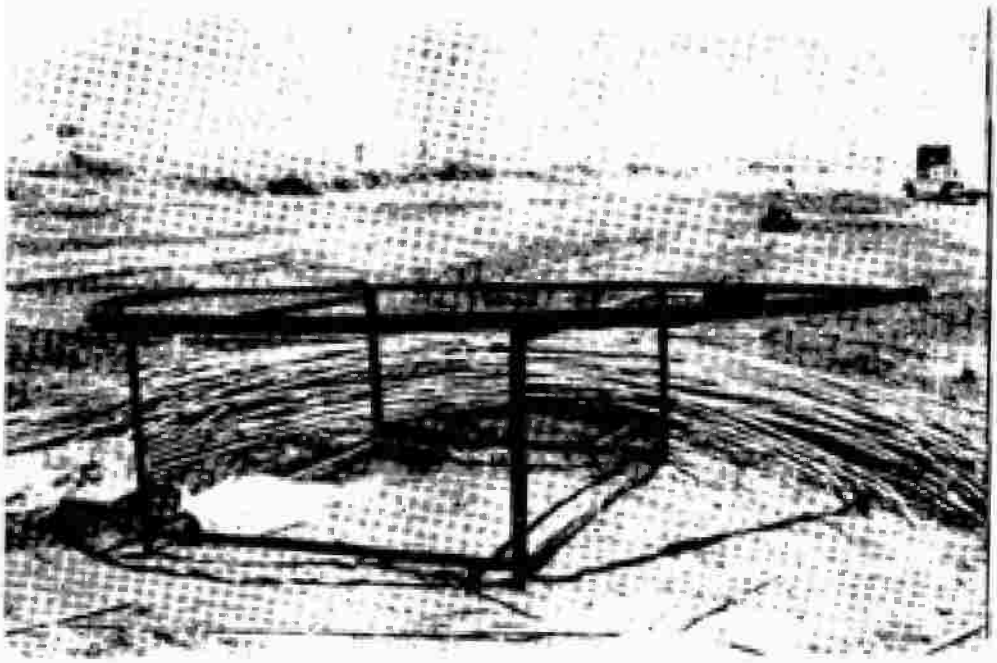
المادة المستعملة	العدد اللازم
غشاء بولثيلين ٥٠ م × ٧,٥ متر ، وبسمك ١٢٥ ميكرون	١
أنابيب مجلفنة بقطر داخلي نصف بوصة ، وطول ٦ متر	٢٨
أنبوب جامع بقطر داخلي نصف بوصة ، وطول ١,٥ متر	٢٧
أنابيب مقوية ضد الريح بقطر نصف بوصة ، وطول ٢,١ متر	٨
أنابيب الأساسات بقطر بوصة ، وطول ٧٥ سم	٥٦
سلك نمرة ١٠ لربط الأقواس	١٣٠ متر

هذا وتتبع الخطوات التالية عند إقامة البيت :

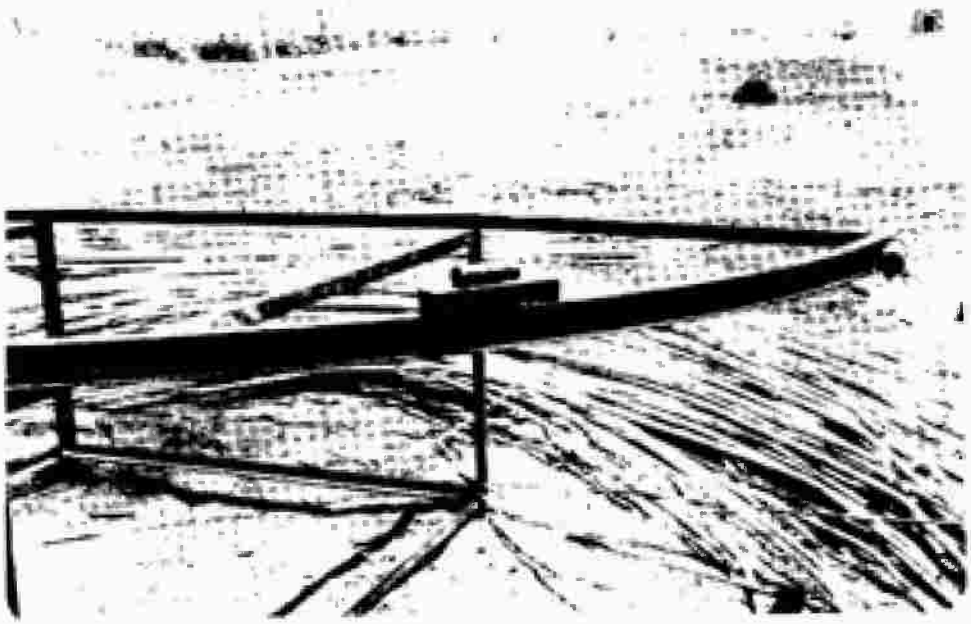
١ – تحدد الزوايا القائمة للبيت في أركان مستطيل بعرض ٤ أمتار ، وبطول ٤٠ مترًا ، وتتم ذلك بتحديد أحد جانبي البيت بطول ٤ أمتار ، ثم تقام عليه الزوايا القائمة لتحديد موقع الجانبين

الطولين للبيت . ويمكن رسم الزوايا القائمة لأركان البيت بسهولة إذا استخدم خيط بطول خمسة أمتار ليكون مثلثا قائم الزاوية (عند ركن البيت) طول ضلعيه ثلاثة وخمسة أمتار .

٢ – يلى ذلك تحضير المواد المستخدمة فى عمل البيت . فيتم أولا تشكيل جميع الأنابيب المخلفة التى بقطر نصف بوصة وطول ٦ أمتار ليأخذ كل منها شكل نصف دائرى يبلغ نصف القطر فيه ٢ متر . ويمكن عمل ذلك إما على هيكل خاص يُصنع لهذا الغرض (شكل ٢٠ – ٩) ، أو على هيكل من الأنابيب تدق فى الأرض على الشكل المطلوب للأقواس . تستخدم لذلك ٤٠ أنبوبة بقطر نصف بوصة ، وبطول ٧٥ – ١٠٠ سم ، حيث تدق فى أرض صلبة على بعد ٣٠ سم من بعضها البعض . ومن المهم ثنى الأنابيب على بعد ٣٠ سم من طرفيها ، بحيث تكون هذه الأطراف مستقيمة ، وقت وضع عمودى على الأرض عند تركيب الأقواس . ويمكن عمل ذلك إما على الهيكل الخاص الذى سبقت الإشارة إليه (شكل ٢٠ – ١٠) ، وعلى هيئة الأنابيب المثبتة فى الأرض .



شكل ٢٠ – ٩ : هيكل خاص من الحديد يستخدم فى عمل أقواس الأنابيب المخلفة .



شكل ٢٠ - ١٠ : جانب الهيكل الحديدى المستعمل فى عمل أقواس الأنابيب المغلفة ، ويظهر به الجزء الطرف الذى يستخدم فى جعل أطراف الأقواس مستقيمة .

يلى ذلك عمل ثلاثة ثقوب بقطر $\frac{3}{16}$ بوصة فى كل قوس ، أحدها فى الوسط ، والآخران على بعد ١٥ سم من الطرفين ، ثم تعمل ثقوب أخرى بنفس القطر على بعد ١٥٠ سم من طرف القوس الأول من كل من جانبى البيت ، وعلى بعد ٢٠ سم من طرف القوس الثانى أيضًا من كل من جانبى البيت . ومن الضرورى أن يتم عمل هذه الثقوب بعد ثنى الأقواس . هذا .. ويمكن عمل هذه الثقوب بسهولة بواسطة مثقاب خاص (شنبور) .

٣ - يتم بعد ذلك وضع أساسات البيت ، وهى عبارة عن الأنابيب التى بقطر ١ بوصة وطول ١,٥ متر . ويتوقف عدد هذه الأنابيب على طول البيت ، لكنه يكون دائمًا ضعف عدد الأقواس ، لأن الأقواس تثبت من طرفيها داخل هذه الأساسات . وتركيب الأساسات تدق أولًا ٤ أنابيب منها فى أركان البيت التى سبق تحديدها على الأرض ، ويشد بينها خيط ، ثم تدق باقى الأساسات على الجانبين الطوليين ، بحيث يكون صاف المسافة بين كل أنبوبتين متجاورتين فى الخط الواحد ١,٥ متر . ويجرى ذلك عمليًا بوضع أجزاء الأنبوب الجامع ، والتى تكون بطول ١,٥ م بين كل أنبوبتين من أنابيب الأساس . هذا .. وتدق أنابيب الأساس فى التربة ، بحيث لا يظهر منها فوق سطح التربة سوى ١٠ - ٢٠ سم .

٤ - تثبت الأقواس بإدخال طرفيها داخل أنابيب الأساسات لمسافة ١٥ سم من كل طرف . ويتم إحكام ذلك بوضع مسمار بطول ٧ سم في الثقوب التي عملت خصيصًا لهذا الغرض في أطراف الأقواس . يعمل المسمار على منع دخول القوس لأكثر من المسافة المرغوبة في أنبوب الأساس . ويجب أن يراعى وضع القوسين الأول والثاني اللذين عملا خصيصًا في مكانيهما بجانبي البيت .

هذا .. ويمكن زيادة ارتفاع البيت باستخدام أنابيب أطول للأساسات مع دفنها في التربة ، بحيث تبرز منها لمسافة ٥٠ سم . تثقب أنابيب الأساسات على بعد ١٥ سم من قمتها ، ويمر بكل ثقب مسمار لمنع دخول طرف القوس لأكثر من ذلك ، وبذلك يضاف نحو ٥٠ سم لارتفاع البيت (شكل ٢٠ - ١١) .

شكل ٢٠ - ١١ : هيكل بيت بلاستيكي من النوع الاقتصادي تظهر به أقواس الأنابيب المغلفة التي

٥ – يعقب ذلك تركيب الأنبوب الجامع ، وذلك بإدخال السلك مقاس (١٠) من الثقب الموجود فى وسط القوس الأول ، على أن يمر بالقطعة الأولى من الأنبوب الجامع ، ثم من الثقب الموجود بوسط القوس الثانى ، ثم بالقطعة الثانية من الأنبوب الجامع ، وهكذا واحدة بعد الأخرى . وبعد الانتهاء من ذلك يشد السلك جيدًا ، ويثبت حول القوسين الموجودين فى طرف البيت .

هذا .. ويمكن زيادة متانة البيت بزيادة عدد الأنابيب الجامعة إلى ثلاثة أو خمسة تثبت بنفس الطريقة ، أو بالاستعانة ، بجلبة ، خاصة تثبت فى الأقواس ، ويمرر منها الأنبوب الجامع (شكل ٢٠ – ١١)

٦ – على ذلك تثبيت الأنابيب المقوية ضد الريح (وعددها أربعة ، ويبلغ طول كل منها ٢١٠ سم) وذلك بإدخال سلك مقاس (١٠) فى كل منها ، ثم يدخل طرفا السلك فى الثقوب التى عملت لهذا الغرض على بعد ١٥٠ ، ٣٠ سم من طرفى القوسين الأول والثانى على التوالى .

٧ – تكون الخطوة التالية هى تركيب البرواز الخشبى للأبواب بجانبى البيت . يُطمر الجانب السفلى للباب فى الأرض ، ويثبت جانبه العلوى فى الأقواس مع مراعاة أن يكون ارتفاع الباب بالقدر الذى يسمح بتماس قمته مع القوس ، حتى يمكن تثبيته فيه بصورة جيدة .

٨ – لتغطية البيت بالبلاستيك يتم أولًا حفر خندقين على الجانبين الطوليين للبيت كل منهما بعرض ٢٥ سم ، وبعمق ٢٥ سم . تستخدم قطعة بلاستيك واحدة بطول ٥٠ مترًا ، وعرض ٧,٢ مترًا . يفرش الغطاء البلاستيكى على الأرض ، على أن يزيد طوله عن كل من جانبى البيت بمقدار مترين ، حتى يمكن تثبيت الغطاء على براويز الأبواب . يرفع الغطاء فوق الهيكل تدريجيًا ، على أن تترك زوائد متساوية من الجانبين لطمرها فى الخندق ، مع مراعاة شد الغطاء جيدًا ليكون مقاومًا للرياح. تدفن زوايا الغطاء الأربع أولًا فى التربة ، ثم تشد حواف الغطاء ، ويوضع فوقها التراب . هذا ويحسن أن يتم تركيب الغطاء البلاستيكى فى يوم دافىء تزيد درجة حرارته عن ١٥° م لأن تركيب الغطاء وهو متكمش فى يوم بارد يؤدى إلى ارتخائه عند تمدده فى الأيام الحارة .

أما الغطاء البلاستيكى للأبواب ، فيثبت فى البرواز بواسطة شرائح خشبية (مسدابات بعرض ٢,٥ سم ، وسمك ٢ سم) تدق على البلاستيك فى البرواز بمسامير (عبد الهادى ١٩٧٨) .

هذا .. وفى المناطق التى تتوفر فيها الأخشاب بأسعار زهيدة يمكن عمل هيكل البيت البلاستيكى الصغير من الخشب . ويعطى Thompson (١٩٧٨) تفاصيل طريقة إنشاء صوبة من هذا النوع .

٢٠ – ٣ – ٤ : تجهيز البيت بمناضد الزراعة (البنشات)

لا تستخدم مناضد الزراعة (البنشات) فى الإنتاج التجارى للخضر ، ولكنها قد تستخدم فى الإنتاج التجارى لنباتات الزينة التى ترى فى الأصص ، كما أنها ضرورية فى البيوت المحمية التى تقام لأغراض البحوث . هذا .. ويصنع هيكل المناضد عادة من الحديد أو الألومنيوم ، كما قد تصنع الأرجل من مواسير المياه . أما سطح المناضد ، فقد يكون ألواح من الحديد ، أو الأسمنت ، أو أية مادة قوية لا تتشرب بالماء .

ومن الضروري تصميم المناضد ووضعها بحيث تحقق فيها الشروط التالية :

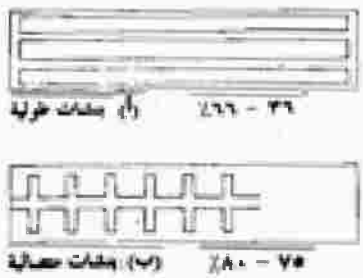
١ - أن يمكن المرور بينها بسهولة .

٢ - أن يمكن للعامل الوصول لأبعد نقطة في المنضدة وهو في الممر .

٣ - أن يكون ارتفاع المناضد مناسبًا لطبيعة نمو النباتات التي ستزرع عليها ، فتكون منخفضة عند استخدامها في زراعة نباتات طويلة نرى رأسيًا ، وبارتفاع نحو ٨٠ - ٩٠ سم عند استخدامها في زراعة نباتات قصيرة . هذا .. ويوجد ارتباط بين ارتفاع المنضدة وعرضها ليسهل الوصول إلى أبعد نقطة فيها .

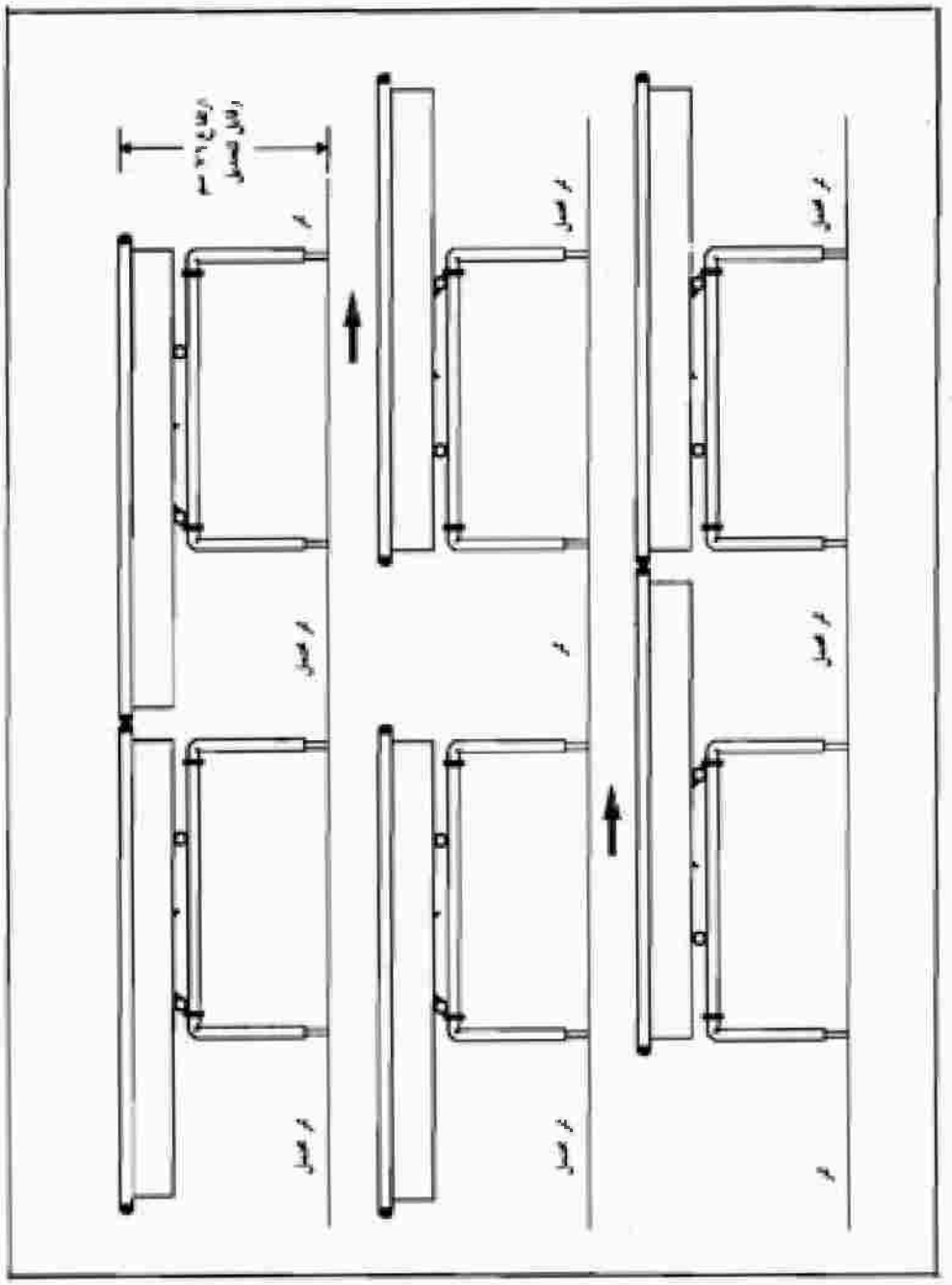
٤ - أن تشغل المناضد أكبر نسبة من مساحة البيت .

ويوضح شكل (٢٠ - ١٢) طريقتين من الطرق المتبعة في تصميم المناضد ووضعها ، مع بيان النسبة المئوية التي تشغلها المناضد من أرض البيت في كل حالة . يسود نظام المناضد الطولية (شكل ٢٠ - ١٢ أ) لبساطته ، وفيه يبلغ عرض المناضد حوالي متر ، ولكنها قد تكون أعرض من ذلك حتى ١,٥ متر ، لكن المناضد الضيقة مفضلة لإمكان الوصول إلى أبعد نقطة فيها بسهولة . أما المناضد المتصالبة (شكل ٢٠ - ١٢ ب) ، فإنها تشغل حيزًا أكبر من مساحة البيت (٧٥ - ٨٠٪) . ويفضل أن تكون بعرض ١٥٠ - ١٨٠ سم ، نظرًا لإمكان الوصول إليها من جميع الجهات (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

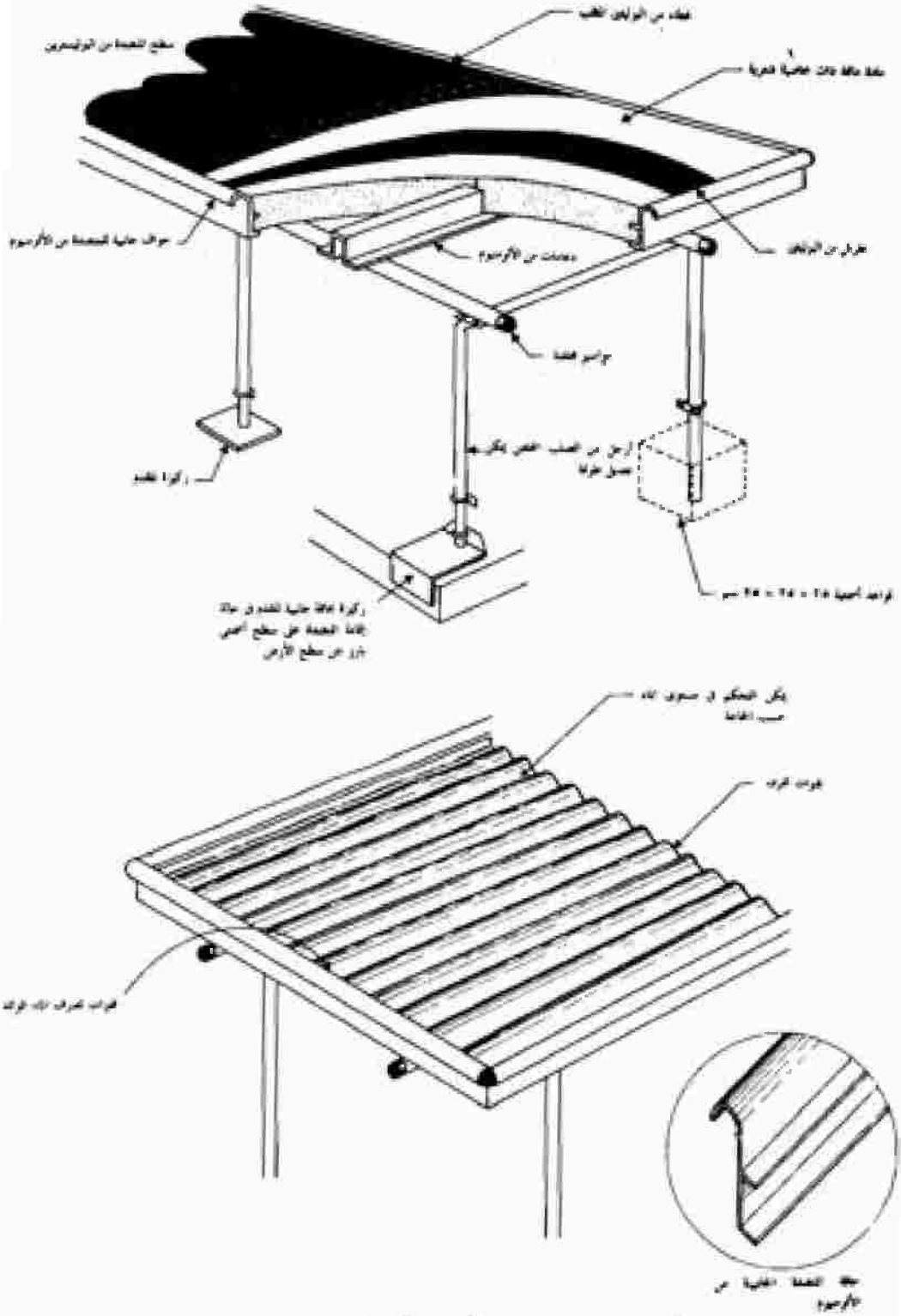


شكل ٢٠ - ١٢ : طريقتان لتصميم المناضد (البنشات) ، والنسبة المئوية التي تشغلها المناضد من سطح البيت .

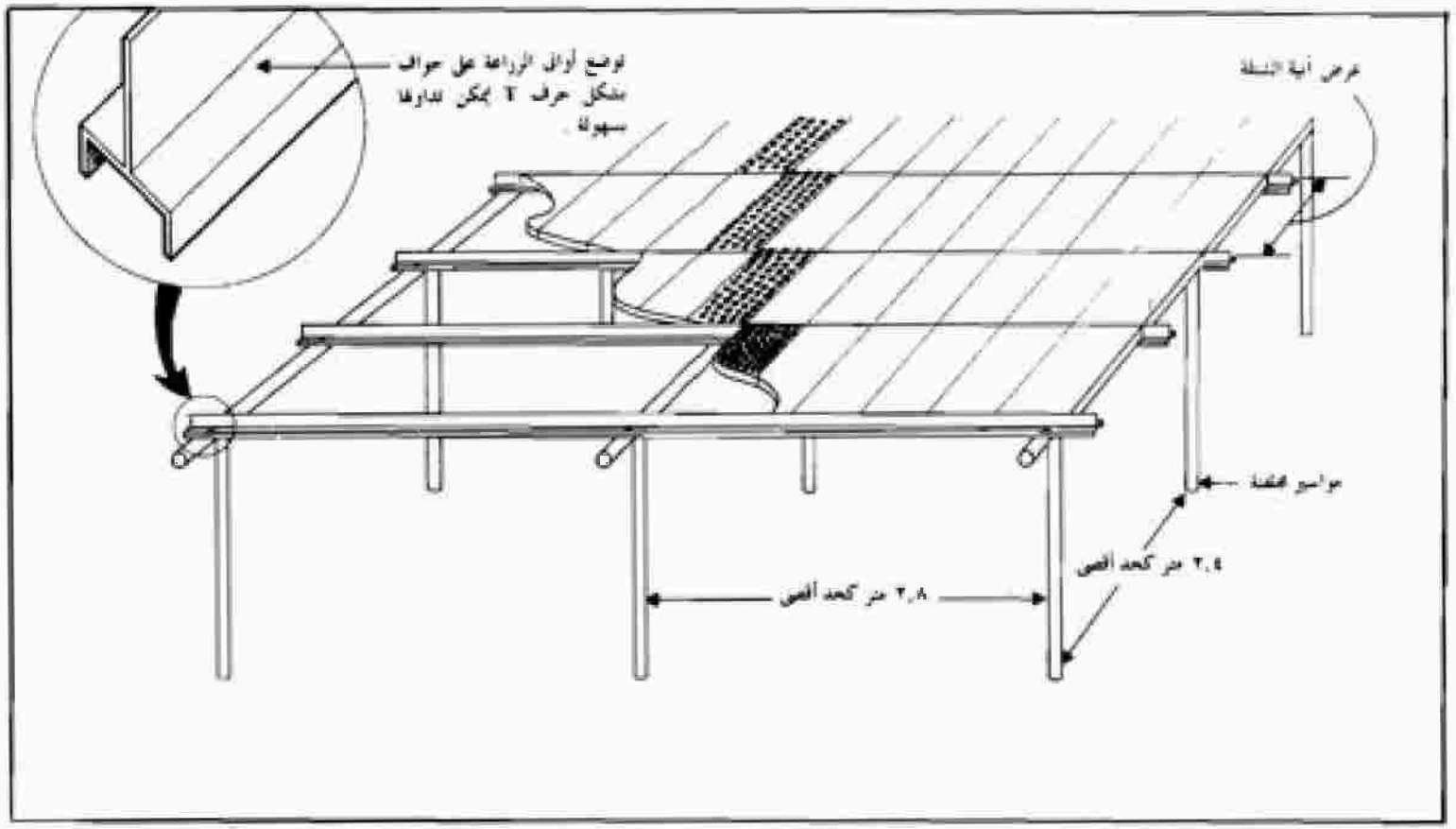
هذا .. وتقوم بعض الشركات المتخصصة بتصنيع منضدات متحركة تسمح باستغلال ما يقرب من ٩٠٪ من مساحة البيت . ويوضح شكل (٢٠ - ١٣) طريقة تصميم وحركة هذه المناضد . وكما هو الأمر مع هياكل البيوت الزجاجية والبلاستيكية ، فقد قطعت صناعة مناضد (بنشات) الزراعة شوطًا متقدمًا ، ويبين شكلا (٢٠ - ١٤) ، (٢٠ - ١٥) خصائص بعض أنواع البنشات (شركة Fordinghridge Engineering - إنجلترا) . ويمكن الإطلاع على المزيد من خصائص مناضد الزراعة من الشركات المختصة مباشرة .



شكل ٢٠ - ١٣ : رسم تخطيطي بين طريقة تصميم وحركة مناضد الزراعة .



شكل ٢٠ - ١٤ : رسم تخطيطي لأحد أنواع مناضد الزراعة .



شكل ٢٠ – ١٥ : رسم تخطيطي لأحد أنواع مناضد الزراعة .

٢٠ - ٤ : غطاء البيوت المحمية

تتنوع المواد المستخدمة كأغطية لبيوت المحمية Cladding أو Glazing material ، وتختلف كثيرًا فى خصائصها وأسعارها وعمرها الافتراضى ، وهى أمور يجب أن تؤخذ جميعها فى الاعتبار عند اختيار نوع الغطاء .

ويمكن تقسيم الأغطية إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى كما يلى :

١ - الزجـــاج .

٢ - الليف الزجاجى (الفيبرجلاس) Fiberglass .

٣ - البلاستيك وأنواعه كثيرة ، ومن أهمها : البولثيلين Polyethylene ، والبولفينايل كلورايد Polyvinyl Chloride .

ومن أهم الخصائص التى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار أى من هذه الأغطية ما يلى :

١ - نفاذية الغطاء للضوء : ففى المناطق التى تكون ملبدة بالغيوم والإضاءة فيها ضعيفة معظم أيام السنة يفضل أن تستعمل فيها الأغطية التى تسمح بنفاذ أكبر نسبة من الضوء الساقط عليها ، وبالعكس .. فإنه يفضل استعمال الأغطية التى تسمح بمرور نسبة أقل من أشعة الشمس فى المناطق الحارة التى تكون فيها شدة الإضاءة عالية معظم أيام السنة . هذا .. وبرغم أن الغطاء يمتص جزءًا من الأشعة الشمسية الساقطة عليه فى صورة حرارة ، إلا أنه يشعها ثانية ، إما نحو الفضاء الخارجى ، أو إلى داخل البيت . أما باقى الأشعة الساقطة ، فإنها إما أن تنفذ من خلال الغطاء إلى داخل البيت ، أو تنعكس مرة أخرى نحو الفضاء الخارجى .

٢ - نفاذية الغطاء للأشعة تحت الحمراء : وهذا العامل على جانب كبير من الأهمية ليلًا عندما تبعث التربة والأجسام الصلبة بالبيت الحرارة التى اكتسبتها أثناء النهار فى صورة أشعة تحت حمراء طويلة الموجة . فإذا كان الغطاء منفذًا لهذا الأشعة ، فإنها تفقد فى الفضاء الخارجى . ويبرد البيت بسرعة ، بينما تبقى داخل البيت ، وتعمل على رفع درجة الحرارة داخله إن لم يكن الغطاء منفذًا لها .

٣ - نفاذية الغطاء للأشعة فوق البنفسجية : وهذا العامل أقل أهمية . وتزداد أهميته فقط فى المناطق المرتفعة التى تزيد فيها شدة الأشعة فوق البنفسجية ، مما يستلزم استعمال أغطية غير منفذة لها لتقليل إصابة النباتات بأضرار لفحة الشمس .

هذا .. ويمكن تلخيص درجة نفاذية الأنواع الرئيسية السابقة الذكر من الأغطية لكل من الضوء المرئى والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء كما يلى :

١ - لا تقل درجة نفاذية الأنواع المختلفة من الشرائح البلاستيكية للضوء المرئى عن الزجاج .

٢ - تعتبر أغطية الزجاج والبولثيلين غير منفذة للأشعة فوق البنفسجية . ويعتبر الفيبرجلاس قليل النفاذية ، بينما يعتبر باقى الأغطية البلاستيكية منفذًا .

٣ - أغطية البولثيلين هى الوحيدة المنفذة للأشعة تحت الحمراء ، بينما يعتبر الفيبرجلاس وسطًا ، أما باقى الأغطية ، فهو إما قليل النفاذية ، أو غير منفذ للأشعة تحت الحمراء .

٢٠ - ٤ - ١ : الأغطية الزجاجية

تستخدم فى تغطية البيوت المحمية أنواع من الزجاج الشفاف بسمك ٣ - ٤ مم . ويتوقف السمك المستخدم على مساحة الألواح المستعملة ، فيزيد السمك بزيادة المساحة ، وعلى ما إذا كانت مستخدمة فى الجدران ، أم فى الأسقف . تثبت ألواح الزجاج فى براويز خاصة تشكل جزءًا من هيكل البيت .

ينفذ الزجاج الضوء بنسبة ٩٠٪ تقريبًا ، ويتوقف ذلك على محتواه من الحديد ، حيث تقل نفاذيته مع زيادة محتواه من هذا العنصر . ولا يسمح الزجاج بنفاذ الأشعة تحت الحمراء ، وبذلك فهو يعمل على الاحتفاظ بالحرارة المنبعثة من التربة ليلًا داخل البيت ، مما يقلل الحاجة للتدفئة الصناعية .

ولخفض تكاليف التبريد فى المناطق الحارة التى تزيد فيها شدة الإضاءة أنتجت إحدى الشركات الهولندية زجاجًا عاكسًا للضوء اسمه التجارى : هورتى كير Horti care ، وهو زجاج ٤ مم عادى ، إلا أنه معامل بغطاء من أكاسيد المعادن metallic oxides التى تعمل على عكس جزء من أشعة الشمس بدرجة أكبر من الزجاج العادى . فبينما ينفذ الزجاج العادى (٤ مم) نحو ٨٥٪ من الطاقة الشمسية الساقطة عليه ، فإن زجاج الهورتى كير ينفذ من ٦٢ - ٦٨٪ فقط ، والباقى يتم عكسه خارج البيت . ومن الضرورى ملاحظة تركيب الزجاج بحيث تكون طبقة الأكاسيد داخل البيت .

كما يستخدم نوع مماثل من الزجاج تكون فيه طبقة أكاسيد المعادن نحو الخارج بغرض خفض الفقد فى درجة الحرارة فى المناطق الباردة . وقد وجد Breuer وآخرون (١٩٨٠) أن هذا النوع من الزجاج (يسمى تجاريًا باسم هورتى بلس Horti plus) يقلل الفقد الحرارى من البيت بنسبة ٢٠ - ٢٥٪ ، ويمدى بتراوح من ٢٪ فى الجو المعتدل المليد بالغيوم إلى ٤٠٪ فى الجو الصحو . وقد تراوح مقدار الفقد فى الإضاءة عند استعمال هذا النوع من الزجاج ، بالمقارنة بالزجاج العادى بنحو ١١ - ١٣٪ ، إلا أن استعماله لم يكن اقتصاديًا ، نظرًا لارتفاع سعره بالنسبة للتوفير الذى يحققه فى وقود التدفئة .

هذا .. وبغض النظر عن نوع الزجاج المستخدم ، فإنه يعتبر أطول أنواع الأغطية المستعملة عمرًا ، إلا أنه يحتاج إلى مراقبة مستمرة لاستبدال الألواح التى تكسر بفعل البرد أو أى عوامل أخرى .

٢٠ - ٤ - ٢ : أغطية الليف الزجاجى (الفيبرجلاس)

يعتبر الليف الزجاجى المدعم بالبلاستيك Fiberglass Reinforced Plastic (ويطلق عليه اختصار اسم الفيبرجلاس أو FRP) البديل الأول للزجاج كغطاء للبيوت المحمية .

يتوفر الفيبرجلاس على شكل ألواح أو شرائح مسطحة ناعمة flat أو معرجة Corrugated ، وكلاهما مرن بالقدر الكافى للتشكل على هيكل البيت ، بحيث يمكن تثبيتهما على أى هيكل .

وقد يثبت الفيبرجلاس على هياكل البيوت البلاستيكية الرخيصة ؛ فتصبح بذلك تكلفة البيت وسطًا بين تكلفة البيت البلاستيكي والبيت الزجاجي ، أو قد يثبت على هياكل البيوت الزجاجية ؛ فتصبح تكلفة البيت الإجمالية قريبة من تكلفة البيت الزجاجي .

من أهم خصائص الفيبرجلاس أنه يعمل على تشتيت أشعة الشمس الساقطة عليه ، الأمر الذى يزيد من تجانس الإضاءة داخل البيت بدرجة أكبر مما فى حالة الغطاء الزجاجى . كما أنه أكثر مقاومة للتكسير بفعل البَرَد عن الزجاج ، وأكثر تحملًا للانخفاض الشديد فى درجة الحرارة عن البولثيلين .

وبالمقابل .. يعاب على الفيبرجلاس أن السطح الأكريلك للشرائح يتعرض للخدش ، وتتكون فيه النقر بفعل احتكاكه بحبيبات التراب والرمل وبفعل التلوث الكيماوى ، مما يؤدى إلى تعرض الألياف الزجاجية للجو الخارجى ؛ فتتجمع بها الأتربة ، كما تنمو فيها الطحالب ؛ فتصبح داكنة اللون ، وتقل نفاذيتها للضوء . ويمكن تصحيح أو معالجة هذه الحالة بتنظيف سطح شريحة الفيبرجلاس بفرشاة قوية نظيفة أو بصوف زجاجى ، ثم دهنها بطبقة جديدة من الأكريلك acrylic resin .

هذا .. وتتراوح فترة ضمان الفيبرجلاس من ٥ – ٢٥ سنة . وتكون فترة الضمان طويلة فى الشرائح المغطاة بطبقة مقاومة للأشعة فوق البنفسجية من البولى فينيل فلورايد polyvinyl fluoride .

ومن ناحية النفاذية للضوء ، فإن الفيبرجلاس الشفاف يشابه تقريبًا مع الزجاج فى هذه الخاصية ، بينما تقل النفاذية للضوء فى الشرائح الملونة (تستخدم هذه الشرائح فى إنتاج بعض النباتات المنزلية التى لا تتطلب إضاءة قوية) . وإذا كانت نفاذية الهواء للضوء ١٠٠٪ ، فإن نفاذية الزجاج تبلغ ٩٠٪ ، ونفاذية الفيبرجلاس الشفاف تتراوح من ٩٢ – ٩٥٪ ، وتنخفض إلى ٦٤٪ فى شرائح الفيبرجلاس الصفراء ، و ٦٢٪ فى الشرائح الخضراء .

وتعتبر شرائح الفيبرجلاس أقل مقدرة على التوصيل الحرارى من الزجاج . فإذا كانت المقدرة على التوصيل الحرارى ١٠٠٪ فى الهواء ، فإنها تبلغ ٨٨٪ فى الزجاج ، و ٦٣ – ٦٨٪ فى الفيبرجلاس الشفاف . ويعنى ذلك أن البيوت المغطاة بالفيبرجلاس تكون أقل احتياجًا للتبريد صيفًا ، وأقل حاجة للتدفئة شتاء عن البيوت الزجاجية . ومما يساعد على ذلك أن تسرب الحرارة منها يكون بدرجة أقل مما فى البيوت الزجاجية ، نظرًا لأن ألواح الفيبرجلاس تكون أكثر مساحة ، وبالتالى تقل أماكن اتصال الألواح مع الهيكل . وينطبق ذلك بصفة خاصة على ألواح الفيبرجلاس المتماسك . أما الألواح المعرجة ، فإنها تزيد كثيرًا من سطح البيت المعرض للجو الخارجى ، مما يزيد الحرارة المفقودة بالإشعاع ، الأمر الذى يتطلب زيادة الحاجة للتدفئة بنحو ٣٠ – ٤٠٪ عما فى حالة استعمال الألواح المتماسك .

هذا .. ويقدر حمل شرائح الفيبرجلاس بوزن وحدة المساحة ، وتستخدم عادة شرائح زنة ٤ – ٥ أوقيات للقدم المربع للأسقف ، وشرائح زنة ٤ أوقيات للقدم المربع للجدران .

ونظرًا لأن أسطح شرائح الفيبرجلاس مثل أسطح شرائح البولثيلين – تعتبر طاردة للماء Water repellent – فإن قطرات الماء التى تتكثف عليها سريعًا ما تتساقط من أقل حركة للغطاء بفعل الهواء ، أو عند غلق باب البيت مثلًا ، ولهذا يجب رش البلاستيك من الداخل بمادة تجعله أقل طردًا للقطرات الماء ، حتى تزلق القطرات عليه من الداخل إلى أن تصل لسطح التربة ، بدلًا من سقوطها على

النباتات . ورغم أنه من الممكن استعمال الصابون العادى لهذا الغرض ، إلا أنه يغسل بسرعة ، ويستخدم لذلك تحضير تجارى يسمى صن كلير sun clear ترش به جدران البيت من الداخل .

ومن أكبر العيوب التى تؤخذ على الفيرجلاس شدة قابليته للاشتعال (Boodley ، ١٩٨١ Nelson ، ١٩٨٥) .

٢٠ - ٤ - ٣ : أغطية الأغشية البلاستيكية السهلة التشكيل

سنتناول بالدراسة تحت هذا العنوان أكثر نوعين من الأغطية البلاستيكية السهلة التشكيل استعمالاً فى الوقت الحاضر ، وهما : البولثيلين ، والبولى فينايل كلورايد ويباع كلاهما على شكل لفائف من الأغشية التى تختلف فى الطول والعرض والسمك حسب الغرض من الاستعمال . ويمكن التمييز بينهما بسهولة ، لأن أغشية البولثيلين تطفو على سطح الماء ، وإذا أحرقت قطعة منه ، فإنها تحترق بسهولة كبيرة ، معطية شعلة مضيئة جدًا ، وتكون للأبخرة الناتجة من الاحتراق رائحة الشمع . أما أغشية البولى فينايل كلورايد ، فإنها لا تطفو على سطح الماء ، وإذا أحرقت قطعة منه ، فإن شعلتها تكون شاحبة ، وتكون للأبخرة الناتجة من الاحتراق رائحة حامض الأيدروكلوريك (عبد الهادى ١٩٧٤) .

أغشية البولثيلين

يطلق على أغشية البولثيلين polyethylene أيضًا اسم polythene ، ويوجد منها نوعان : أحدهما عادى ، والآخر مضاف له مادة خاصة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية ، ويسمى كوبوليمر copolymer .

١ - البولثيلين العادى

يتآكل البولثيلين العادى عندما يتعرض لأشعة الشمس photodegradable ، والأشعة فوق البنفسجية هى التى تحدث الفرق . ولهذا .. فإنه يستعمل عادة لموسم زراعى واحد لمدة ٦ - ٩ أشهر ، وبحد أقصى سنة واحدة ، ثم يجدد بعد ذلك .

وتعتبر أغشية البولثيلين أرخص الأغشية البلاستيكية وأكثرها انتشارًا . ويتراوح سمك النوع المستخدم فى الصوبات من ١٠٠ - ١٥٠ ميكرون ، ويتوفر بعرض يصل إلى ١٢ م ، وبأى طول . وتبلغ نفاذية البولثيلين العادى للضوء ٨٨٪ ، وهو بذلك مماثل تقريبًا للزجاج الذى تبلغ نفاذيته ٩٠٪ . وهو منفذ لكل من الأشعة فوق البنفسجية (بنسبة ٨٠٪) ، والأشعة الحمراء (بنسبة ٧٧٪) ، وبذلك فهو يسمح بنفاذ الأشعة ذات الموجات الطويلة التى تصدر من النباتات والتربة . ويفيد ذلك فى تقليل الحاجة للتهوية والتبريد نهارًا ، لكن تقابل ذلك زيادة الحاجة للتدفئة ليلًا ، نظرًا لأن غطاء البولثيلين يسمح بنفاذ الأشعاع الحرارى الذى يصدر من التربة ليلًا إلى خارج البيت .

هذا .. وفى حالة استعمال طبقتين من البلاستيك كغطاء للصوبات (انظر الجزء ٢١ - ١ - ٤) ، فإن نفاذية الغشاءين معًا تنخفض إلى ٧٧٪ ويفيد استعمال طبقتى البلاستيك فى تقليل الفقد الحرارى .

كما تتوفر أغشية البوليثيلين البيضاء اللون ، وتستعمل لخفض شدة الإضاءة داخل الصوبات فى المناطق الشديدة الحرارة صيفًا .

٢ - الكوبوليمر Copolymer

الكوبوليمر هو نوع من البولثيلين المضاف له مواد خاصة تقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية وتبطىء من تحلله ، ولذلك فهو يعيش لفترة أطول تصل إلى ١,٥ - ٢ سنة . وتتميز هذه الشرائح بلونها الأصفر . وفيما عدا ذلك ، فإنه لا يختلف فى خصائصه عن البولثيلين العادى .

أغشية البولى فينايل كلورايد

يطلق على أغشية البولى فينايل كلورايد polyvinyl chloride (اختصارًا PVC) أيضًا اسم أغشية الفينايل Vinyl films . وهى تعيش لفترة تتراوح حسب المصادر المختلفة من ثلاث إلى خمس سنوات ، والأغلب أنها تعيش لثلاث سنوات فقط فى المناطق الشديدة الحرارة صيفًا . وتستخدم عادة أغشية بسمك ٢٠٠ - ٣٠٠ ميكرون ، وتتكلف ٣ - ٤ أمثال البولثيلين العادى سمك ١٥٠ ميكرون .

وبرغم أن نفاذية أغشية البولى فينايل كلورايد للضوء تبلغ ٨٨٪ (وهى تتشابه فى ذلك مع نفاذية أغشية البولثيلين ، وتقترب من نفاذية الزجاج) ، إلا أنها تحتفظ بشحنات كهربائية على سطحها تجذب إليها الأتربة ، مما يقلل من نفاذيتها للضوء ، إلا إذا غسلت كلما تجمع عليها التراب . وتعتبر أغشية البولى فينايل كلورايد أقل نفاذية من البولثيلين للأشعة فوق البنفسجية (٧٠٪ للبولى فينايل ، بالمقارنة بـ ٨٠٪ للبولثيلين) . ومن أهم مميزاتها أنها لا تسمح إلا لنحو ١٢٪ فقط من الأشعة تحت الحمراء بالنفاذ من خلالها ، وبذلك تعمل على الاحتفاظ بالإشعاع الحرارى الصادر من النباتات والتربة ليلًا داخل الصوبة ، وهو الأمر الذى يعمل على رفع درجة الحرارة عن الجو الخارجى ليلًا بنحو ٢ - ٣ درجات مئوية .

٢٠ - ٤ - ٤ : الأنواع الأخرى من الأغطية البلاستيكية

تعمل الشركات دائمًا على إنتاج أنواع جديدة من الأغطية البلاستيكية ، منها الأغطية الجامدة ، والأغطية الغشائية السهلة التشكيل ، لكن كل هذه الأنواع لم يكن لها - حتى الوقت الحاضر - انتشار يذكر ، بالمقارنة بالأنواع التى سبق ذكرها فى القسمين السابقين .

ومن أهم أنواع البلاستيك الجامد الأخرى نوع يسمى البولى فينايل كلورايد الجامد Rigid Polyvinyl Chloride ، وهو أكثر تكلفة من الفيبرجلاس ، وينفذ الضوء بنسبة ٧٠ - ٨٠٪ .

ومن أهم أنواع الأغشية البلاستيكية السهلة التشكيل الأخرى ما يلى :

١ - البولثيلين تيرى فثاليت Polyethylene terephthalate : وهو يباع تحت الاسم التجارى Mylar . وهو ينفذ الضوء بنسبة ٨٨٪ ، والأشعة تحت الحمراء بنسبة ٢٤٪ ، ويجدد عادة كل ٤ سنوات ، إلا أنه أكثر تكلفة .

٢ - إيثيلين فينايل أسيتيت Ethylene-vinyl Acetate (اختصارًا : EVA) : يتميز عن الإيثيلين العادى بأنه :

(أ) أكثر نفاذية للضوء .

(ب) أقل نفاذية للإشعاع الحرارى من التربة والنباتات ليلًا .

(جـ) أكثر تحملًا للإشعاع الشمسى ، ويخدم لمدة تتراوح من ٢ – ٥ سنوات ، إلا أنه أكثر تكلفة .

(د) يمكنه أن يتحمل التداول فى درجة حرارة تصل إلى – ٤٠° م ، بينما لا يتحمل البولثيلين العادى درجة حرارة أقل من – ٢٥°م .

٣ – البولى فينايل فلورايد Polyvinyl fluoride (اختصارًا PVF) : ينفذ الضوء بنسبة ٩٢٪ ، والأشعة تحت الحمراء بنسبة ٣٣٪ .

٤ – بولى ميثايل مث أكريليت Polymethyl methacrylate : ينفذ الضوء بنسبة ٩٢٪ (Boodley ١٩٨٦ ، Nelson ١٩٨٥) .

٢٠ – ٤ – ٥ : مشاكل استعمال الأغطية البلاستيكية

برغم أن الأغشية البلاستيكية رخيصة الثمن وسهلة التركيب ، إلا أن استعمالها يكون عادة مصحوبًا بالمشاكل التالية :

١ – غالبًا ما تتلف شرائح البلاستيك بسرعة أكبر عند أماكن اتصالها بهيكل البيت بسبب ارتفاع درجة الحرارة عند هذه النقط ، وهو الأمر الذى يزيد من معدل أكسدة البلاستيك فى وجود الأشعة فوق البنفسجية . وتعالج هذه الحالة أما بصبغ البلاستيك فى هذه المواقع بمادة بيضاء عاكسة لأشعة الشمس ، أو بتغطية البلاستيك فى هذه الأماكن فى البيوت ذات الهيكل الخشبى بشريحة خشبية أعرض من جزء الهيكل المثبت عليه البلاستيك بمقدار ٢ سم ، وتثبت فى الهيكل الخشبى بمسامير .

٢ – يتعرض البلاستيك للتمزق بفعل العواصف الشديدة .

٣ – غالبًا ما يتكثف بخار الماء على الجدر الداخلية للبيوت البلاستيكية بسبب برودة الجو خارج البيت ، عنه داخله مع زيادة الرطوبة النسبية داخل البيت . ويؤدى التكثف إلى تقليل نفاذية البلاستيك للضوء ، كما أن قطرات الماء قد تسقط على النباتات النامية ؛ مسببة أضرارًا لها . وتعالج مشكلة التكثف هذه بتصميم البيت بحيث يكون الجدار الجدران بنحو ٣٥ – ٤٠ درجة ، حتى تنزلق عليها قطرات الماء بسهولة إلى أن تصل إلى الأرض . كما أن توفير التهوية الجيدة يقلل من مشكلة التكثف . ويمكن رش البلاستيك بمادة مضادة للتكثف تسمى تجاريًا باسم صن كلير sun clear ، حيث تلغى تمامًا هذه المشكلة .

لكن ظاهرة التكثف لها أهميتها أثناء الليل ، إذ يقلل الغشاء المتكثف من فقد الحرارة المكتسبة أثناء النهار بالإشعاع ليلًا ، نظرًا لأن الماء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء (Anon ١٩٨٠) .

٢٠ - ٥ : المراجـــع

إبراهيم ، محمد حسن (١٩٨٦) . مدير شركة العين لإنتاج الخضروات - العين - الإمارات العربية المتحدة . (اتصال شخصى) .

باسيل ، جورج (١٩٨٦) . اقتصاديات الزراعة فى البيوت المحمية . ندوة « الزراعة المحمية » ٢٩ يوليو ١٩٨٦ ، الجمعية المصرية للهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة القاهرة .

سالم ، محمد حمدى (١٩٨٥) . اقتصاديات الزراعة المحمية بدولة الكويت . الزراعة والتنمية فى الوطن العربى - المجلد الرابع - العدد الخامس - صفحات ٧ - ١١ .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٤) . المواصفات الفنية للبولثين المستعمل للأغراض الزراعية . رسالة المرشد الزراعى - الحلقة ١٠٧ - صفحات ١ - ٤ . وزارة الزراعة الجمهورية العراقية .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٨) . زراعة الخضر تحت الأنفاق البلاستيكية المتوسطة الحجم . وزارة الأشغال العامة - الكويت . ورقة إرشادية رقم (٢) - ١٤ صفحة .

عواد ، هشام صلاح (١٩٨٦) . رئيس القسم الزراعى - مركز مزيد التجريبى - العين - الإمارات العربية المتحدة . (اتصال شخصى) .

مديرية البحث والإرشاد الزراعى - وزارة الزراعة - المملكة الأردنية الهاشمية (١٩٨٣) . إنتاج الخضروات تحت البيوت البلاستيكية فى الأردن . نشرة رقم ٨٣/٩ - ٦٠ صفحة .

نصار ، أحمد (١٩٨٦) . رئيس مجلس إدارة شركة الإنتاج النباتى - الجيزة - جمهورية مصر العربية . (اتصال شخصى) .

وزارة الزراعة والثروة السمكية - دولة الإمارات العربية المتحدة (١٩٨٢) . إنتاج الخضروات المحمية - ٨٣ صفحة .

Anonymous. 1980. Programme for early tomato production in peat. An Foras Talunlais, Kinsealy Res. Centre, Dublin. 38p.

Boodley, J.W. 1981. The commercial greenhouse handbook. Van Nostrand Reinhold Co., N.Y. 568p.

Breuer, J. J. G. and A.M.G Kieboom. 1981. Hortiplus glass is not yet economically justifiable. Vakblad voor de Bloemisterij 35(44): 134-135 (In Ni).

Collins, W.L. and M.H. Jensen. 1983. Hydroponics: a 1983 technology overview. The Env. Res. Lab., Univ. Ariz., Tucson. 119p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, N.Y. 629p.

Nelson, P.V. 1978. Greenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Reston, Va. 538p.

Nelson, P.V. 1985 (3rd ed.) Green house operation and management. Reston Pub. Co. Reston, Va 598p.

Sheldrake, R., Jr. 1969. Planning, constructing and operating plastic covered green houses. Cornell Misc. Pub. 72. 15p.

Thompson, J.F 1978. Small plastic greenhouses. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. Leaflet 2387.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

طرق التحكم فى العوامل البيئية داخل البيوت المحمية

برغم أن الهدف الرئيسى من الزراعة المحمية كان – وما زال – هو حماية النباتات من الإنخفاضات الشديدة فى درجات الحرارة ، إلّا أن المفهوم العام للزراعة المحمية قد توسع فى السنوات الأخيرة ليشمل كافة العوامل البيئية – الجوية منها والأرضية – بغرض توفير الظروف المثلى للنمو النباتى لتحقيق أكبر عائد ممكن من وحدة المساحة . وأهم العوامل البيئية التى يسعى منتج الخضر إلى التحكم فيها فى الزراعات المحمية ما يلى :

١ – درجة الحرارة .

٢ – الرطوبة النسبية .

٣ – شدة الإضاءة .

٤ – نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون .

٥ – بيئة نمو الجذور (التربة والبيئات الصناعية المجهزة) .

٦ – الرطوبة الأرضية .

٧ – العناصر الغذائية .

٨ – الطفيليات المسببة للأمراض النباتية (سواء منها ما يصيب النباتات عن طريق الجذور ، أو النموات الخضرية) باعتبارها جزءًا من بيئة البيوت المحمية .

هذا .. وسنتناول بالدراسة فى هذا الفصل طرق التحكم فى العوامل البيئية الأربعة الأولى المذكورة أعلاه . أما باقى العوامل ، فهى إما قد ذكرت فى الأقسام الأخرى من هذا الكتاب – على أساس أنها تخدم كلًا من الزراعات المكشوفة والمحمية – أو أنها ستقدم فى الفصلين التاليين من هذا القسم الخاص بالزراعة المحمية فقط . وفيما يلى حصر بالأجزاء الأخرى من الكتاب التى ورد فيها شرح للعوامل البيئية السابقة الذكر ، وتأثيرها على النمو النباتى ، وطرق التحكم فيها :

١ - الطرق العامة لحماية نباتات الخضر من العوامل البيئية غير المناسبة فى الزراعات المكشوفة : الفصل التاسع عشر .

٢ - درجات الحرارة والرطوبة النسبية ، وشدة الإضاءة ، وتأثيرها على نمو وتطور محاصيل الخضر : الفصل السابع .

٣ - التربة وخصائصها ومياه الرى : الفصل الثامن .

٤ - البيئات الصناعية لنمو الجذور : الفصلان : الثانى عشر ، والثالث والعشرون .

٥ - الرطوبة الأرضية وطرق الرى : الفصلان : التاسع عشر ، والثانى والعشرون .

٦ - التسميد والعناصر الغذائية : الفصول : التاسع والسادس عشر ، والثانى والعشرون .

٧ - الحاليل المغذية : الفصل الثالث والعشرون .

٨ - طرق التعقيم : الفصل الثالث عشر .

٩ - الآفات ومكافحتها : الفصول الثانى والعشرون ، والتاسع والعشرون والثلاثون .

٢١ - ١ : أساسيات التحكم فى درجة الحرارة فى البيوت المحمية

يتعين قبل الدخول فى تفاصيل طرق التدفئة والتبريد وحساباتهما أن نتعرف أولاً على بعض المصطلحات المستخدمة فى هذا المجال ، وعلى طرق تنظيم درجة الحرارة ، وطرق انتقالها ، لما لذلك من أهمية كبيرة فى كل من البيوت المدفأة والمبردة على حد سواء .

ويعبر عن كمية الحرارة (سواء تلك التى يلزم اكتسابها ، أم تلك التى يلزم التخلص منها) بالوحدات الحرارية البريطانية British thermal units (اختصار Btu) ، وهى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة فهرنهيتية .

ونظراً .. لأن عدد الوحدات الحرارية البريطانية الداخلة فى الحساب يكون عادة كبيرًا ، لذلك فإنه يستعاض عنها بقوة الحصان ، وكل قوة حصان تعادل ٣٣٤٧٥ وحدة حرارية بريطانية .

٢١ - ١ - ١ : طرق انتقال الحرارة ، والاستفادة العملية من ذلك فى اختيار الغطاء المناسب للبيوت المحمية

تفيد دراسة طرق انتقال الحرارة فى الجوانب التالية :

١ - زيادة كفاءة عملية التدفئة بتقليل فقد الحرارة من داخل البيت إلى خارجه ، مع الاستفادة من الطاقة الشمسية نهارًا ، والحرارة الصادرة من الأجسام الصلبة داخل البيت ليلًا .

٢ - زيادة كفاءة عملية التبريد بتقليل اكتساب البيت للحرارة من الجو الخارجى ، مع سرعة التخلص من هذه الحرارة أولًا بأول .

هذا .. وتنتقل الحرارة بأربع طرق رئيسية هى ما يلى :

١ - الإشعاع Radiation :

يكون الإشعاع على صورة موجات كهرومغناطيسية تنتقل بانتظام خلال الفضاء ، وبذلك فإن انتقال الطاقة فى هذه الصورة لا يكون فى صورة حرارة ، لأن ذلك يتطلب حركة جزيئات ، لكن هذا الإشعاع يتحول إلى طاقة حرارية ، بمجرد ملامسه مع أى سطح . هذا .. وتكتسب البيوت المحمية الحرارة نهارًا من الأشعة الشمسية التى تنفذ من خلال غطاء البيت ، ثم تتحول إلى طاقة حرارية عند ملامسها مع التربة والأسطح النباتية وغيرهما من الأجسام الصلبة داخل البيت (جاليك ١٩٨٥) .

وبالمقابل .. فإن الأجسام الدافئة داخل البيت (كالتربة والنباتات) تنطلق منها الحرارة بالإشعاع إلى الأجسام الباردة خارج البيت ، دون أن يكون هذه الظاهرة تأثير ملحوظ على درجة حرارة الهواء الذى تمر من خلاله . يكون هذا الفقد الحرارى فى صورة أشعة طويلة الموجة (تحت الحمراء) ، ويستمر ليلًا ونهارًا ، طالما أن درجة حرارة الأجسام داخل البيت أعلى من درجة الحرارة خارج البيت .

ويستفاد من هذه الحقائق فيما يلى :

(أ) يلزم فى الجو البارد الاستفادة لأكبر درجة ممكنة من الإشعاع الشمسى نهارًا باختيار التصميم والاتجاه المناسبين للبيت والغطاء المنفذ لأكبر نسبة من أشعة الشمس . كما يفضل أن يكون الغطاء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء للاحتفاظ بها داخل البيت ليلًا ونهارًا .

(ب) يلزم فى الجو الحار الصحو خفض نفاذية غطاء البيت للإشعاع الشمسى ، كما يفضل أن يكون الغطاء منفذًا للأشعة تحت الحمراء ليتم التخلص من الحرارة المكتسبة أولًا بأول .

(جـ) أما فى الجو المعتدل نهارًا ، المائل للبرودة ليلًا (كما هو الحال فى فصل الشتاء فى المناطق المعتدلة) ، فإنه يفضل أن يكون غطاء البيت غير منفذ للأشعة تحت الحمراء ، حتى يمكن الاستفادة من هذه الأشعة ليلًا فى رفع درجة حرارة البيت عن الجو الخارجى بنحو ٢ - ٣ درجات ، دون الحاجة لعملية التدفئة الصناعية التى تكون عادة غير اقتصادية فى مثل هذه المناطق .

وقد سبقت لنا مناقشة موضوع نفاذية الأنواع المختلفة من الأغطية للأشعة تحت الحمراء فى القسم (٢٠ - ٤) ، وذكرنا أن أغطية الزجاج ، والبولى فينايل كلورايد (سمك ٣٢٥ ميكرون) تعد غير منفذة ، بينما تعتبر اغطية الفيبرجلاس ، والبوليستر ، والبولى فينايل كلورايد (سمك ٧٥ ميكرون) قليلة النفاذية . وتعتبر أغطية البوليثيلين هى الوحيدة المنفذة للأشعة تحت الحمراء . وبرغم ذلك .. فإن هذه الأغطية يشيع استخدامها فى المناطق المعتدلة ، لكن من حسن الحظ أن هذه الأغطية غالباً ما تكون مغطاة من الداخل ليلاً بطبقة من قطرات الماء المتكثفة ، والتى تمنع الفقد الحرارى بالإشعاع ، نظرًا لأن الماء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء .

٢ - التوصيل Transmission :

يتم انتقال الحرارة بالتوصيل خلال وسط توصيل من النقط الدافئة إلى الأقل منها حرارة ، كما هو الحال عند فقد الحرارة من البيوت المدفأة ، أو اكتساب البيوت المبردة للحرارة بالتوصيل من خلال الغطاء .

٣ - التلامس أو التخلل أو التسرب infiltration

هنا تنتقل الحرارة من سطح مشع إلى الهواء أو الماء المتحرك ، فترتفع درجة حرارة الوسط الملامس (الماء أو الهواء) و تقل كثافته ، ويبدأ فى التحرك لأعلى ليحل محله هواء أو ماء أبرد ليكتسب حرارة من السطح المشع وهكذا . وتلك هى خاصية انتقال الحرارة التى تعتمد عليها طرق التدفئة فى البيوت المحمية . كما تفقد البيوت المدفأة جزءًا كبيرًا من حرارتها مع الهواء الدافىء المتسرب منها .

٤ - الانعكاس Reflection

حيث تنعكس الحرارة - مثلها فى ذلك مثل الضوء - من الأسطح المعدنية المصقولة (Nelson ١٩٨٥) .

هذا .. ويبين جدول (٢١ - ١) الفقد الحرارى المتوقع من البيوت المدفأة المغطاة بمختلف أنواع الأغطية . كما يمكن الاستفادة من نفس الجدول فى تقدير إمكانيات التخلص من الحرارة المكتسبة من الجو الخارجى نهارًا فى البيوت المبردة . ويتضح من الجدول أن هواء البيت يتغير بالكامل - وفى غياب أية تهوية - بمعدل مرتين فى الساعة فى البيوت الزجاجية ، ويصاحب ذلك فقد كبير للحرارة بالتسرب . تلى ذلك بيوت الفيبرجلاس التى يكون الفقد فيها بالتسرب نصف ما فى البيوت الزجاجية . أما البيوت المغطاة برقائق البلاستيك ، فلا يحدث فيها أى فقد بالتسرب ، نظرًا لأنها تكون محكمة الغلق ، إلا أن تقديرات أخرى تشير إلى أن معدل تغير هواء البيوت فى الساعة يبلغ ٠,٥ - ١,٠ مرة فى البيوت المغطاة بطبقتين من رقائق البولثيلين ، و ٠,٧٥ - ١,٥ مرة فى بيوت الفيبرجلاس والبيوت الزجاجية الحديثة الإنشاء ، و ١ - ٢ مرة فى البيوت الزجاجية القديمة التى ما زالت فى حالة جيدة ، و ٢ - ٤ مرات فى البيوت الزجاجية القديمة التى لم تعد فى حالة جيدة .

جدول (٢١ - ١) : الفقد الحرارى المتوقع من البيوت المدفأة المغطاة بمختلف أنواع الأغطية (Nelson 1981) .

نوع الغطاء	الفقد الحرارى بالانتقال(أ) (Btu /قدم²)	الفقد الحرارى بالتسرب(ب) (عدد مرات تغير الهواء/ساعة)	الفقد الحرارى بالاشعاع (٪ من الفقد الكلى)
الزجاج	١,١٣	٢	٤٠,٤
الفيبرجلاس	١,٠٠ - ٠,٩٥	١	١,٠
البوليستر (Mylar)	١,٠٥	-	١٦,٢
البولثيلين :			
طبقة واحدة	١,٢٠	صفر	٧٠,٨
طبقتان	٠,٧٠	صفر	-
طبقة واحدة بها خلايا هوائية بقطر $\frac{٣}{١٦}$ بوصة	٠,٦٠	-	-

(أ) يعبر عن الحرارة المفقودة بالانتقال بالوحدات الحرارية البريطانية التى تنتقل من خلال قدم مربع من الغطاء فى الساعة عندما تكون الحرارة الخارجية أقل من الداخلية بدرجة فهرنهيتية واحدة .

(ب) يحدث الفقد بالتسرب من خلال المسافات بين اجزاء الغطاء ، ويعبر عنها بعدد مرات تغير هواء البيت فى الساعة .

ويبلغ أعلى فقد بالانتقال فى حالة أغطية البولثيلين ، تليها الأغطية الزجاجية ، فالبوليستر ، فأغطية الفيبرجلاس . وجميعها متقاربة ، لكن معدل الفقد بالانتقال ينخفض كثيرًا عند استعمال طبقتين من البولثيلين العادى ، أو عند استعمال طبقة واحدة بها خلايا هوائية بقطر $\frac{٣}{١٦}$ بوصة .

وكما هو متوقع .. فإن النسبة المئوية للفقد الحرارى بالإشعاع تبلغ أقصاها فى البيوت المغطاة بالبولثيلين ، وتقل كثيرًا فى البيوت المغطاة بالبوليستر ، وتكون منخفضة للغاية فى البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس .

ونظرًا للارتفاع الكبير فى تكلفة التدفئة فى البيوت المحمية (وهو الأمر الذى صاحب الارتفاع فى أسعار النفط خلال الفترة من عام ١٩٨٣ ، وحتى عام ١٩٨٥) لذا فقد اتجهت الدراسات نحو إنتاج أنواع من الأغطية تقلل الفقد الحرارى من البيوت المدفأة إلى أدنى مستوى ممكن . ويبين جدول (٢١ - ٢) مقارنة بين الأغطية التقليدية (طبقة واحدة من الزجاج ، أو الفيبرجلاس ، أو البولثيلين) وعدد من الأغطية الأخرى الحديثة فى مقدار الفقد الحرارى الذى يحدث من خلالها . ويتضح من الجدول أن أكثر أنواع الأغطية كفاءة فى تقليل الفقد الحرارى هو الغطاء المكون من ثلاث طبقات من الزجاج ، تفصل بين كل اثنين منها مسافة ٦ مم ، يليها استعمال غطاء أكريلكى Acrylic ذى طبقتين بسمك ١٦ مم ، أو غطاء من البولى كربونات Polycarbonate ذى طبقتين بسمك ١٦ مم . وبالمقارنة .. فإن أقل أنواع الأغطية كفاءة فى تقليل الفقد الحرارى هو غطاء الفيبرجلاس ، فغطاء البولثيلين من طبقة واحدة بسمك يتراوح من ٥٠ - ١٥٠ ميكرون ، فغطاء الزجاج العادى المكون من طبقة واحدة . أما باقى الأغطية المذكورة فى الجدول ، فإنها تعد وسطًا فى هذا الشأن .

جدول (٢١ - ٢) : الفقد الحرارى من مختلف أنواع أغطية البيوت المحمية .

نوع الغطاء	الفقد الحرارى (U)(١) Btu	الفقد الحرارى (U)(١) W	الفقد بالاشعاع (٪ من الفقد الكلى)
الزجاج : طبقة واحدة	١,١٣	٦,٤٠	٤٠٤
طبقتان يفصل بينهما مسافة ٦ مم	٠,٦٥	٣,٦٨	
ثلاثة طبقات يفصل بين كل اثنين منها مسافة ٦ مم	٠,٤٧	٢,٦٦	
البولى فينايل كلورايد	٠,٩٢	٥,٢١	
الفيرجلاس	١,٢٠	٦,٨٠	١,٠
الاكريلك : طبقة واحدة بسمك ٣ مم	١,٠٠	٥,٦٧	
طبقتان بسمك ١٦ مم	٠,٥٨	٣,٢٩	
طبقتان بسمك ٨ مم	٠,٦٤	٣,٦٣	
البولى كاربونات : طبقتان بسمك ١٦ مم	٠,٥٨	٣,٢٩	
طبقتان بسمك ٦,٥ مم	٠,٦٩	٣,٩١	
البولثيلين : طبقة واحدة بسمك ٥٠ ـ ١٥٠ ميكرون	١,١٥	٦,٥٢	٧٠,٨
طبقتان	٠,٧٠	٣,٩٧	
البوليستر (ميلار Mylar)	١,٠٥	٥,٩٥	١١,٢
البولى فينايل فلورايد : طبقة واحدة			٣٠,٠
طبقتان	٠,٧٦	٤,٣١	

(١) U هى مجموع الفقد الحرارى الناتج من التوصيل والاشعاع ، وتقدر اما بالـ Btu لكل قدم مربع / ساعة / فرق درجة واحدة فهرنهيتية بين الحرارة داخل وخارج البيت ، أو بالـ W لكل متر مربع / ساعة / فرق درجة واحدة مئوية بين الحرارة داخل وخارج البيت .

٢١ - ١ - ٢ : حساب احتياجات التدفئة

تستخدم المعادلة التالية لحساب الاحتياجات الحرارية اللازمة لتدفئة البيوت المحمية بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة :

$$H = [A_1 + (A_2 \times R)] \times T \times G \times W \times C$$

حيث إن :

H احتياجات التدفئة مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة .

A_1 مساحة غطاء البيت بالقدم المربع .

A_2 مساحة جدران البيت المصنوعة من مواد أخرى غير مادة الغطاء .

R مقاومة مادة جدران البيت (غير الغطاء) لتوصيل الحرارة (معبرًا عنها ، بالمقارنة بتوصيل الحرارة فى مادة الغطاء) . ويوضح جدول (٢١ - ٣) قيمة R حسب المادة التى تصنع منها جدران البيت .

T أكبر فرق متوقع فى درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله بالفهرنهيت .

G معامل التوصيل الحرارى للغطاء حسب أكبر فرق متوقع فى درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله . ويبين جدول (٢١ - ٤) قيمة G حسب الفرق المتوقع فى درجة الحرارة .

W معامل سرعة الرياح . يستخرج هذا المعامل من جدول (٢١ - ٥)

C معامل الإنشاء . تتحدد قيمته بحالة البيت ، وكيفية إنشائه ، ومدى إحكامه ، ويستخرج من جدول (٢١ - ٦) حسب حالة البيت (Mastalerz ١٩٧٧) .

جدول (٢١ - ٣) : المعامل R للمادة التى تتكون منها جدران البيت السفلية إن وجدت .

مادة جدران البيت السفلية ومواصفاتها	R
ألواح أسبستوس الأسمنت Asbestos Cement Board	٠,٩٤
معرجة بسمك ٩,٥مم	٠,٧٦
أسمنت : سمك ١٠سم	٠,٦٧
سمك ١٥سم	٠,٥٨
قوالب أسمنتية : سمك ١٠سم	٠,٤٦
سمك ٢٠سم	٠,٤٣
قوالب طوب (طابوق) سمك ٢٠سم	

جدول (٢١ - ٤) : معامل التوصيل الحرارى لغطاء البيت (المعامل G للزجاج[١]) حسب أكبر فرق متوقع فى درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله .

أكبر فرق متوقع لدرجة الحرارة بين خارج البيت وداخله (ف°)	معامل التوصيل "G" للزجاج
٥٠	١,٠٩
٥٥	١,١٠
٦٠	١,١١
٦٥	١,١٢
٧٠	١,١٣
٧٥	١,١٤

(١) تلزم جداول بقيم أخرى للمعامل "G" إذا كان غطاء البيت من مواد أخرى غير الزجاج .

جدول (٢١ - ٥) : معامل سرعة الرياح "f_w"

سرعة الرياح (ميل / ساعة)(١)	معامل سرعة الرياح (بدون وحدات)	معامل سرعة الرياح البديل "بدون وحدات"(٣)
١٥ أو أقل	١,٠٠	١,١٠
٢٠	١,٠٤	١,١٤
٢٥	١,٠٨	١,١٨
٣٠	١,١٢	١,٢٢
٣٥	١,١٦	١,٢٦

(١) تؤدى زيادة سرعة الرياح عن ١٥ ميلاً فى الساعة إلى زيادة احتياجات التدفئة بنسبة ٤٪ لكل زيادة قدرها ٥ أميال/ ساعة فى سرعة الرياح .

(٢) يعتبر معامل سرعة الرياح بمثابة معامل تصحيح لمعامل التوصيل الحرارى بمادة غطاء البيت بسبب تأثير زيادة سرعة الرياح على كفاءة الغطاء فى توصيل الحرارة .

(٣) تستخدم القيم البديلة هذه عندما تدفع أجهزة التدفئة بمياز الهواء الداخل، عبر غطاء البيت .

جدول (٢١ - ٦) : معامل الإنشاء "C"(١) .

نوع البيت وحالته	معامل الانشاء "c"
هيكل البيت من المعادن فقط وشرائح الزجاج بعرض ٦٠ سم	١,٠٨
هيكل البيت من الخشب والمعادن وشرائح الزجاج بعرض ٤٠ أو ٥٠ سم	١,٠٥
هيكل البيت من الخشب وشرائح الزجاج بعرض ٥٠ سم :	
البيت محكم الغلق	١,٠٠
البيت متوسط الاحكام	١,١٣
البيت غير محكم	١,٢٥
هيكل البيت من الخشب والغطاء من الفيبرجلاس	٠,٩٥
هيكل البيت من المعدن والغطاء من الفيبرجلاس	١,٠٠
هيكل البيت معدنى والغطاء بلاستيكى : طبقة واحدة	١,٠٠
طبقتان بينهما فراغ هوائى قدره ٢,٥ سم	٠,٧٠

(١) يقيس هذا العامل من الاحتياجات الكلية المحسوبة للتدفئة ، ويعتمد على مادة هيكل البيت ، وغطائه ، ومدى إحكامه .

وبرغم دقة المعادلة السابقة فى تقدير الاحتياجات الحرارية اللازمة ، إلا أنها تتطلب بيانات كثيرة قد لا تتوفر لدى المزارع العادى ، لذا فإنه يشيع استخدام صور أخرى منها أكثر تبسيطاً من السابقة ، وفيها تحسب احتياجات التدفئة كالتالى :

$$H = u\,A\,(t_i - t_o)$$

حيث إن :

H هى احتياجات التدفئة ، مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة .

u ثابت يتوقف على نوع غطاء البيت (وهو الموضح تحت العمود 'Bim' فى جدول(٢١ – ٢)

A مساحة البيت الخارجية بالقدم المربع .

t_i درجة الحرارة الداخلية بالفهرنهيت .

t_o درجة الحرارة الخارجية بالفهرنهيت

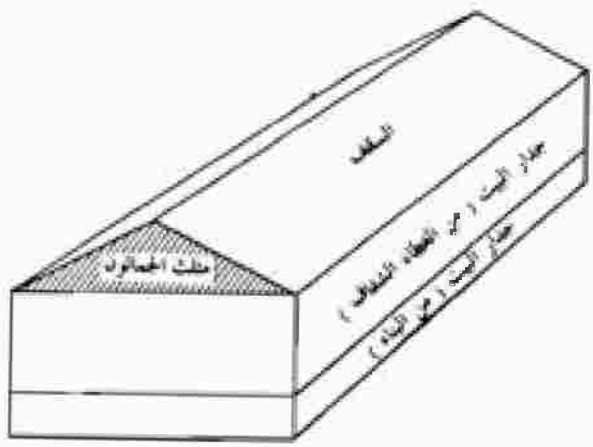
وبرغم تأثر قيمة u بسرعة الرياح ، إلّا أن القيم المبينة فى جدول (٢١ – ٢) هى المتفق عليها ، على اعتبار أن متوسط سرعة الرياح يبلغ حوالى ٢٤ كم/ساعة . ولبيان تأثير الرياح فى هذا الشأن ، فإن قيمة u المتفق عليها لغطاء زجاجى من طبقة واحدة – وهى ١,١٣ – تنخفض إلى ١,٠٥ عندما لا يكون البيت معرضًا للرياح ، وتزيد إلى ١,١٥ فى حالة تعرض البيت للرياح .

ويعنى استخدام هذه المعادلة أنه فى حالة البيوت البلاستيكية المغطاة بطبقة واحدة من البولثيلين يلزم ١١٥٠ وحدة حرارية بريطانية/ساعة/ ١٠٠٠ قدم٢ من المساحة الخارجية للبيت لكل درجة واحدة فهرنهيتية من الفرق فى درجات الحرارة داخل وخارج البيت (Sheldrake وآخرون ١٩٦٢ ، Sheldrake ١٩٦٧) .

طريقة حساب المساحة الخارجية للبيت

يتطلب حساب احتياجات التدفئة (وكذلك التبريد) فى البيوت المحمية معرفة المساحة الخارجية للبيت . ويمكن تقدير ذلك فى الأنواع المختلفة من البيوت ، كالتالى :

١ – البيوت المفردة ذات الشكل الجمالونى المتناظر الأعمدار على جانبى البيت Even Span : تتكون الأسطح الخارجية من (شكل ٢١ – ١) :



شكل ٢١ – ١ : رسم تخطيطى للبيت الجمالونى المتناظر الأعمدار على الجانبين even span وبين الأجزاء المختلفة من البيت اللازمة لحساب مساحته الخارجية واحتياجات التدفئة .

(أ) الجانبان الطويلان للبيت ، وهما مستطيلان .

(ب) الجانبان القصيران للبيت ، ويتكون كل منهما من :

(١) الجزء السفلى ، وهو مستطيل .

(٢) الجزء العلوى (تحت الجمالون) ، وهو مثلث يتساوى فيه ضلعان .

(جـ) جانبا السقف المنحدران ، وهما مستطيلان .

ونحسب أطوال ومساحة الأشكال الهندسية المختلفة كالتالى :

مساحة المستطيل = الطول × العرض

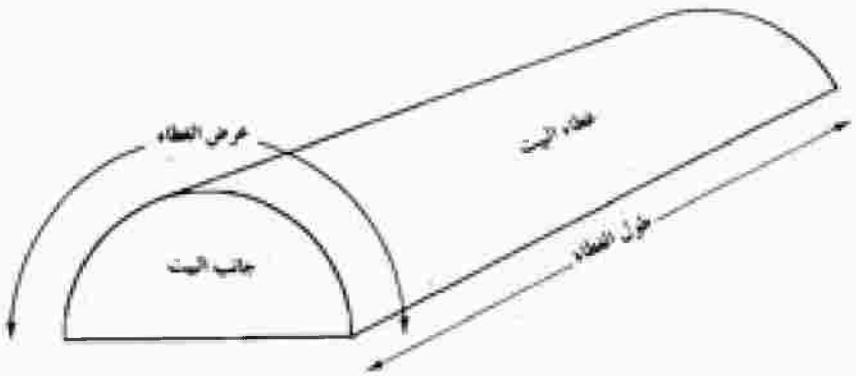
مساحة المثلث الذى يتساوى فيه ضلعان = نصف القاعدة × الارتفاع . هذا .. وتعتبر قاعدة المثلث هى الجانب القصير للبيت ، أما ارتفاعه ، فهو المسافة من مركز الجمالون إلى الأرض ، مطروحًا منها ارتفاع الجانب الرأسى من البيت .

طول الضلع القصير لكل من جانبى السقف المنحدرين (أو وتر مثلث الجمالون)

= √ مربع نصف قاعدة مثلث الجمالون + مربع ارتفاع مثلث الجمالون

٢ – البيوت المفردة النصف أسطوانية Quonset :

يعتبر كل بيت بمثابة نصف أسطوانة (شكل ٢١ – ٢) ، ونحسب مساحته الخارجية بالمعادلة التالية :



شكل ٢١ – ٢ : رسم تخطيطى للبيت النصف أسطوانى quonset يبين الأجزاء المختلفة من البيت اللازمة لحساب مساحته الخارجية واحتياجات التدفئة .

المساحة الخارجية للبيت = $\frac{1}{2}$ (٢ ط نق ل + ٢ ط نق^{2}) .

حيث إن ط = ٣,١٤٢ ، و نق = ارتفاع البيت ، و ل = طول البيت

٣ - البيوت المفردة ذات الشكل النصف أسطوانى المعور Modified quonset :

تتكون الأسطح الخارجية للبيت من :

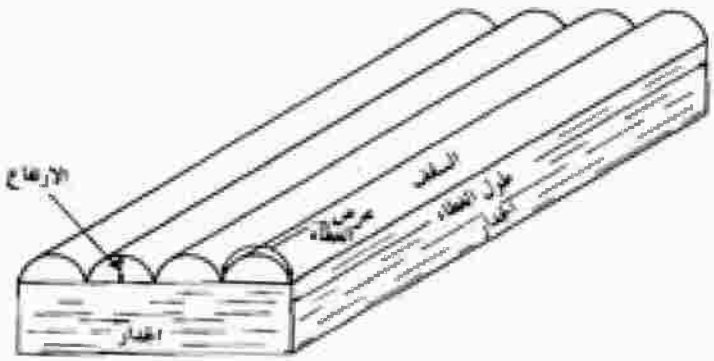
(أ) الجزء السفلى للبيت ، ويتكون من :

(١) الجانبان الطوليان للبيت ، وهما مستطيلان .

(٢) الجانبان القصيران للبيت ، وهما مستطيلان .

(ب) الجزء العلوى للبيت ، ويمكن اعتباره نصف أسطوانة ، ولحساب مساحته كما فى حالة البيوت النصف أسطوانية .

ويبين شكل (٢١ - ٣) مجمعًا من البيوت المتصلة ذات الشكل النصف أسطوانى المعور .



شكل ٢١ - ٣ : رسم تخطيطى لمجموعة من البيوت المتلاصقة ، كل منها على شكل نصف أسطوانى معور modified quonset بين الأجزاء المختلفة للبيت اللازمة لحساب مساحته الخارجية واحتياجات التدفئة .

طريقة حساب حجم البيت

تتوقف قوة التدفئة أو التبريد اللازمين للبيت على حجمه . ويمكن تقدير ذلك فى الأنواع المختلفة من البيوت كالتالى :

١ - البيوت المفردة ذات الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى البيت even span :

يقدر حجم البيت من المعادلة التالية :

$$V = L \times [(Hc \times W) + (\frac{Hr \times W}{2})]$$

حيث إن ح = حجم البيت ، و ل = طول البيت ، و Hr = ارتفاع الجانب الرأسي من البيت ، و ع = عرض البيت ، و Hr = ارتفاع مثلث جمالون السقف .

٢ - البيوت المفردة النصف أسطوانية Quonset :

يعتبر كل بيت بمثابة نصف أسطوانة ، ويحسب حجمه بالمعادلة التالية :

حجم البيت = طول البيت × ($\frac{1}{2}$ × ط نق^{2})

حيث إن نق = نصف عرض البيت .

٣ - البيوت المفردة ذات الشكل النصف أسطواني المعور Modified quonset

يتكون البيت من جزءين هما :

(أ) الجزء السفلي ، وهو متوازي مستطيلات .

(ب) الجزء العلوي ، وهو نصف أسطوانة ، فيها نصف القطر يساوي ارتفاع هذا الجزء . وبالتالي ، فإنه يمكن حساب حجم البيت بالمعادلة التالية :

حجم البيت = طول البيت [(عرض البيت × ارتفاع الجزء السفلي)

$$+ \left[\frac{\text{(ط × مربع ارتفاع الجزء العلوي)}}{2} \right]$$

حيث إن ط = ٣,١٤٢ ، ومربع ارتفاع الجزء العلوي = نق^{2}

٢١ - ١ - ٣ : منظم الحرارة

يستخدم منظم الحرارة Thermostat في تنظيم درجة الحرارة داخل البيوت المحمية ، ويعمل الجهاز على التحكم في درجة الحرارة عن طريق التشغيل الآلي لأجهزة التدفئة والتبريد ونظام التهوية ، سواء بالتحكم في تشغيل المراوح ، أو فتح وغلق منافذ التهوية . ويتم تحديد ذلك مسبقًا بضبط المنظم على درجات الحرارة التي يتعين عندها تشغيل أو إيقاف أي من هذه الأجهزة . ومن الأهمية بمكان أن يكون منظم الحرارة على درجة كبيرة من الحساسية ، حتى لا تحدث تغيرات كبيرة عن درجة الحرارة المرغوبة ، مما تكون له تأثيرات ضارة على النباتات ، فضلاً عن زيادة استهلاك الوقود دون داع .

ولكي تكون كفاءة منظم الحرارة أعلى ما يمكن ، تتعين مراعاة ما يلي بشأنه .

١ - يجب أن يوضع المنظم في مكان يمثل متوسط درجة الحرارة في البيت ، وعلى أن يؤخذ في الاعتبار موضع أنابيب التدفئة أو المدفئات والتيارات الهوائية . وغالبًا ما يوضع المنظم بالقرب من وسط البيت .

٢ - يجب أن يكون موضع المنظم قريبًا من مستوى القمة النامية للنباتات .

٣ - يجب إبعاد المنظم كلية عن أشعة الشمس المباشرة التي تؤدي إلى رفع درجة حرارته عن درجة حرارة الهواء المحيط به . ويتحقق ذلك بوضعه داخل صندوق خشبي ، مع دهان السطح الخارجي للصندوق باللون الأبيض أو الفضي لعكس أشعة الشمس .

٤ – كما يجب أن يكون المنظم فى مكان جيد التهوية ، ويتحقق ذلك بجعل جوانب الصندوق على شكل ريش تعلو واحدة فوق الأخرى لتسمح بمرور الهواء من خلاله . ويفضل تزويد جانب الصندوق بمروحة تدفع الهواء داخل الصندوق بسرعة ١٨٠ متر/ دقيقة .

٥ – تجب إضافة منظم آخر داخل الصندوق مع ضبطه على درجة حرارة ١٠°م ، بحيث يعطى رنين جرس فى منزل المزارع إذا انخفضت درجة الحرارة إلى هذا الحد . ويفيد ذلك فى تدارك الأمر فى حالة فشل أجهزة التدفئة ، حيث يكون هناك متسع من الوقت قبل انخفاض الحرارة إلى درجة التجمد . كما يجب أن يكون مصدر الطاقة لهذا المنظم من بطارية أو من مولد احتياطى لضمان عمله حتى فى حالة انقطاع التيار الكهربائى .

٦ – يجب وضع ترمومتر آخر عادى داخل الصندوق للتأكد من دقة عمل منظم الحرارة .

٢١ – ١ – ٤ : وسائل التوفير فى الطاقة اللازمة للتدفئة أو التبريد

لا تعتبر دراسة أساسيات التحكم فى درجة الحرارة فى البيوت المحمية كاملة ، دون الإشارة إلى الوسائل المستخدمة بغرض توفير الطاقة اللازمة للتدفئة أو التبريد ، لأن تطبيقها يفيد فى تحقيق قدر أكبر من التحكم فى درجة الحرارة داخل البيوت .

وفيما يلى بيان بالطرق والوسائل المتبعة بغرض توفير الطاقة اللازمة للتدفئة أو التبريد فى البيوت المحمية :

١ – اختيار تصميم البيت وتحديد اتجاهه بما يتناسب والظروف الجوية السائدة فى المنطقة ، نظرًا لأن كلا الأمرين يؤثر على كمية الضوء التى تنفذ داخل البيت ، وبالتالى على كمية الطاقة الحرارية التى تصل إلى البيت مع الأشعة الشمسية . هذا .. وقد سبقت مناقشة موضوعى تصميم البيوت (الجزء ٢٠ – ٢) واتجاهها (الجزء ٢٠ – ٣ – ١) .

٢ – اختيار نوع الغطاء وسمكه بما يتناسب أيضًا والظروف الجوية السائدة فى المنطقة ، نظرًا لأن الغطاء لا يؤثر فقط على كمية الضوء التى تنفذ داخل البيت ، بل يؤثر أيضًا على فقد الحرارة من داخل البيت إلى الخارج ، سواء أكان ذلك الفقد بالتوصيل ، أم بالإشعاع ، أم بالتسرب ، وقد سبقت أيضًا مناقشة موضوعى تأثير الغطاء على نفاذية الضوء (الجزء ٢٠ – ٤) وعلى فقد الحرارة (الجزء ٢١ – ١ – ١) .

٣ – استعمال طبقتين أو ثلاث طبقات من الغطاء بدلًا من طبقة واحدة ، نظرًا لأن ذلك يقلل معامل التوصيل الحرارى للغطاء بدرجة كبيرة . فإذا كان معامل التوصيل الحرارى لطبقة واحدة من الغطاء واحدًا صحيحًا ، فإن هذه القيمة تنخفض بنسبة ٤٢٪ ، و ٥٨٪ عند استخدام طبقتين وثلاث طبقات من الزجاج على التوالى ، وبنسبة ٤٠٪ عند استخدام طبقتين من البولثيلين (جدول ٢١ – ٢) . ويعنى ذلك انخفاض احتياجات التدفئة والتبريد بنفس النسبة .

٤ – ضرورة إقامة البيوت المحمية بجانب مصدات الرياح لخفض معامل سرعة الرياح (W) فى حسابات التدفئة (الجزء ٢١ – ١ – ٢) .

٥ – الاهتمام بحالة البيت ومدى إحكامه ، وتغيير الزجاج المكسور أولًا بأول لخفض معامل الإنشاء "C" فى حسابات التدفئة (الجزء ٢١ – ١ – ٢) .

٦ – التقليل – قدر المستطاع – من حركة الهواء الداخلى قريبًا من جدران البيت ، لأن هذه التيارات الهوائية تزيد من فقد الحرارة بالتوصيل . ويمكن التحكم فى ذلك الأمر بالاختيار الأمثل لوضع المدفئات وأنابيب التدفئة فى البيت (الجزء ٢١ – ٢)

٧ – يجب توجيه الهواء البارد (فى البيوت المبردة) فى مسار يتخلل النباتات ، مع التقليل – قدر المستطاع – من حركته أعلى النباتات (فى قمة البيت) أو أسفلها (فى حالة الزراعة على المدادات) ، نظرًا لأن هذه المسارات تقلل كثيرًا من كفاءة عملية التبريد (الجزء ٢١ – ٣ – ٢) .

٨ – الاستفادة القصوى من عملية التهوية فى خفض احتياجات التبريد ، أو الاستغناء عنها نهائيًا فى المناطق المعتدلة (الجزء ٢١ – ٤) .

٩ – يمكن خفض الفاقد فى الحرارة ليلًا بمقدار ٧٠ – ٨٠٪ فى البيوت المحمية التى تتكون أسقفها من طبقتين من الغطاء بدفع رغوة foam خاصة بين الطبقتين . ويتم ذلك بدفع تيار من الهواء فى سائل بتمدد بمقدار ١٠٠٠ ضعف ، مكونًا الرغوة التى تنتشر بين طبقتى الغطاء . هذا .. وتتلاشى الرغوة فى خلال نصف ساعة ، ويتجمع السائل من جديد فى خزان خاص ليتم ضخه من جديد حسب الحاجة . (ويمكن استخدام نفس النظام للحماية الجزئية من أشعة الشمس القوية نهارًا (Collins & Jensen ١٩٨٣) .

١٠ – تغطية البيوت المحمية بشباك التظليل من أعلى البلاستيك بهدف خفض احتياجات التبريد . وتتوفر الشباك بنسب تظليل تتراوح من ١٠ إلى ٩٠٪ حسب الحاجة . ويمكن فى حالة عدم توفر شباك التظليل رش السطح الخارجى للبيت بالجير فى بداية فصل الصيف .

١١ – يمكن تحسين التدفئة ليلًا بملء أنابيب بلاستيكية واسعة بالماء ، مع جعلها ممتدة على سطح التربة قريبًا من خطوط الزراعة ، حيث يكتسب الماء كمية كبيرة من الحرارة نهارًا ، نظرًا لارتفاع حرارته النوعية ، ثم يفقدها ليلًا بالإشعاع إلى جو البيت بالقرب من النباتات (شكل ٢١ – ٤) .

استخدام طبقتين من الغطاء فى البيوت المحمية

سبق أن بينا أن استعمال طبقتين من الغطاء بدلًا من طبقة واحد يقلل معامل التوصيل الحرارى للغطاء بنسبة ٤٠٪ ، وبخفض احتياجات التدفئة – والتبريد – بنفس القدر . وهذا .. فقد اتجهت الدراسات نحو الاستفادة من هذه الخاصية . وكانت البداية فى البيوت البلاستيكية ، نظرًا لرخص أغطية رقائق البلاستيك كثيرًا عن ألواح الزجاج أو الفيبرجلاس .

هذا .. ولتحقيق أكبر قدر من الاستفادة من طبقتى الغطاء فى خفض معامل التوصيل الحرارى يلزم تأمين مسافة أربعة سنتيمترات من الهواء الساكن dead air space بين الطبقتين تعتبر بمثابة وسادة هوائية air cushion عازلة ، لأن نقص المسافة بينهما عن ذلك يقلل من أهميتهما فى خفض معامل التوصيل الحرارى . وفى حالة تلامسهما ، فإنهما يعملان معًا كطبقة واحدة ، ولا يؤثران على معامل التوصيل . أما فى حالة زيادة المسافة بينهما ، فإن ذلك يكون مصاحبًا بتحركات للهواء المحصور

بينهما ، فإذا ما وصلت المسافة بينهما إلى ٢٠ سم ، تولدت تيارات هوائية تحمل الحرارة من الطبقة الداخلية إلى الطبقة الخارجية ، ثم إلى الجو الخارجي ، وبذلك تنخفض كفاءتهما في العزل الحراري

شكل ٢١ - ٤ : تغطية الفقل بالأنابيب البلاستيكية المملوءة بالماء ، والممتدة بين خطوط الزراعة . يكتسب الماء الحرارة نهارًا ، ويفقدها ليلًا بالإشعاع .

يتم تثبيت طبقتي البلاستيك من خارج البيت . ويفضل أن تكون شريحة البلاستيك الخارجية بسمك ١٥٠ ميكرون ، والداخلية بسمك ١٠٠ ميكرون . ويتم تأمين الوسادة الهوائية بين طبقتي البلاستيك بدفع تيار مستمر من الهواء بينهما ويتم ذلك بتخصيص موتور صغير لدفع الهواء blower لكل بيت يكون قادرًا على دفع ٠,٧٥ - ١,٥٠ م٣ من الهواء/دقيقة ، وبقوة نصف حصان تقريبًا ، وبستهلك ٤٠ وات/ ساعة ويجب أن يكون الضغط بين شريحتي البلاستيك ٥ - ٧,٥ مم ماء . ويمكن قياس ذلك بواسطة مانومتر manometer يتم تصنيعه من أنبوبة بلاستيكية شفافة بطول ٦٠ سم تثنى على شكل حرف U ، وتثبت على لوحة خشبية يوضع أحد طرفيها بين شريحتي البلاستيك ، والطرف الآخر داخل البيت ، ومع إضافة ١٥ - ٢٠ سم طول من الماء في الأنبوبة يمكن قراءة الفرق بين مستوى سطح الماء في طرفي الأنبوبة . وكل فرق مقداره ٥ مم يعني ضغطًا مقداره ١ رطل/ بوصة مربعة . هذا .. ويمكن تدريج الأنبوبة واستعمال ماء ملون ليمكن رؤيته بسهولة .

ومن أهم مزايا استخدام طبقتين من البلاستيك ما يلي :

٢ – تقليل أو منع ظاهرة التكثف ، ويتبع ذلك نقص أو انعدام الأضرار التى تصاحب تساقط قطرات الماء على النباتات .

٣ – زيادة مقدار الضوء النافذ نتيجة لقلة أو انعدام ظاهرة التكثف .

٤ – يكون من الأسهل الاحتفاظ بدرجة حرارة ثابتة داخل البيت .

٥ – تكون الشريحة البلاستيكية الثانية بمثابة ضمان لوقاية المزروعات فى حالة التلف المفاجىء لإحدى الشريحتين ، خاصة فى الجو الشديد البرودة أو الحرارة (Sheldrake ١٩٦٩ و ١٩٧١ ، Nelson ١٩٨٥) .

لكن يعاب على استخدام طبقتين من الغطاء خفض نسبة الضوء النافذ إلى داخل البيت بدرجة يسيرة (جدول ٢١ – ٧) . وبينما يعد هذا الانخفاض فى نسبة الضوء النافذ أمرًا قليل الأهمية فى المناطق المعتدلة ، وقد يكون مرغوبًا فى المناطق الحارة ، إلا أنه يعد عيبًا كبيرًا فى المناطق الباردة التى تنخفض فيها شدة الإضاءة كثيرًا .

جدول (٢١ – ٧) : تأثير وجود طبقتين من الغطاء على نفاذيته للضوء .

الغطاء	نفاذية الغطاء للضوء (٪) فى حالة وجود طبقة واحدة	نفاذية الغطاء للضوء (٪) فى حالة وجود طبقتين
زجاج (سمك ٣,٢ مم)	٨٨ – ٨٩	٧٨ – ٨٠
فيبر جلاس (سمك ٦,٤ مم)	٨٦	٧٥ – ٧٧
بولثيلين (سمك ١٠٠ ميكرون)	٩١ – ٩٢	٨٣ – ٨٤
بولى فينيل كلورايد (سمك ١٠٠ ميكرون)	٩٢ – ٩٣	٨٦ – ٨٧

٢١ – ٢ : طرق التدفئة

تتعدد وتتنوع الطرق المستخدمة فى تدفئة البيوت المحمية ، ولكل طريقة الظروف الخاصة التى تناسبها . ويمكن توصيل جميع نظم التدفئة بمنظم الحرارة الذى يتحكم فى تشغيلها ، بحيث تظل درجة الحرارة دائمًا فى الحدود المسموح بها . ويستثنى من ذلك التدفئة بالمدفئات الغازية ، ومدافىء الكيروسين ، والبارافين ، حيث يتم تشغيلها يدويًا خلال فترة انخفاض درجة الحرارة . هذا .. ويفضل نظام التدفئة المركزية Centeral heating فى تجمعات البيوت المتصلة . ويلزم فى جميع نظم التدفئة التى تعتمد على الكهرباء فى تشغيلها فى توليد الحرارة أن يؤمن مصدر إضافى للتدفئة ، أو مولد كهربائى احتياطى للاستعانة بأى منهما فى حالة انقطاع التيار الكهربائى . وفيما يلى عرض للطرق المتبعة فى تدفئة البيوت المحمية .

٢١ – ٢ – ١ : التدفئة بأنابيب الماء الساخن وأنابيب البخار

يعتمد كلا النظامين على تسخين الماء فى غلايات boilers ، ثم نقله فى صورة ماء ساخن أو بخار فى أنابيب خاصة إلى داخل البيت الذى تتم تدفئته بالإشعاع الحرارى من الأنابيب .

وفى حالة التدفئة بأنابيب الماء الساخن hot water pipes يتم تسخين الماء فى مراجل خاصة ، ثم يدفع فى شبكة أنابيب التدفئة داخل البيت بمضخة خاصة تعمل بصورة دائمة . وعندما تصل درجة الحرارة داخل البيت إلى حدها الأقصى يقوم منظم الحرارة بتحويل دوران الماء آليًا ليستمر داخل الأنابيب فقط ، دون الرجوع إلى المراجل . وعندما يبرد الماء داخل الأنابيب ، وتصل درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأدنى المسموح به يقوم منظم الحرارة بفتح الصمام الذى يسمح بدوران الماء داخل المرجل ، ثم إلى الأنابيب ، وبذلك يعاد تسخينه . وقد يوصل المنظم بالمضخة مباشرة ، بحيث لا يضخ الماء إلا عند انخفاض درجة حرارة البيت إلى الحد الأدنى المسموح به . وإلى جانب منظم الحرارة السابق الذى يتحكم فى حركة دوران الماء فى الأنابيب ، فإنه يوجد منظم آخر لحرارة الماء (aquastat) يتصل بالمرجل ، ويتحكم فى إشعال جهاز تسخين الماء وإطفائه تلقائيًا للمحافظة على درجة حرارة الماء ، والتى تكون عادة فى حدود ٨٠ – ٨٥°م .

أما فى حالة التدفئة بأنابيب البخار steam pipes ، فإن الماء يتم تسخينه إلى درجة حرارة ١٠٢°م ، بحيث يتحول إلى بخار تحت ضغط خفيف يصل إلى حوالى خمسة أرطال/بوصة مربعة . وينظم صمام آلى دوران البخار داخل الأنابيب ، وفى فتح الصمام الذى يسمح بإدخال البخار إليها . هذا .. وتكون أنابيب التدفئة مائلة قليلًا من أجل إعادة الماء الناتج عن تكثف البخار مرة أخرى إلى المرجل لإعادة تبخيره واستعماله فى التدفئة من جديد .. ويعاب على هذا النظام عدم تجانس التدفئة داخل البيت ، نظرًا لأن الهواء المجاور للأنابيب يكون ساخنًا بدرجة كبيرة ، الأمر الذى قد يضر بالنباتات القريبة منها . ويمكن الاستفادة من مرجل البخار فى تعقيم التربة أيضًا (عرفاوى ١٩٨٤) .

هذا .. وقد كان المتبع قديمًا استعمال أنابيب حديدية بقطر ٤ بوصات للتدفئة . هذه الأنابيب كان يعاب عليها ضعف كفاءتها ، نظرًا لبطء إشعاع الحرارة منها ، فضلًا عن صعوبة تداولها ، نظرًا لضخامتها . وقد تغير ذلك الآن إلى استعمال أنابيب بقطر ٢ بوصة للماء الساخن ، وبقطر ١,٢٥ – ١,٥٠ بوصة للبخار .

ويمكن تقدير الطول اللازم من الأنابيب لتدفئة البيت إذا علمت احتياجات التدفئة من الوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة ، لأن كل قدم طولى من الأنابيب يشع :

١٦٠ وحدة حرارية بريطانية/ ساعة فى حالة الأنابيب بقطر ٢ بوصة ، وعند استخدام ماء حرارته ٨٢°م .

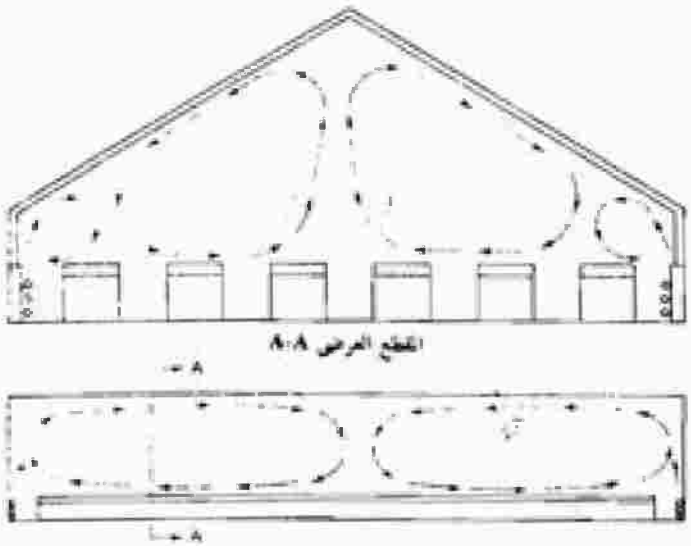
٢١٠ وحدة حرارية بريطانية/ ساعة فى حالة الأنابيب بقطر ١ ½ بوصة ، وعند استخدام بخار حرارته ١٠٢°م .

١٨٠ وحدة حرارية بريطانية/ ساعة فى حالة الأنابيب بقطر ١ ¼ بوصة ، وعند استخدام بخار حرارته ١٠٢°م .

وطبيعى أن يزيد الطول اللازم من الأنابيب عن محيط البيت ، الأمر الذى يستلزم معه عمل عدة طبقات من الأنابيب .

ولا يجوز تكديس كل الأنابيب قرب الجدر الجانبية للبيت ، نظرًا لأن ذلك يؤدى إلى تولد تيارات هوائية غير مرغوبة، حيث يتصاعد الهواء الدافىء مباشرة موازيًا لجدار البيت إلى أن يصل إلى

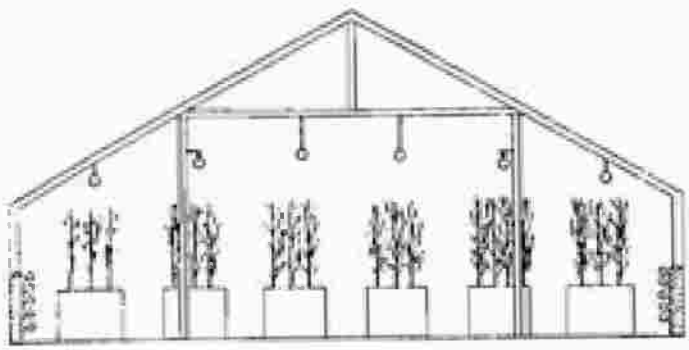
السقف ، ثم يتحرك جانبًا إلى أن يتقابل مع تيار مقابل له من الجانب الآخر ، فيتجه إلى أسفل من منتصف البيت بعد أن يكون قد برد من جراء تلامسه مع جدران البيت والسقف ، وبعد ذلك يمر على النباتات وهو بارد ، فلا تتحقق بذلك الفائدة المرجوة من التدفئة ، (شكل ٢١ - ٥ أ) . ولهذا السبب يجب توزيع الأنابيب بحيث يكون بعضها بامتداد خطوط الزراعة أو أعلى مستوى النباتات إلى جانب الأنابيب الجانبية (شكل ٢١ - ٥ ب) . وتجدر الإشارة إلى أن تكدس الأنابيب فوق بعضها البعض يقلل من فاعليتها إلى درجة أن كل خمس أنابيب متقاربة توازي في كفاءتها أربع أنابيب منفردة .



القطع العرضى A-A

قطاع طولى

(أ)



(ب)

شكل ٢١ - ٥ : (أ) مسار التيارات الهوائية عند وجود أنابيب التدفئة على جانبي البيت . (ب) أنابيب للتدفئة على جانبي البيت ، وأخرى أعلى مستوى النباتات للتغلب على مشكلة تحرك الهواء خلال النباتات بعد أن يفقد حرارته .

وقد استخدم نوع جديد من الأنابيب ذو سطح خارجى كبير يطلق عليه اسم fin pipes ، وهى أنابيب عادية ، إلا أن لها العديد من الأسطح المعدنية الرقيقة البارزة التى تعمل على زيادة مسطحها الخارجى ، وبالتالى زيادة فعاليتها فى إشعاع الحرارة إلى الهواء المحيط بها . وهذه الأنابيب المقدرة على إشعاع الحرارة بما يعادل ٤ – ٥ أضعاف الأنابيب العادية .

٢١ – ٢ – ٢ : التدفئة بتيارات الهواء الدافىء

تستخدم فى التدفئة بنظام تيارات الهواء الدافىء Circulating Warm Air مراوح كهربائية لتحريك الهواء الذى يتم إنتاجه إما بمدافىء كهربائية أو بوحدات تدفئة تعمل بالنفط أو بالغاز . والطريقة الثانية أرخص من استعمال المدافىء الكهربائية ، وفيها يتم حرق النفط أو الغاز خارج البيت ، حيث تنطلق نواتج الاحتراق بالجو الخارجى ، بينما يدفع تيار الهواء الدافىء المحيط بوحدة حرق الوقود بواسطة مراوح كهربائية فى أنابيب بلاستيكية مثقبة تمتد أعلى مستوى النباتات بطول البيت ، حتى يتوزع بصورة منتظمة فى جميع أنحاء البيت (يراجع الجزء ٢١ – ٤ – ٣) .

٢١ – ٢ – ٣ : المدافىء الكهربائية

تعتبر المدافىء الكهربائية Electric Heaters أنظف وأسهل طرق التدفئة ، لكن يعاب عليها ارتفاع تكاليفها . وقد تنطلق الحرارة منها من خلال أنابيب مشعة ، أو بواسطة المراوح .

٢١ – ٢ – ٤ : مدافىء الكيروسين أو البارافين

لا تستخدم مدافىء الكيروسين أو البارافين إلا فى البيوت الصغيرة الحجم . وهى قليلة التكاليف وسهلة الاستعمال ، لكن يعاب عليها أنه لا يمكن ربط تشغيلها بمنظم للحرارة ، كما تنطلق منها بعض الغازات السامة التى تضر بالنباتات ، مثل : غاز ثانى أكسيد الكبريت . ولتلافى هذه العيوب يراعى أن يستعمل فى تشغيلها وقود ذو نوعية جيدة ، مع تشغيلها بصورة سليمة تقلل من انطلاق الغازات السامة منها .. ويجب توصيل الهواء إلى المدفأة بأنبوبة خاصة تمتد إلى خارج البيت ، نظرًا لأنها تحتاج إلى الأكسجين لعملها ، بينما تكون البيوت البلاستيكية غالبًا محكمة الغلق . وكقاعدة عامة .. تلزم بوصة مربعة (٦,٢٥ سم²) من مقطع الأنبوبة الموصلة للهواء لكل ٢٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية (Btu) ، وعليه .. يجب أن تكون مساحة مقطع الأنبوبة الموصلة للهواء نحو ٣٠٠ سم² لتشغيل مدفأة قوتها ١٠٠ ٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية .

٢١ – ٢ – ٥ : التدفئة بالطاقة الشمسية

يعمل نظام التدفئة بالطاقة الشمسية Solar Heating على مبدأ تخزين الحرارة الناتجة من أشعة الشمس نهارًا بواسطة تسخين الماء وحفظه فى خزانات لإعادة استخدامه فى التدفئة ليلًا .

تجمع الحرارة من أشعة الشمس بواسطة ألواح خاصة مطلية باللون الأسود لزيادة قدرتها على امتصاص الحرارة التى لا تلبث أن تنتقل منها بالتوصيل إلى طبقة رقيقة من الماء تمر بداخلها ، ويدور الماء من أنابيب التسخين إلى خزان متصل بها يبطء بواسطة مضخة خاصة توجد فى خزان الماء . وتقوم مضخة أخرى بدفع الماء الساخن للدوران فى شبكة أنابيب التدفئة فى البيت .

وتجدر الإشارة إلى أن كفاءة هذه الطريقة فى التدفئة تتأثر بشدة ، وتنخفض كثيرًا فى الجو المليد بالغيوم ، الأمر الذى يدعو إلى تجهيز البيت بنظام تدفئة احتياطى كموقد الكيروسين مثلًا (عرفاوى ١٩٨٤) .

كما يستفاد من الطاقة الشمسية فى تدفئة نوع من البيوت المحمية يطلق عليها اسم Solar Green houses . وقد أنشئت أول مجموعة من هذه البيوت بمعهد الأبحاث الزراعية الوطنى (INRA) فى Montfavet بفرنسا ، وهى بيوت زجاجية تتكون أسقفها من طبقتين من الزجاج : العلوية منهما زجاج عادى ، والسفلية عبارة عن نوع خاص يمتص الأشعة تحت الحمراء . ويمر على طبقة الزجاج السفلية تيار مستمر من الماء يقوم بامتصاص الحرارة نهارًا ، ويستخدم فى التدفئة ليلًا ، ويحفظ الماء فى خزان تحت الأرض خارج البيت . وعندما تتغير حرارة الماء بدرجة كبيرة ، فإنه يخلط بماء جوفى يسحب أولًا بأول بطلمبات خاصة ، علمًا بأن حرارة الماء الأرضى تتراوح دائمًا من ١٢ - ١٥°م .

وبهذه الطريقة لا تحتاج هذه البيوت إلى أية تدفئة أو تبريد ، ولكن المحصول يقل فيها قليلًا ، نظرًا لضعف شدة الإضاءة بها شتاءً .

٢١ - ٢ - ٦ : التدفئة بالأشعة تحت الحمراء

يؤدى استخدام الأشعة تحت الحمراء فى التدفئة إلى رفع درجة حرارة النباتات فقط ، مع بقاء هواء البيت باردًا ، لكن تظهر اختلافات فى درجة الحرارة بين أجزاء النبات الواحد ، لأن الأجزاء المظللة لا تصلها الأشعة ، وتبقى باردة . وبالمقارنة بالطرق الأخرى للتدفئة ، فإن هواء البيت - فى حالة التدفئة بالأشعة تحت الحمراء - يكون أبرد ، وتكون رطوبته النسبية أعلى (Knies & Breuer ١٩٨٠) . وقد ناقش Challa (١٩٨٠) تأثير استخدام الأشعة تحت الحمراء فى تدفئة البيوت المحمية على المحاصيل المختلفة من عدة جوانب ، منها الاختلافات فى درجات حرارة الهواء والتربة والنبات ، والعلاقات المائية .

٢١ - ٣ : طرق التبريد

تعد البيوت المحمية المبردة ضرورة لا غنى عنها لإنتاج الخضروات خلال شهور الصيف فى بعض دول العالم ، والتى من أمثلتها دول الخليج العربى التى يزيد المعدل الشهرى لدرجة الحرارة العظمى فى معظم أرجائها عن ٤٠°م خلال الفترة من مايو حتى سبتمبر . وقد تصل درجة الحرارة العظمى فى بعض أيام الصيف إلى ٤٨ - ٥٠°م ، وهو الأمر الذى يستحيل معه إنتاج معظم محاصيل الخضر فى الحقول المكشوفة ، فضلًا عن انخفاض الرطوبة النسبية فى المناطق الداخلية البعيدة عن السواحل إلى مستويات تقل غالبًا عن ١٥٪ ، وهى دون الحد المناسب للنمو النباتى ، والتلقيح ، وعقد الثمار . وحتى يمكن إنتاج الخضر خلال هذه الأشهر الشديدة الحرارة فى هذه المناطق ، فإنه يتعين خفض درجة الحرارة بمقدار ١٥°م ، ورفع الرطوبة النسبية إلى نحو ٧٠ - ٨٠٪ ، ولا يتأتى ذلك إلا داخل البيوت المحمية المبردة .

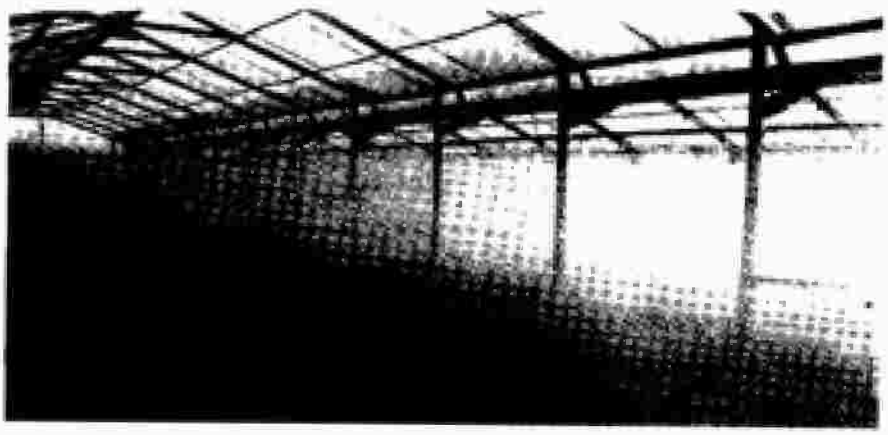
هذا .. وتتبع طريقتان رئيسيتان فى تبريد البيوت المحمية هما : التبريد بالرذاذ أو الضباب ، والتبريد بمبردات الهواء . أما التبريد بمكيفات الهواء ، فلا يصلح للإنتاج التجارى للخضر ، نظرًا لارتفاع تكاليفه ، ولكنه قد يستخدم فى البيوت المخصصة للبحوث العلمية .

٢١ - ٣ - ٦ : التبريد بالرذاذ أو الضباب

يعرف نظام التبريد بالرذاذ أو الضباب mist باسم « التضبيب » misting . ويتم فى هذه الطريقة ضخ الماء تحت ضغط مرتفع لا يقل عن ٤٢ كجم/سم٢ (٦٠٠ رطل/ بوصة٢) فى أنابيب تثبت أعلى مستوى النباتات ، حيث يخرج الماء من بشابير خاصة على شكل رذاذ دقيق جدًا يشبه الضباب (شكل ٢١ - ٦) ، فيتبخر بسهولة ، وبالتالى تنخفض درجة الحرارة ، كما ترتفع الرطوبة النسبية ، ويلزم لنجاح هذه الطريقة أن توفر كميات كبيرة من الماء الخالى تقريبًا من الأملاح .

هذا .. وقد يستعمل نظام التبريد بالضباب منفردًا ، كما هو الحال فى المناطق المعتدلة ، أو مع نظام التبريد بمبردات الهواء فى المناطق الشديدة الحرارة . ففى المناطق المعتدلة يفيد الضباب فى تلطيف جو البيت وخفض درجة الحرارة بعد الظهيرة حين لا تكون التهوية كافية بمفردها لخفض حرارة البيت . كما يساعد الضباب على زيادة الرطوبة النسبية إلى الدرجة التى تسمح بالعقد الجيد لثمار بعض المحاصيل كالقاوون . أما فى المناطق الحارة ، فإن الضباب يساعد مع مبردات الهواء فى إحداث خفض أكبر فى درجة الحرارة ، نظرًا لأن المبردات قد لا تكفى بمفردها فى الفترات الشديدة الحرارة . ويستفاد من ذلك أنه ينصح بتركيب نظام « التضبيب » فى جميع البيوت المحمية فى المناطق المعتدلة والحارة على حد سواء .

هذا ويمكن الاستفادة من نظام التبريد بالضباب فى تزويد النباتات بجزء من مياه الرى التى تلزمها . وقد لا تروى النباتات إلا بالرذاذ ، لكن يعاب على هذه الطريقة أن أرض البيت تصبح موحلة . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بفرش الممرات بالبلاستيك أو بالزراعة فى بالات القش المضغوط (أنظر الجزء ٢٣ - ٦) .

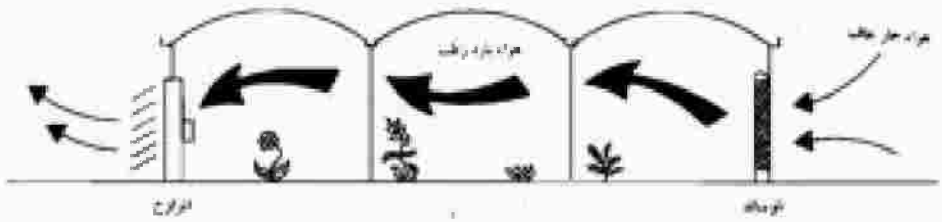


شكل ٢١ - ٦ : التبريد بـ « التضبيب » (رذاذ الماء الشبيه بالضباب) .

٢١- ٣ - ٢ : التبريد بمبردات الهواء

يطلق على نظام التبريد بمبردات الهواء Air Coolers اسم التبريد الصحراوى ، أو نظام المروحة والوسادة Fan and Pad System .

يعتمد التبريد فى هذه الطريقة على تبخر الماء من وسائد pads مبتلة عن طريق إجبار تيار من الهواء بالمرور من خلالها . يتم إيصال منظم للحرارة بمروحة كبيرة توجد فى أحد جانبى البيت ، بينما توجد الوسائد فى الجانب الآخر . وعند وصول درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأقصى المسموح به يقوم المنظم بتشغيل كل من المروحة ومضخة ماء . تقوم المضخة بدفع تيار من الماء أعلى الوسائد لجعلها رطبة بصفة دائمة ، بينما يؤدى تشغيل المروحة إلى إحداث تفريغ داخل البيت ، يتبعه اندفاع الهواء من خلال الوسائد المبتلة ، حيث يتبخر جزء من الماء ، وبالتالى يكون الهواء الداخل للبيت باردًا أو رطبًا (شكل ٢١ - ٧) . أما الماء الذى لا يتبخر ، فإنه يتجمع أسفل الوسادة ليتم ضخه مرة أخرى ... وهكذا.



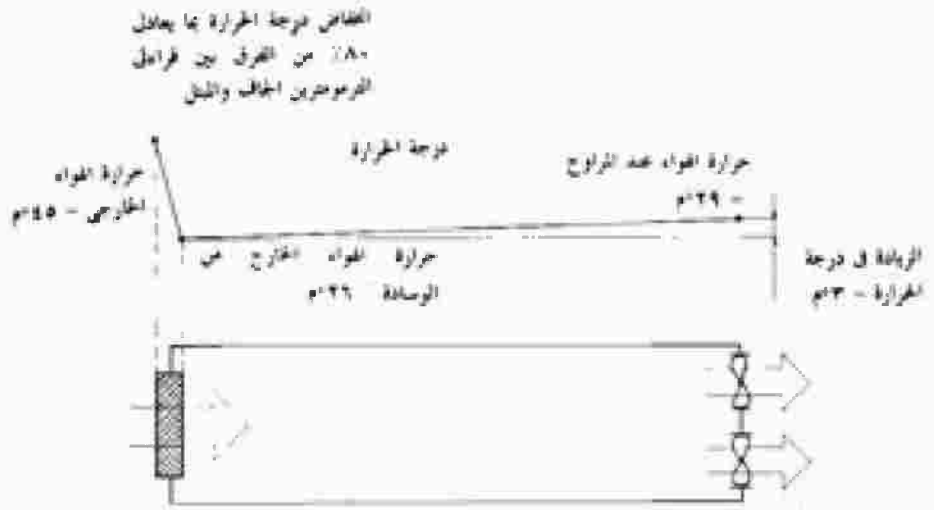
شكل ٢١ - ٧ : مسار الهواء فى البيوت المبردة بنظام المروحة والوسادة .

ويتم التبريد فى هذا النظام على أساس أن تبخر الماء تستلزمه طاقة ، وأن هذه الطاقة تؤخذ من الوسادة أو الهواء المحيط بها ، وعليه .. تنخفض درجة حرارة الهواء الداخل إلى البيت عن الجو الخارجى ، وقد يصل الفرق فى درجة الحرارة بين الهواء الداخل إلى الوسادة والهواء الخارج منها إلى ٦ - ١٤°م ، لكن ترتفع درجة حرارة الهواء الذى يمر خلال البيت تدريجيًا ، ويقدر الفرق بين درجتى الحرارة عند الوسادة وعند المروحة بنحو ٣ - ٤ درجات مئوية (شكل ٢١ - ٨) .

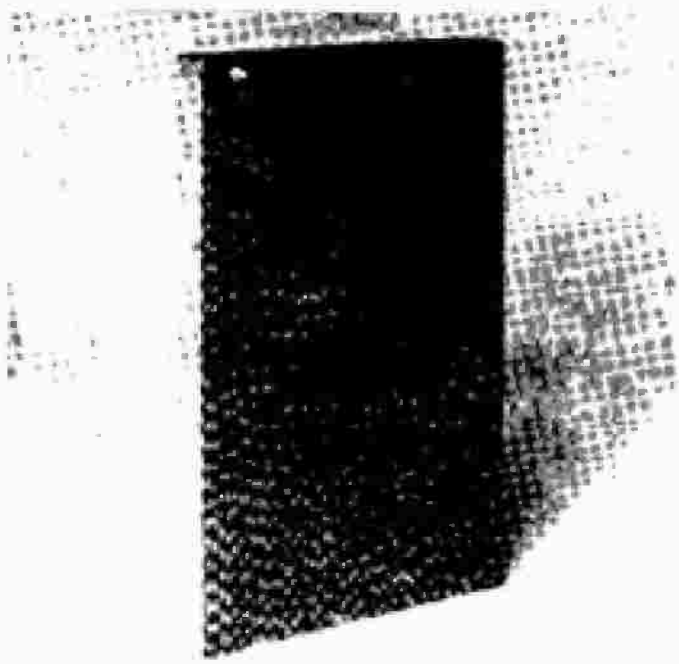
الوســـائد Pads

كانت الوسائد تصنع من أكياس شبكية مملوءة بأية مادة ماصة للماء وذات سطح كبير ، مثل القش ، أو « برى » الخشب ، أو ما شابه ذلك من المواد ، إلّا أن هذه النوعية لم يعد لها استعمال كبير فى الوقت الحاضر ، نظرًا لضعف كفاءتها ، وضرورة تغييرها سنويًا . أما الوسائد الحديثة ، فإنها تتكون من ورق سيليلوزى معرج ، ومشبع بأملاح غير ذائبة ، وبمواد تزيد من صلابة الورق مع بعض المواد التى تساعد على البلل (شكل ٢١ - ٩) . وقد تخدم هذه الوسائد لمدة ١٠ سنوات أو أكثر . وهى تتوفر بسمك بتراوح من ١٠ - ٣٠ سم ، علمًا بأن زيادة السمك تعنى نقص المسطح العام للوسادة الذى يجب توفره لتحقيق التبريد اللازم . وتزيد كفاءة هذه النوعية من الوسائد كثيرًا عن كفاءة الوسائد التى تملأ بالمواد الماصة . فبينما نجد أنه تلزم قدم مربع واحد من مسطح وسادة عادية

لكل ١٥٠ قدم مكعب من الهواء المار خلالها فى الدقيقة ، نجد أن نفس المساحة من الوسائد الجديدة سمك ١٠ سم تكفى لكل ٢٥٠ قدم مكعب من الهواء المار خلالها فى الدقيقة .



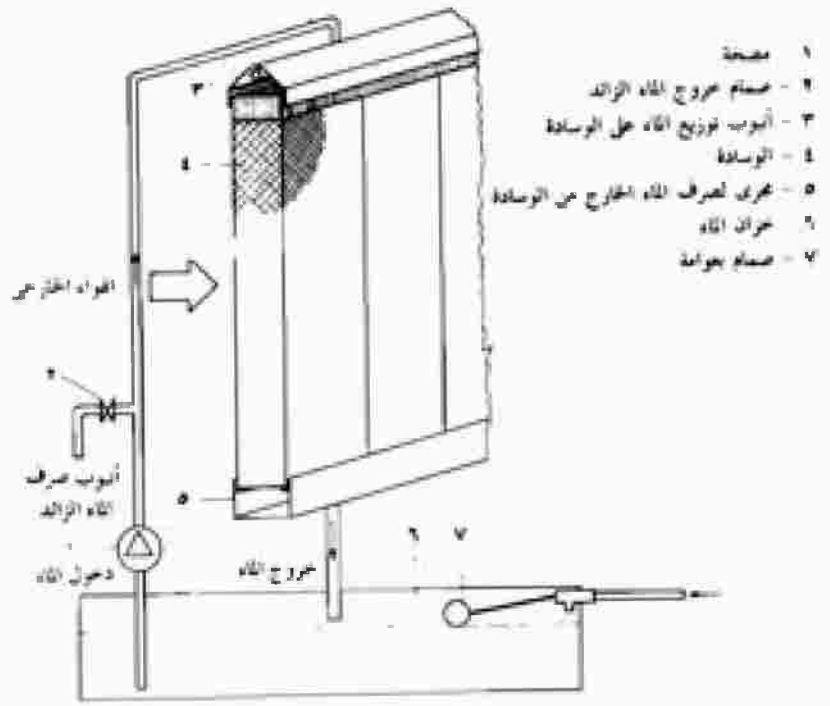
شكل ٢١ - ٨ : التغيرات فى درجة حرارة الهواء المار خلال البيوت المبردة بنظام المروحة والوسادة .



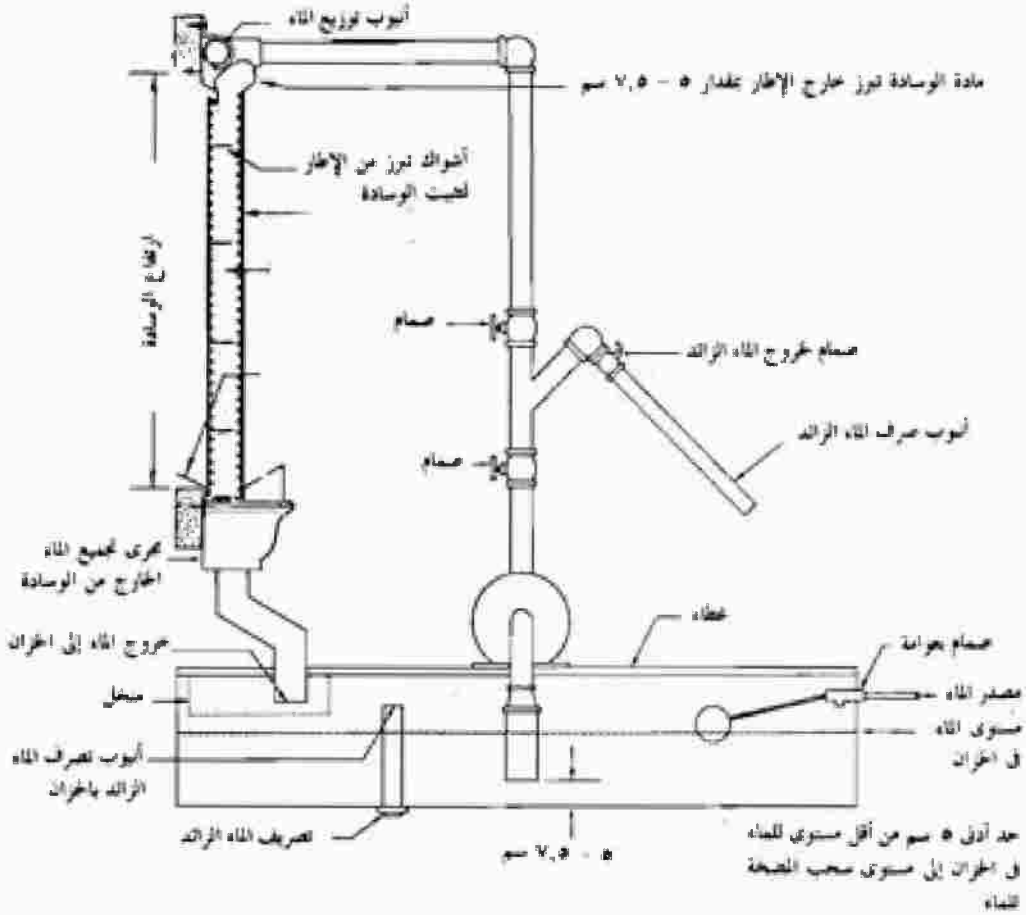
شكل ٢١ - ٩ : أحد الأنواع الحديثة من الوسائد pads المستخدمة فى التبريد (شركة Munters - السويد) .

هذا .. ويوضح شكل (٢١ - ١٠) التركيب العام للوسادة ، وكيفية تزويدها بالماء اللازم للتبريد . أما شكل (٢١ - ١١) ، فيبين التركيب الدقيق لمكونات الوسادة وملحقاتها . ويصل الماء إلى الوسادة من خلال أنبوبة (بلاستيكية غالبًا) تثبت أفقيًا أعلى الوسادة وبامتداد طولها لتكون هذه الأنبوبة مسدودة من طرفيها ، وتوجد بأسفلها ثقوب كل نحو ١٠ سم ، وتتصل من منتصفها بمصدر الماء . ولا يجوز أن يصلها الماء من أى موقع آخر ، خاصة عندما يزيد طول الوسادة عن ٢٢ مترًا . وتوضع مصفاة أسفل الأنبوبة لتوزيع الماء بتجانس قبل أن يسقط على الوسادة . وقد لا توجد مثل هذه المصفاة ، لكن يجب أن تكون ثقوب الأنبوبة فى هذه الحالة متقاربة بدرجة تسمح بحسن توزيع الماء على الوسادة بانتظام . وتثبت الوسادة أسفل المصفاة فى وضع رأسى . ونظرًا لأن الوسادة تتمدد بالبلل وتنكمش بالجفاف ، فإنها توضع داخل شبكة سلكية . كما يوجد مجرى أسفل الوسادة لتلقى الماء الزائد الذى ينتقل بعد ذلك إلى خزان للماء يوجد أسفل المجرى ، وهو الذى يضخ منه الماء إلى أعلى الوسادة . ويغطى السطح العلوى لهذا المجرى حتى لا تتجمع به أية بقايا أو شوائب .

هذا .. ويعوض الماء الذى ينقص من الخزان باستمرار بمعدل يوازى كمية الماء المتبخرة ، وهى التى قد تصل إلى جالون فى الدقيقة لكل ١٠٠ قدم مربع من الوسادة فى يوم حار جاف . ويتم تزويد الخزان بالماء من فتحة يتحكم فيها صمام « بعوامة » . هذا .. ومن المفضل تزويد النظام بمرشح للماء يوضع قبل المضخة ، ويمكن تنظيفه بإعادة مرور الماء من خلاله فى الاتجاه العكسى flushable filter .

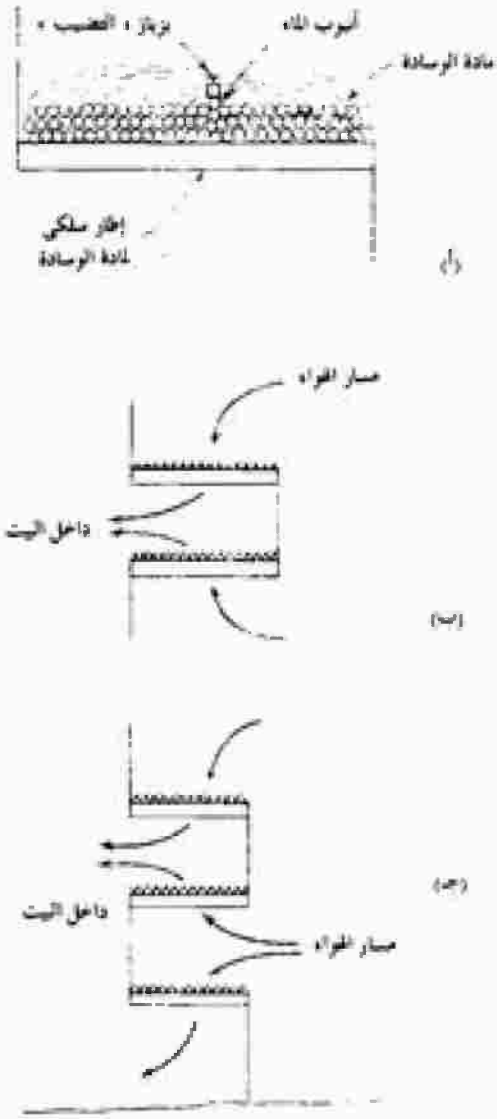


شكل ٢١ - ١٠ : التركيب العام للوسادة ، وكيفية تزويدها بالماء اللازم للتبريد .



شكل ٢١ - ١١ : التركيب الدقيق لمكونات الوسادة وملحقاتها (عن Hasan وآخرين ١٩٧٨) .

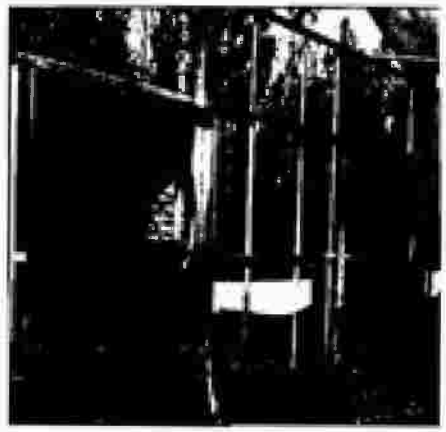
كما توجد وسائد أفقية توضع فيها مواد ، مثل الفيرميكيوليت أو « بروة » الخشب على شبكة سلكية لتعمل كمسطح للتبخر مع السماح بمرور الهواء من خلالها . ويحافظ على الوسادة رطبة باستمرار بواسطة « التضبيب » (شكل ٢١ - ١٢ أ) . كما قد يوجد عدد من الوسائد الأفقية التي تثبت فوق بعضها على جانب البيت من الخارج (شكل ٢١ - ١٢ ب) .



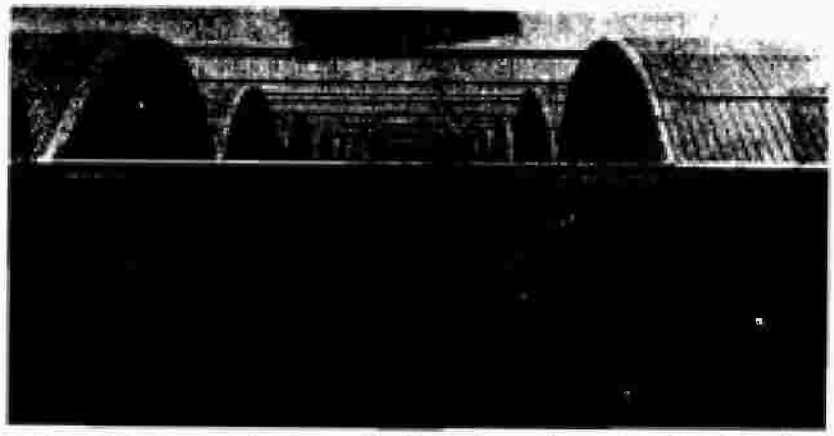
شكل ٢١ - ١٢ : الوسائد الأفقية . (أ) وسادة من مواد ذات سطح ماص وكبير ، مثل الفيرميكوليت أو بروة الخشب (ب) طبقتان من الوسائد العادية بوضع أفقي (جـ) ثلاث طبقات من الوسائد العادية بوضع أفقي (عن Mastalerz ١٩٧٧) .

المروحة Fan

يجب أن تثبت المروحة (شكل ٢١ – ١٣) فى جانب البيت الذى لا يواجه الرياح ، فى حين تكون الوسادة فى الجانب المواجه للرياح ، حتى تكون الرياح مساعدة لعمل المروحة ، وليست معاكسة لها . وإذا تعذر ذلك ، فلا بد من زيادة كفاءة المروحة بمقدار ١٠٪ . أما إذا وجد عدد من البيوت المتجاورة ، فإن اتجاه الرياح لا يكون عاملًا مهمًّا إلا بقدر ما تكون مراوح إحدى مجموعتى البيوت غير مقابلة لوسائد المجموعة المجاورة ، لأن ذلك يؤدى إلى طرد الهواء الساخن من المجموعة الأولى ليدخل فى البيوت المجاورة . ويحسن فى هذه الحالة أن تكون وسائد مجموعتى البيوت متقابلة (شكل ٢١ – ١٤) ، لكن هذه المشكلة تقل تدريجيًّا بزيادة المسافة بين مجموعتى البيوت ، حتى تنعدم تمامًا عندما تكون المسافة بينهما ٢٠ مترًا او اكثر .



شكل ٢١ – ١٣ : المراوح الساحبة لهواء البيت وهى مثبتة فى الجدار .



شكل ٢١ – ١٤ : مجموعتان من البيوت المزودة تظهر فيها وسائد التبريد وهى مقابلة (شركة Rovero – هولندا) .

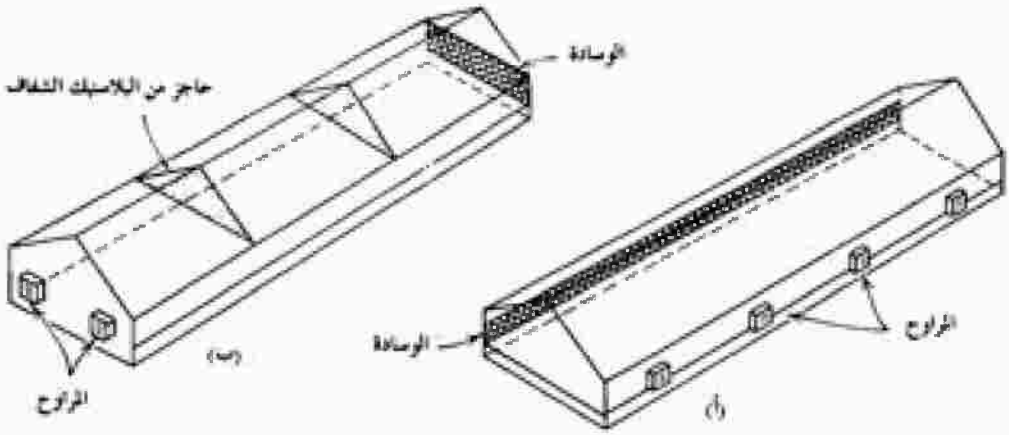
مسار الهواء المبرد

يفضل أن يكون مسار الهواء المُبرّد باتجاه عرض البيت ، وموازيًا لخطوط الزراعة ، وفي مستوى النمو النباتي . ولتحقيق ذلك يجب وضع الوسائد في مستوى النباتات أو أعلى قليلًا شكل (٢١ - ١٥) . حتى تزيد فرصة مرور الهواء البارد من خلال النباتات ، لكن نظرًا لأن تيار الهواء يجد مقاومة من النباتات ، فإننا نجد أن مسار الهواء يتجه لأعلى بزاوية ٧ درجات (أي بمعدل متر لكل ثمانية أمتار) تاركًا جيوبًا غير مبردة في مستوى النمو النباتي .

شكل ٢١ - ١٥ : وسائد التبريد وهي مثبتة في مستوى النمو النباتي .

ويمكن تصحيح ذلك الوضع بتثبيت شرائح من البولي إثيلين الشفاف تتدلى من قمة البيت عموديًا على مسار الهواء ، حتى تجبره على أن يسلك مسارًا سفليًا بين النباتات . تثبت هذه الشرائح كل عشرة أمتار . ويجب أن يكون طرفها المتدلي بعيدًا بعدًا كافيًا عن قمة النباتات ، حتى لا تعوق حركة الهواء (شكلا ٢١ - ١٦ ب ، ٢١ - ١٧ هـ) .

كما تظهر مشكلة أخرى إذا كانت الوسائد قريبة من سطح التربة ، وكانت النباتات مزروعة على مناضد ، لأن الهواء المبرد يتسرب في هذه الحالة من تحت المناضد ، دون المرور على النباتات (شكل ٢١ - ١٧ د) . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بتثبيت شرائح بلاستيكية تحت المناضد مقابل الوسائد (شكل ٢١ - ١٧ هـ) (Nelson ١٩٨٥) .



شكل ٢١ - ١٦ : وضع المراوح والوسائد فى البيوت المحمية . (أ) على امتداد الجانبين الطويلين للبيت . (ب) على امتداد الجانبين القصيرين للبيت ، مع تثبيت حواجز من البلاستيك الشفاف لتدفق كل عشرة أمتار من قمة البيت لإجبار الهواء الوارد على اتخاذ مسار سفلى بين النباتات .

هذا .. ويبين شكل (٢١ - ١٧ أ ، ب ، جـ) مسارات الهواء فى حالات الأوضاع المختلفة للوسائد والمراوح والأماكن التى تكون درجة حرارتها أكثر ارتفاعًا عن باقى أجزاء البيت بسبب عدم وجودها فى مسار التحركات الهوائية . يلاحظ بالشكل أن درجة الحرارة تكون أكثر ارتفاعًا فى أركان البيت بالجانب الذى توجد فيه المراوح . كذلك يلاحظ فى حالة البيوت الكبيرة التى قد توضع فيها الوسائد فى الجانبين القصيرين والمراوح فى الجانبين الطويلين أن مركز البيت تكون حرارته أعلى من باقى أرجاء البيت بسبب عدم وجوده فى مسار التيارات الهوائية (Mastalerez ١٩٧٧) .

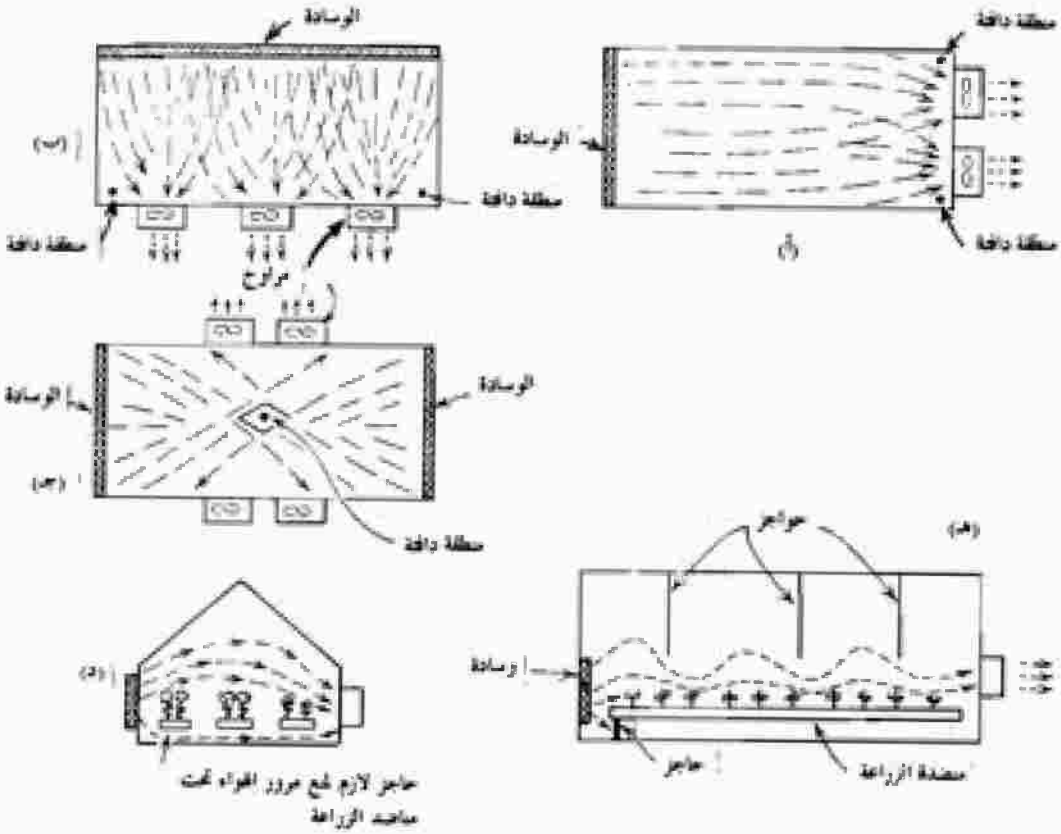
العوامل المؤثرة على كفاءة التبريد

تتوقف درجة التبريد التى يمكن تحقيقها بنظام المروحة والوسادة على عاملين رئيسيين هما :

١ - معدل سحب الهواء الدافىء من البيت .

٢ - مساحة سطح الوسائد .

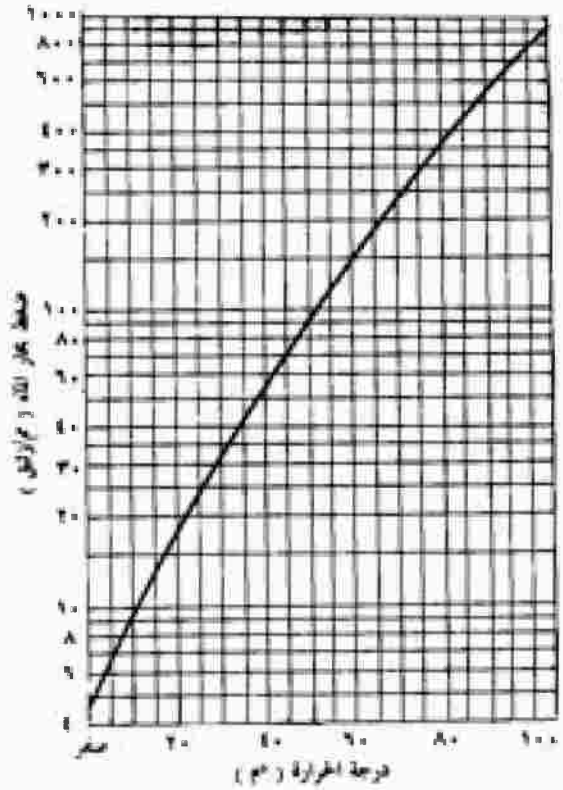
وتتوقف كفاءة التبريد بهذه الطريقة (عند ثبات العاملين السابقين) على كل من منسوب البيت (ارتفاعه عن سطح البحر) وشدة الإضاءة به والرطوبة النسبية فى الجو الخارجى . والعامل الأخير لا يمكن التحكم فيه ، ولذا فإنه لا يؤخذ فى الاعتبار عند حساب احتياجات التبريد ، لكن يجب أن نتذكر أن أقصى درجة تبريد يمكن الحصول عليها بهذه الطريقة تبلغ حوالى ٨٠٪ من الفرق بين قراءتى الترمومترين الجاف والمبتل فى الهواء ، وبذلك يزداد التبريد الممكن تحقيقه كلما ازداد الفرق بين القراءتين ، أى كلما ازدادت مقدرة الهواء على تبخير الماء ، أى كلما انخفضت الرطوبة النسبية . وتصبح فعالية هذه الطريقة فى التبريد معدومة تقريبًا عندما تصل الرطوبة النسبية إلى حوالى ٨٠٪ .



شكل ٢١ - ١٧ : مسارات الهواء داخل البيوت المزودة فى حالات الأوضاع المختلفة للمراوح والوسائد . (أ) على امتداد الجانبين القصيرين للبيت . (ب) على امتداد الجانبين الطويلين للبيت . (جـ) الوسائد على امتداد الجانبين القصيرين ، والمراوح فى الجانبين الطويلين للبيت . (د) يسلك الهواء المزود الطريق الخالى من العوائق من أعلى النباتات وأسفل مناضد الزراعة . (هـ) عوائق أعلى النباتات وتحت مناضد الزراعة لإجبار الهواء المزود على اتخاذ مسار بين النباتات (Mastalerz ١٩٧٧) .

هذا .. وتزداد مقدرة الهواء على حمل الرطوبة كلما ارتفعت درجة حرارته (شكل ٢١ - ١٨) .

وكقاعدة عامة .. عندما لا يزيد ارتفاع منسوب البيت عن ١٠٠٠ قدم عن سطح الأرض ، وعندما لا تزيد شدة الإضاءة داخل البيت عن ٥٠٠٠ قدم - شمعة ، فإن معدل سحب الهواء من البيت يجب أن يكون فى حدود ٨ قدم٣ فى الدقيقة لكل قدم مربع من مساحة البيت ، مع افتراض أنه يسمح بفرق سبع درجات فهرنهيتية (حوالى أربع درجات مئوية) بين المروحة والوسادة ، وأن المسافة بين المراوح والوسائد تزيد عن ١٠٠ قدمًا (حوالى ٣٣ مترًا) . فإذا أُجِل بأى من هذه الشروط والفروض لزم استعمال معامل خاص لتصحيح المعدل اللازم لسحب الماء من البيت عن المعدل المذكور وهو ٨ قدم٣/ دقيقة/قدم٢ من مساحة البيت . وفيما يلى عرض لهذه الشروط والفروض ، وكيفية تأثيرها على عملية التبريد .



شكل ٢١ – ١٨ : العلاقة بين درجة الحرارة ، ومقدرة الهواء على حمل الرطوبة .

١ – منسوب البيت (ارتفاعه عن سطح البحر)

من الضروري زيادة معدل سحب الهواء من البيت عند ارتفاع منسوبه عن ١٠٠٠ قدم عن سطح البحر ، لأن مقدرة الهواء على التبريد تعتمد على وزنه وليس على حجمه ، علمًا بأن كثافة الهواء تقل كلما ارتفعنا عن سطح البحر . وهذا .. يجب استعمال معامل خاص لتصحيح المعدل اللازم لسحب الهواء من البيت يرمز له بالرمز (F_{elev}) ، أو معامل التصحيح الخاص بالمنسوب أو الارتفاع عن سطح البحر (جدول ٢١ – ٨) .

جدول (٢١ – ٨) : معامل التصحيح الخاص بالمنسوب أو الارتفاع عن سطح البحر (F_{elev})

الارتفاع عن سطح البحر (قدم)							
أقل من ١٠٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٤٠٠٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠	٧٠٠٠	٨٠٠٠
١,٠٠ F_{elev}	١,٠٤	١,٠٨	١,١٢	١,١٦	١,٢٠	١,٢٥	١,٣٠	١,٣٦

٢ – المسافة من الوسائد إلى المراوح

يجب أن تكون الوسائد والمراوح متقابلة . ويتوقف استخدام الخوائط المختلفة لهذا الغرض على أبعاد البيت ، لأن المسافة بين الوسادة والمروحة يجب أن تكون في حدود ٣٣ – ٤٥ مترًا . فإذا زادت المسافة عن ذلك يحتاج الأمر إلى مراوح ضخمة . وإذا نقصت المسافة عن ٣٣ م لا ينتشر الهواء المبرد في كل أرجاء البيت ، بل يميل في حركته نحو مسار ضيق من الوسادة إلى المروحة . وتلزم في هذه الحالة زيادة سرعة سحب الهواء من البيت لتصحيح ذلك الوضع . ويستخدم لذلك معامل خاص للتصحيح يرمز له بالرمز (F_{ep}) ، أو معامل التصحيح الخاص بالمسافة من الوسادة إلى المروحة (جدول ٢١ – ٩) .

٣ – شدة الإضاءة داخل البيت

يحتاج الأمر إلى معامل تصحيح ثالث خاص بشدة الإضاءة داخل البيت عند اختلافها عن ٥٠٠٠ قدم – شمعة يرمز لها بالرمز (F_{light}) ، ويحصل عليه من جدول (٢١ – ١٠) .

٤ – الفرق المسموح به في درجة الحرارة بين الوسادة والمروحة

يحتاج الأمر إلى معامل تصحيح رابع للفرق الذي يسمح به في درجة الحرارة بين الوسادة والمروحة ، لأن المعدل القياسي لسحب الهواء – وهو ٨ قدم³/دقيقة/قدم² من مساحة البيت – يأخذ في الاعتبار فرق قدره ٤ درجات مئوية (أو ٧ درجات فهرنهيتية) بين درجة حرارة الهواء الداخل إلى البيت بعد مروره على الوسادة ودرجة حرارة الهواء الخارج من البيت عند المروحة . ويمكن تصحيح ذلك باستخدام معامل خاص يرمز له بالرمز (F_{temp}) ، ويعرف باسم معامل التصحيح الخاص بالفرق المسموح به في درجة الحرارة بين الوسادة والمروحة ، ويحصل عليه من جدول (٢١ – ١١) .

جدول (٢١ – ٩): معامل التصحيح الخاص بالمسافة من الوسادة إلى المروحة (F_{ep})

المسافة (قدم)	معامل التصحيح	المسافة (قدم)	معامل التصحيح	المسافة (قدم)	معامل التصحيح
٣٠	٢,٢٤	٥٠	١,٤١	٨٠	١,١٢
٣٥	٢,٠٠	٥٥	١,٣٥	٨٥	١,٠٨
٣٠	١,٨٣	٦٠	١,٢٩	٩٠	١,٠٥
٣٥	١,٦٩	٦٥	١,٢٤	٩٥	١,٠٢
٤٠	١,٥٨	٧٠	١,٢٠	١٠٠	١,٠٠
٤٥	١,٤٨	٧٥	١,١٦		

جدول (٢١ - ١٠) : معامل التصحيح الخاص بشدة الإضاءة داخل الصوبة (F_{light}) .

شدة الاضاءة (قدم- شمعة)	٤٠٠٠	٤٥٠٠	٥٠٠٠	٥٥٠٠	٦٠٠٠	٦٥٠٠	٧٠٠٠	٧٥٠٠	٨٠٠٠
F_{light}	٠,٨٠	٠,٩٠	١,٠٠	١,١٠	١,٢٠	١,٣٠	١,٤٠	١,٥٠	١,٦٠

جدول (٢١ - ١١) : معامل التصحيح الخاص بالفرق المسموح به فى درجة الحرارة داخل البيت بين المروحة والوسادة (F_{temp})

الفرق المسموح به فى درجة الحرارة (°ف)	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤
F_{temp}	٠,٧٠	٠,٧٨	٠,٨٨	١,٠٠	١,١٧	١,٤٠	١,٧٥

حساب احتياجات البيت من المراوح والوسائد ومياه التبريد

يتم حساب احتياجات البيت من المراوح والوسائد بالخطوات التالية :

١ - يحسب أولًا المعدل اللازم لسحب الهواء من البيت تحت الظروف القياسية السابقة الذكر ، ويقدر ذلك بالمعادلة التالية

معدل سحب الهواء من البيت تحت الظروف القياسية بالقدم المكعب فى الدقيقة
= طول البيت × عرض البيت × ٨

٢ - يلى ذلك تصحيح المعدل ليتناسب مع الظروف الخاصة بالبيت ، وذلك بضرب المعدل المحسوب من الخطوة السابقة فى معامل التصحيح الأكبر من أحد المعاملين التاليين :

(أ) معامل التصحيح الخاص بالمسافة من الوسادة إلى المروحة (F_{pad}) (جدول ٢١ - ٩)

(ب) معامل التصحيح للبيت (F_{house}) ، علمًا بأن :

$F_{house} = F_{elev}$ (جدول ٢١ - ٨) × F_{light} (جدول ٢١ - ١٠) × F_{temp} (جدول ٢١ - ١١)

ويجب أن يكون المعدل المحسوب كافيًا لتغيير هواء البيت كله بمعدل ١,٥ - ٢ مرة فى الدقيقة .

٣ - يتم بعد ذلك اختيار المراوح بالعدد والقدر المناسبين . وتثبت المراوح فى جدار البيت المقابل للوسائد ، بحيث لا تزيد المسافة بين كل مروحتين عن ٢٥ قدمًا ، وأن يكون توزيعها متجانسًا على امتداد البيت ، وعلى ارتفاع واحد من سطح الأرض ، على أن يكون مركزها فى مستوى منتصف الهو النباتى للنباتات المرباه رأسيًا .

٤ – تحسب مساحة الوسائد اللازمة على أساس أن كل ٢٥٠ قدم مكعب من الهواء المسحوب من البيت فى الدقيقة يلزمه قدم مربع من الوسائد الحديثة بسمك ١٠ سم (يزداد هذا المعدل بمقدار الثلثين عند استعمال وسائد القش وبرى الخشب ... إلخ) ونظرًا لأن الوسائد يجب أن تمتد بكامل جدار البيت ، لذا فإن عرضها يتوقف على المساحة اللازمة منها ، كما يمكن التحكم فى العرض باختيار السمك المناسب .

٥ – تزود الوسائد بالماء بمعدلات تزيد عن القدر المبخر منها ، حتى لا تتراكم بها الأملاح . والمعدل المناسب هو $\frac{1}{2}$ جالون فى الدقيقة لكل قدم طولى من الوسادة (أو حوالى ٠,١٥ لتر/ ثانية/ متر طولى) ، بغض النظر عن عرضها (ارتفاعها) . ويعنى ذلك أنه لو كان طول الوسادة ٧٥ قدمًا ، فإنه يلزم ضخ الماء بمعدل ٣٥ جالونًا فى الدقيقة . ويجب أن يتسع الخزان لـ ١,٥ جالون من الماء لكل قدم طولى من الوسادة حتى يمكنه استيعاب كل الماء الذى يمر فى الوسادة عند توقف التبريد . كما يجب توفير مصدر دائم للماء ، نظرًا لتبخر جزء منه فى عمليات التبريد . ويتحقق ذلك بإيصال خزان الماء بأنبوبة ماء ذات صمام مزود بعوامة ، علمًا بأنه يمكن أن يتبخر جالون من الماء فى الدقيقة لكل ١٠٠ قدم² من الوسادة فى يوم حار جاف (Nelson ١٩٨٥) .

٢١ – ٤ : التهوية

توجه عناية كبيرة نحو نظام التهوية فى البيوت المحمية لأنها تحقق المزايا التالية :

١ – تعمل التهوية على خفض درجة الحرارة سريعًا داخل البيوت المحمية ؛ فتقل بذلك احتياجات التبريد ، كما يمكن عند اتباع نظام جيد للتهوية الاستغناء عن التبريد كلية خلال فصل الصيف فى المناطق المعتدلة ، وخلال فصل الشتاء فى المناطق الحارة .

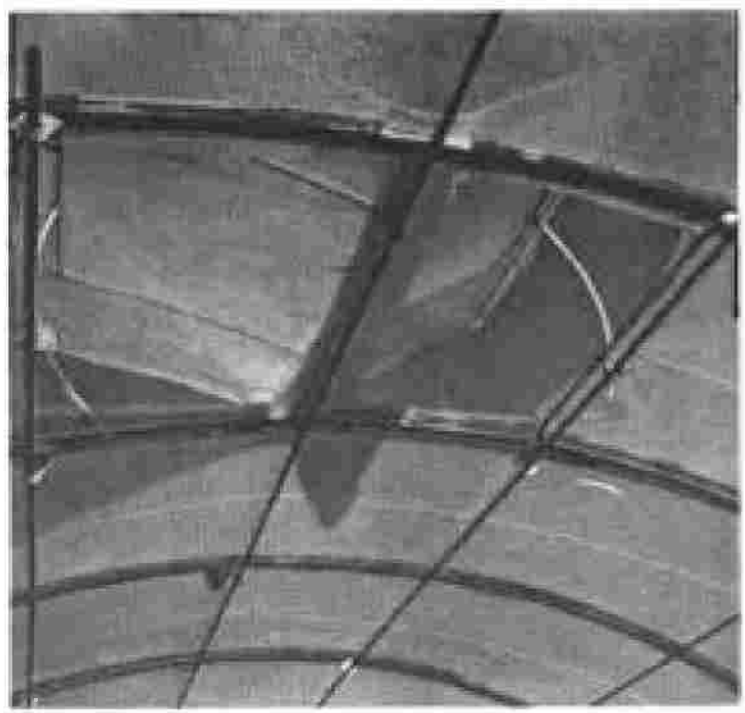
٢ – تؤدى التهوية إلى تجديد هواء البيت ، فيمكن بذلك المحافظة على التركيز الطبيعى لغاز ثانى أكسيد الكربون ، لأن تركيز الغاز يقل سريعًا فى البيوت غير الجيدة التهوية لاستنفاده من قبل النباتات فى عمليات البناء الضوئى .

٣ – غالبًا ما تصل الرطوبة النسبية داخل البيوت المحكمة الغلق إلى درجة التشبع . وتحت هذه الظروف يزداد انتشار الأمراض ، كما يزداد تكثف قطرات الماء على الجدر الداخلية للبيت فى الجو البارد . ولا توجد وسيلة فعالة لإحداث خفض ملموس فى الرطوبة النسبية إلا بالتهوية الجيدة ؛ وبذلك فإنها تقلل من فرصة انتشار الأمراض ؛ وتؤدى إلى التخلص من ظاهرة تكثف قطرات الماء وسقوطها على النباتات .

٢١ – ٤ – ١ : التهوية من خلال منافذ خاصة فى الجدران والأسقف

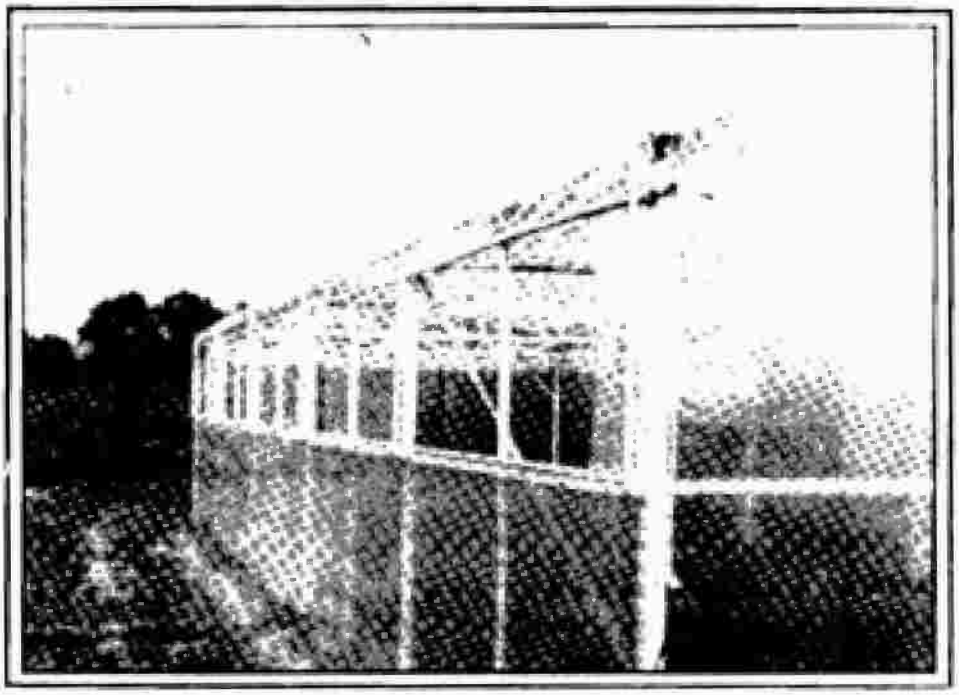
تعتبر أبسط طرق التهوية هى بعمل فتحات خاصة فى جدران أو أسقف البيوت المحمية يتم من خلالها تغيير هواء البيت بطريقة طبيعية ، حيث يخرج الهواء الداخلى الدافىء الذى يتجمع قرب سقف البيت من الفتحات العلوية ليحل محله الهواء الخارجى البارد من الفتحات الجانبية . والقاعدة فى هذه الطريقة للتهوية أنه كلما ازداد اتساع الفتحات ، ازدادت سرعة خفض درجة الحرارة داخل البيت ، وأمكن المحافظة عليها فى المجال المناسب للنمو النباتى . ولتحقيق ذلك يجب ألا تقل مساحة فتحات

التهوية عن ١٧٪ من مساحة البيت . فمثلاً .. يبين شكل (٢١ - ١٩) فتحات صغيرة للتهوية في بيت بلاستيكي مناسب للمناطق الباردة ، ولكنها لا تكفي للمناطق المعتدلة أو الحارة . ففي المناطق المعتدلة يجب أن تتسع فتحات التهوية ، وامتد ما بين شرائح البلاستيك المعتمة للبيت (شكل ٢١ - ٢٠) . أما في المناطق الحارة ، فإن فتحات التهوية يجب أن يزداد اتساعها وتتوزع في جوانب البيت والأسقف ، كما بالمبين في أشكال (٢١ - ٢١ ، ٢١ - ٢٢ ، ٢١ - ٢٣) . أما في المناطق الباردة التي تنتشر فيها البيوت الزجاجية من النوع الحمالوني المتناثر الانحدار على جانبي البيت ، فإن فتحات التهوية توجد غالبًا في قمة البيت على جانبي الحمالون . وأيًا كان موضع واتساع فتحات التهوية ، فإنه يجب قفلها عند اشتداد الرياح ، حتى لا تحدث تيارات هوائية شديدة داخل البيت قد يترتب عليها حدوث بعض الأضرار . أما في حالة الرياح الخفيفة ، فإنه يمكن تشغيل فتحات التهوية في جانب البيت غير المواجه للرياح .

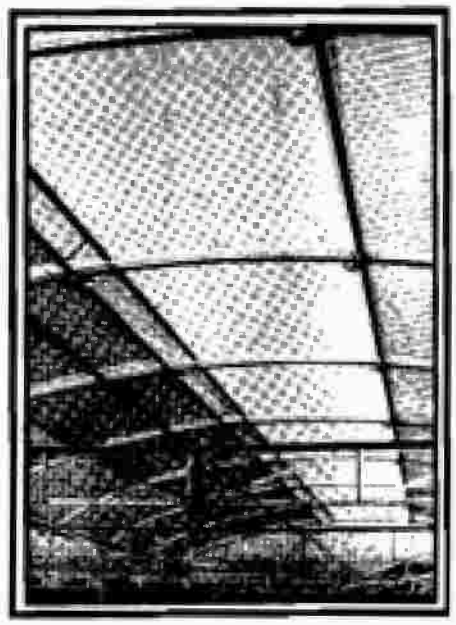


شكل ٢١ - ١٩ : فتحات صغيرة للتهوية مناسب للمناطق الباردة .

شكل ٢١ – ٢٠ : فتحات كبيرة للتهوية لمنع ما بين شرائح البلاستيك المغطية للبيت ، وتناسب المناطق المعتدلة.



شكل ٢١ – ٢١ : فتحات واسعة للتهوية في جانب البيت تناسب المناطق الحارة (عن Clovis Lande – إنجلترا) .



شكل ٢١ - ٢٢ : فتحات واسعة للتهوية فى سقف البيت تناسب المناطق الحارة (عن Clovis - Leade - إنجلترا) .

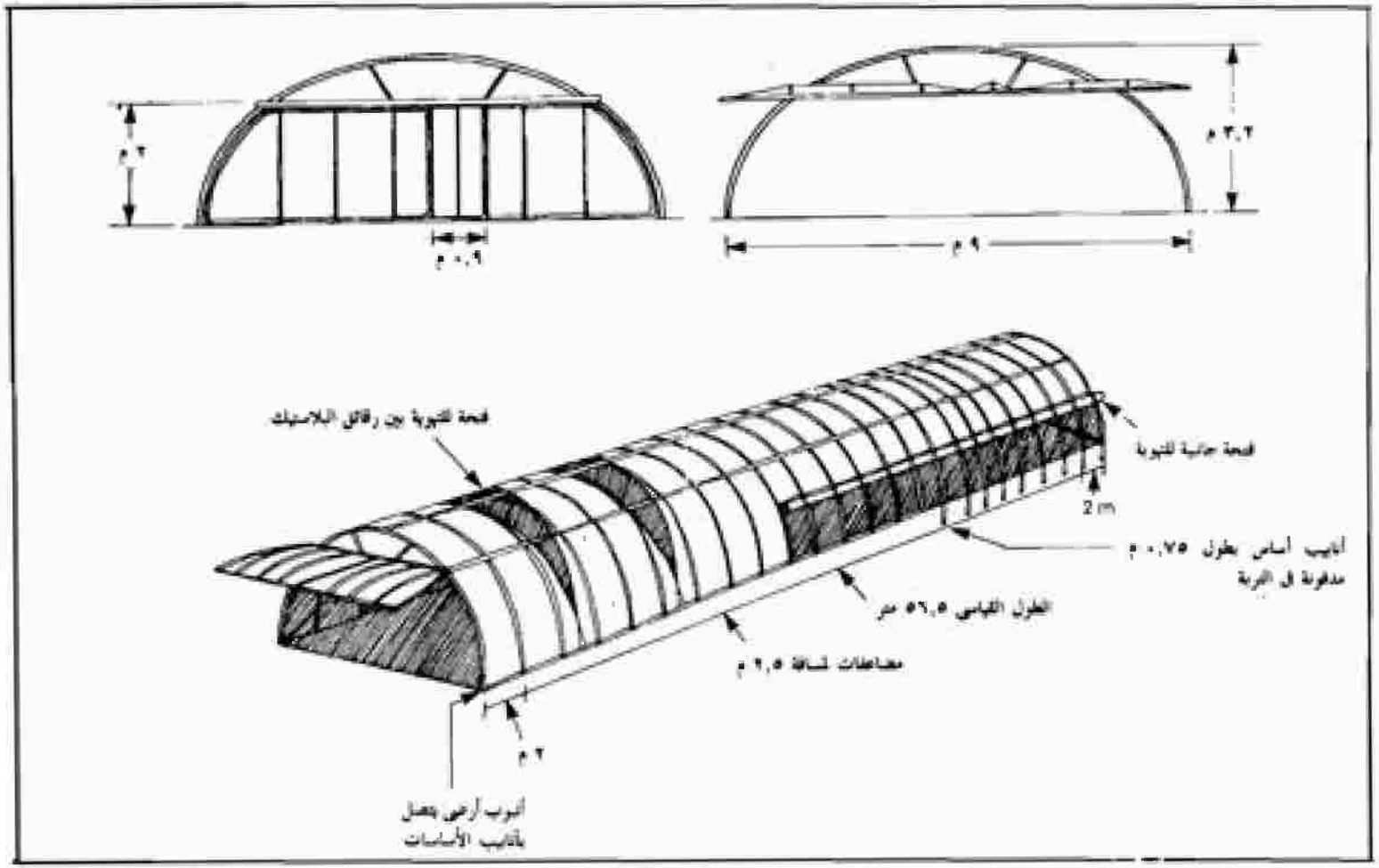
وعند الرغبة فى عدم دخول الحشرات إلى البيت من فتحات التهوية ، فإن الفتحات تغطى بشباك خاصة ، كذلك المبينة فى شكل (٢١ - ٢٣) . ويبين شكل (٢١ - ٢٤) تخطيطاً لفتحة تهوية من هذا النوع ، وكيف يتم التحكم فى فتحها وغلقها .

ويتم التحكم فى فتح وغلق فتحات التهوية بإحدى الطرق الآتية :

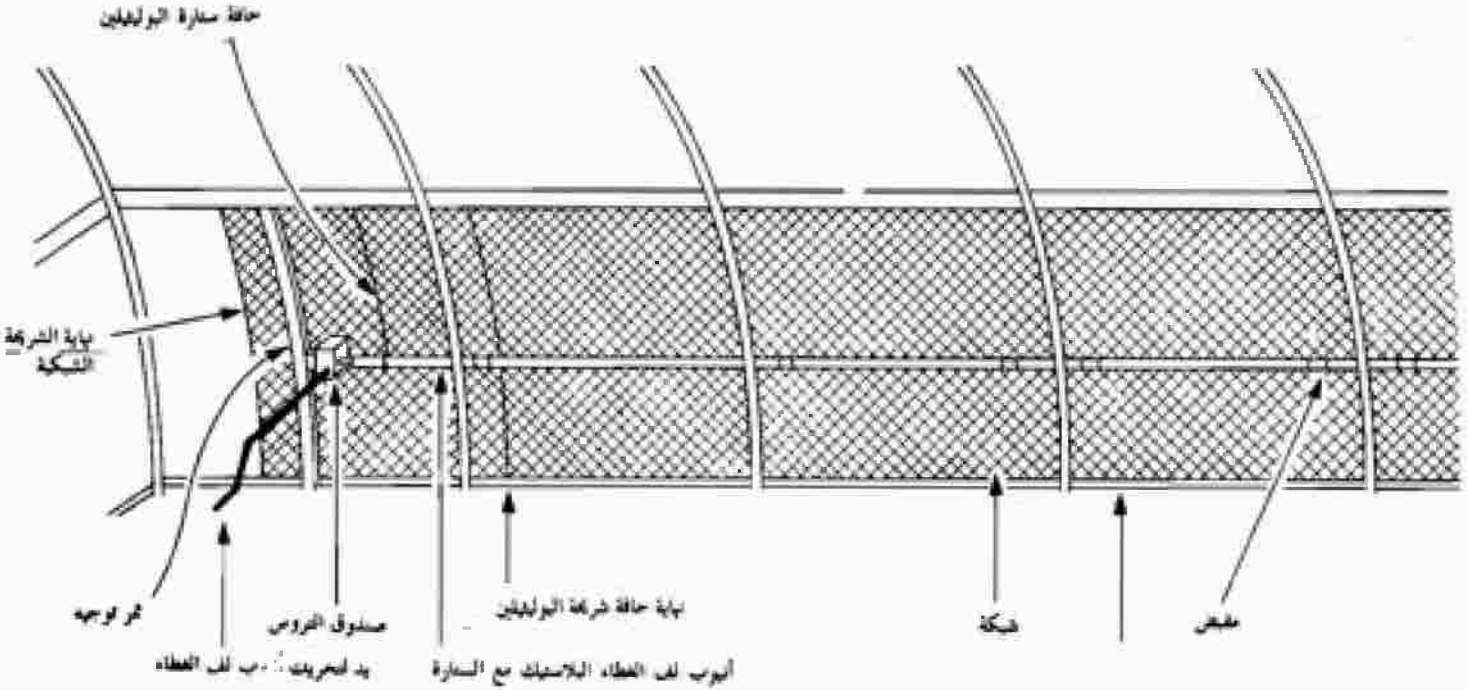
١ - يدويًا بفتح أو غلق الأبواب أو فتحات التهوية الكبيرة .

٢ - يدويًا بإدارة عجلة خاصة تتصل مع فتحات التهوية بأسلاك ، كما فى شكل (٢١ - ٢٥ ، ٢١ - ٢٦) ، أو بتروس ، كما فى شكل (٢١ - ٢٧) .

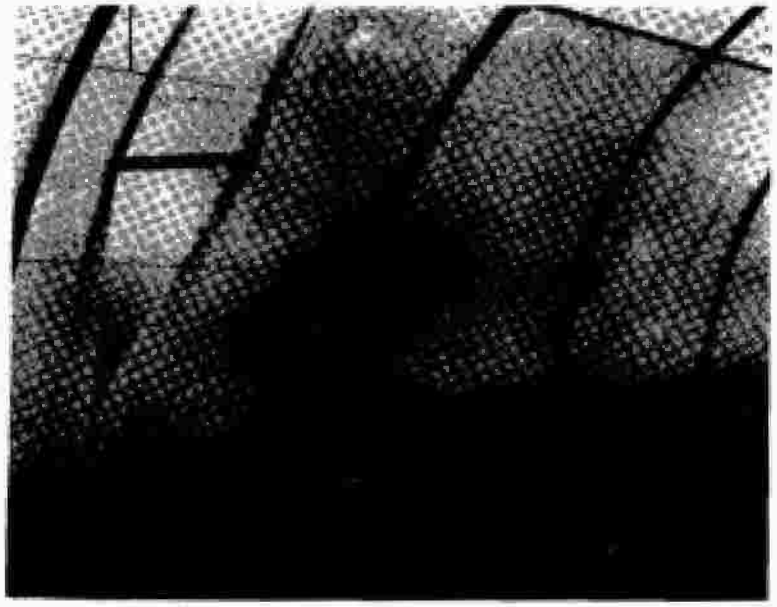
٣ - آليًا كما فى شكل (٢١ - ٢٨ ، ٢١ - ٢٩) ، حيث يتم توصيل فتحة التهوية بمنظم الحرارة الذى يعمل على تشغيل جهاز مناقذ التهوية عند ارتفاع درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأقصى المسموح به .



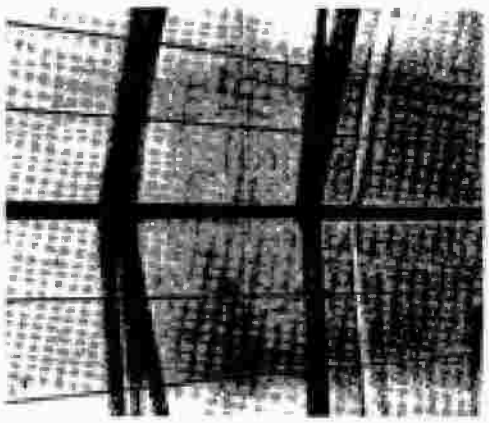
شكل ٢١ – ٢٣ : أنواع مختلفة من فتحات التهوية الواسعة ما بين شرائح البلاستيك ، وبامتداد الجانبين الطويلين ، مع إمكانية رفع الأنواب لأعلى لزيادة التهوية (عن شركة Fordinbridge – إنجلترا) .



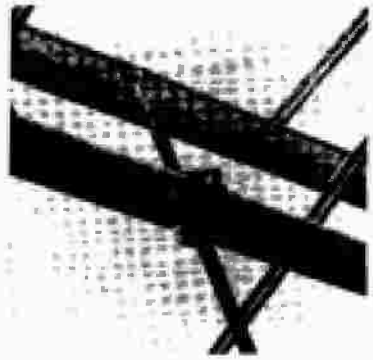
شكل ٢١ - ٢٤ : تخطيط لفتحة علوية بامتداد الجانب الطويل للبيت بين الغطاء الشبكي للفتحة ، وكيفية التحكم في فتحها وغلقها (عن Fordinbridge - إنجلترا) .



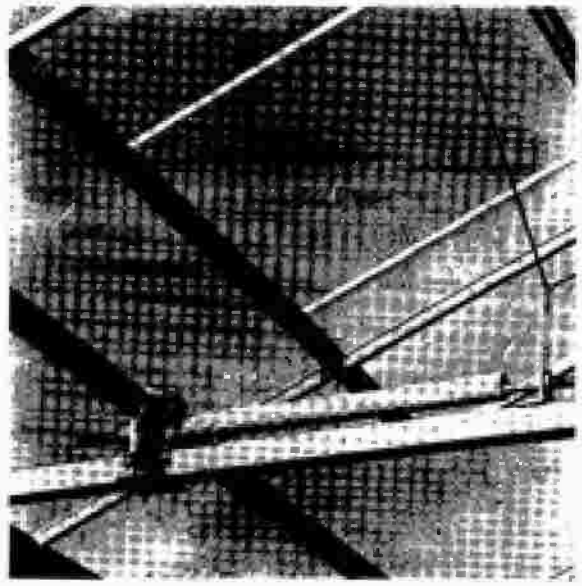
شكل ٢١ – ٢٥ : نظام التحكم فى فتح وغلق منافذ التهوية بإدارة عجلة خاصة تتصل مع فتحات التهوية بأسلاك (عن Reverte – هولندا) .



شكل ٢١ – ٢٦ : نظام آخر للتحكم فى فتح وغلق منافذ التهوية بإدارة عجلة خاصة تتصل مع فتحات التهوية بأسلاك (عن Reverte – هولندا) .



شكل ٢١ – ٢٧ : نظام التحكم فى فتح وغلق مصافد التهوية بإدارة عجلة خاصة تتصل مع فتحات التهوية بتروس ، ويمكن تشغيلها آليًا (عن H.A.G انجلترا) . يلاحظ نفس النظام أيضًا فى شكل (٢١ – ١٩) .



شكل ٢١ – ٢٨ : نظام للتحكم الآلى فى فتحات التهوية (عن J.L.provence – فرنسا)

شكل ٢١ - ٢٩ : نظام آخر للتحكم الآلى فى فتحات التهوية (عن J.I.provence - فرنسا)

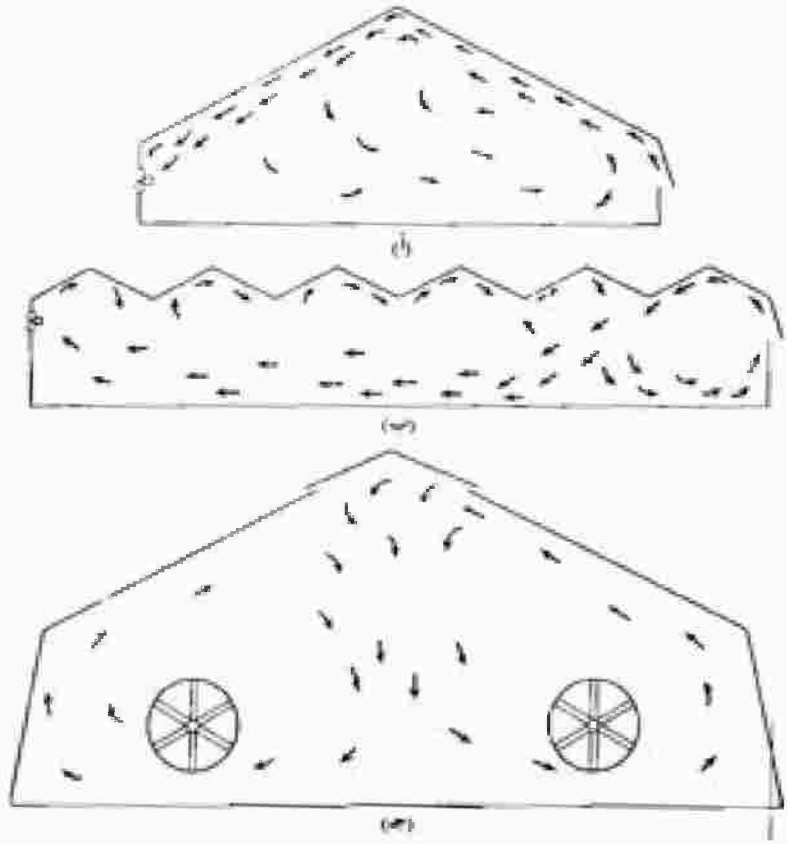
٢١ - ٤ - ٢ : التهوية بنظام المنافذ والمراوح

يتبع نظام المنافذ والمراوح للتهوية فى البيوت الكبيرة التى لا تفيد معها منافذ التهوية العادية ، خاصة فى الجو الحار . وتستخدم لأجل ذلك مراوح كبيرة تعمل على طرد الهواء الدافىء خارج البيت من أحد الجانبين ليحل محله هواء خارجى بارد من المنافذ التى توجد فى الجانب الآخر . تظل المنافذ مفتوحة طول الوقت فى الجو الحار ، بينما يتم توصيل المراوح بمنظم الحرارة الذى يتحكم فى تشغيلها عند وصول درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأقصى المسموح به .

وللحصول على أعلى كفاءة ممكنة يجب أن تكون المراوح المستخدمة قادرة على سحب كل هواء البيت بمعدل مرة فى الدقيقة ، ويفضل استخدام المراوح ذات السرعتين . أما منافذ التهوية ، فيجب أن تكون مساحتها ٤ - ٥ أضعاف مساحة المراوح المستخدمة على الأقل (Sheldrake ١٩٧١) .

يتبع هذا النظام عادة فى البيوت الكبيرة المجهزة بوسائل التبريد بالمروحة والوسادة ، حيث يكتفى فيها بتشغيل المراوح فقط خلال فصل الشتاء حينما تكون درجة الحرارة معتدلة فى الجو الخارجى ، بينما يتم تشغيل نظام التبريد فى الجو الحار .

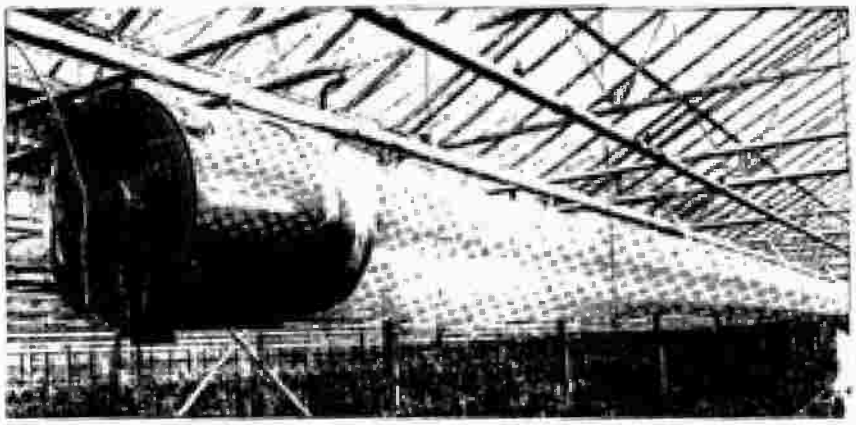
ويبين شكل (٢١ - ٣٠) مسار التحركات الهوائية داخل البيت عند اتباع هذا النظام فى التهوية ، وذلك فى كل من البيوت المفردة ذات الشكل الجمالونى المتناظر الأعمدة والبيوت الكبيرة المتصلة بنظام القنوات والخطوط .



شكل ٢١ – ٣٠ : مسار التحركات الهوائية عند التهوية . (أ) فى بيت مفرد على شكل هالون متناظر الأعدار ، مع وجود فتحة التهوية فى جانب البيت ، والمراوح الساحبة للهواء فى الجانب الآخر . (ب) فى مجموعة من البيوت المتصلة على شكل القنوات والمخطوط بنفس نظام التهوية السابق . (جـ) فى بيت مفرد على شكل هالون متناظر الأعدار ، مع وجود فتحات التهوية فى قمة البيت .

٢١ – ٤ – ٣ : التهوية بنظام الأنبوبة البلاستيكية

تستخدم فى هذا النظام للتهوية أنبوبة من البولثيلين بقطر ٥٠ – ٧٥ سم تتدلى من سقف البيت بطوله أعلى مستوى النباتات (٢١ – ٣١) . توجد بهذه الأنبوبة ثقوب صغيرة على الجانبين فى الجهة السفلية يخرج منها الهواء ليتوزع فى أرجاء البيت ، وهى مسدودة من أحد طرفيها ، ومفتوحة من الجانب الآخر على المنفذ الذى يأتيها منه الهواء .



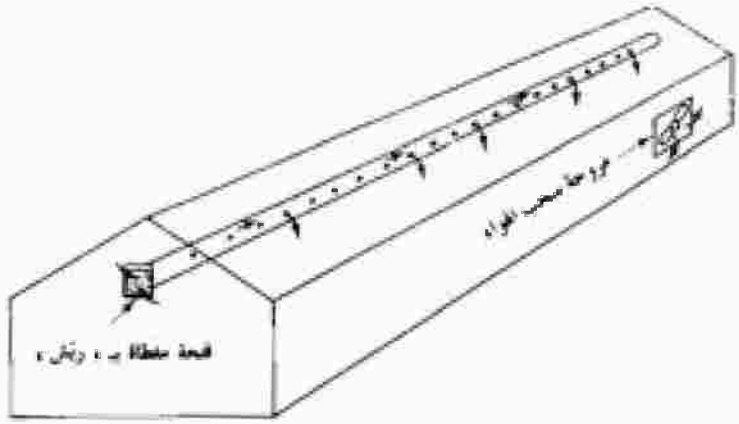
شكل ٢١ – ٣١ : أنبوبة بلاستيكية تتدلى من سقف البيت بطوله أعلى مستوى النباتات . ويمكن أن تستخدم فى التهوية فى الجو البارد ، وفى توزيع الهواء الدافىء ، وفى المحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت .

التهوية فى الجو البارد

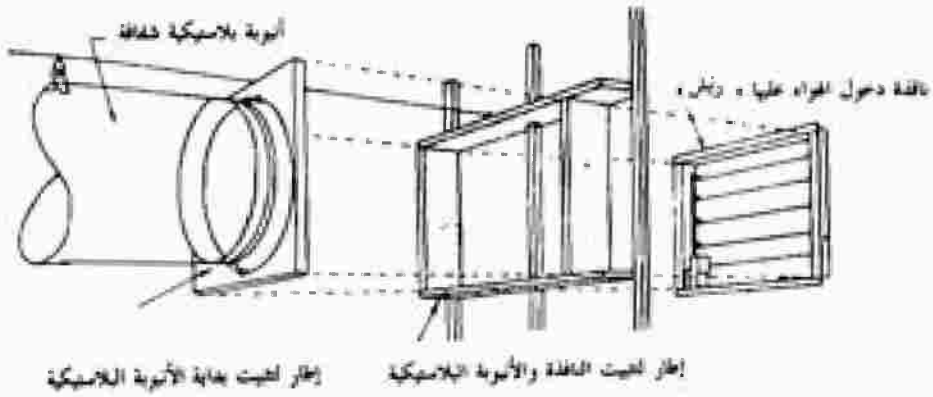
يفضل اتباع نظام الأنبوبة البلاستيكية للتهوية فى الجو البارد ، حيث يكون الهواء الخارجى باردًا بدرجة قد تضر بالنباتات القريبة من فتحات التهوية . ولتلافى ذلك يسمح لهذا الهواء بالدخول إلى الأنبوبة البلاستيكية أولاً ، حيث يوزع منها بالتدريج فى جميع أرجاء البيت .

ويوضح شكل (٢١ – ٣٢) الكيفية التى يتم بها عمل هذا النظام : تثبت مروحة كبيرة سحاحة للهواء فى جانب من البيت ، بينما يوصل أحد طرفى الأنبوبة البلاستيكية بفتحة فى جانب آخر . ويؤدى تشغيل المروحة إلى توليد تفريغ داخل البيت ؛ فيندفع الهواء بالتالى من خارج البيت خلال الفتحة المطلة على الأنبوبة البلاستيكية لتنفخ الأنبوبة بالهواء الخارجى البارد الذى يخرج من خلال الفتحات الصغيرة ليوزع بالتدريج فى جميع أرجاء البيت .

هذا .. وتغطى الفتحة الخارجية بـ « ريش » خاصة تثبت فى إطار خشبى فى جدار البيت ، وتتصل الأنبوبة البلاستيكية بهذا الإطار من الناحية الداخلية للجدار (شكل ٢١ – ٣٣) . ويتم فتح هذه « الريش » بمجرد اندفاع الهواء من خلالها إلى داخل الأنبوبة البلاستيكية . وقد يتحكم قفل خاص فى فتحها وغلقها ، ويتم تشغيله بواسطة منظم الحرارة ، حيث يفتح مع تشغيل المروحة فى آن واحد . وليس لموقع المروحة السحاحة للهواء أهمية كبيرة ، نظرًا لأن كل وظيفتها هى توليد تفريغ داخل طفيف يسمح باندفاع الهواء إلى داخل الأنبوبة البلاستيكية .



شكل ٢١ - ٣٢ : تخطيط للكيفية التى تتم بها التهوية فى الجو البارد بنظام الأنبوبة البلاستيكية (عن Nelson ١٩٨٥) .



شكل ٢١ - ٣٣ : تخطيط يوضح مكان اتصال الأنبوبة البلاستيكية بفتحة التهوية التى توجد فى جدار البيت .

ويجب أن تعطى أهمية خاصة لقدرة المروحة على سحب الهواء من البيت ، نظرًا لتأثير ذلك على كفاءة عملية التهوية . وتختلف التقديرات فى هذا الأمر من ١,٥ - ٤ أمتار مكعبة من الهواء المسحوب من البيت فى الدقيقة لكل قدم مربع من مساحة البيت بمتوسط قدره ٢ قدم مكعب فى الدقيقة . تعمل التهوية بهذا المعدل - تحت الظروف القياسية - على عدم ارتفاع درجة الحرارة داخل البيت لأكثر من ١٥°ف عن الجو الخارجى . فإذا أريدت المحافظة على فرق أقل فى درجة الحرارة بين الهواء الداخل والخارجى ، وجبت زيادة معدل دخول الهواء البارد . ويستخدم لأجل ذلك معامل التصحيح (Winter) المبين فى جدول (٢١ - ١٢) ، والذى يطلق عليه اسم معامل التهوية للفرق المسموح به فى درجة الحرارة . هذا .. والظروف القياسية المشار إليها هى ألا يزيد منسوب البيت

عن ١٠٠٠ قدم عن سطح البحر ، وألا تزيد شدة الإضاءة داخل البيت عن ٥٠٠٠ قدم - شمعة . فإذا اختلفت الظروف الحقيقية عن القياسية ، لزم تصحيح معدل سحب الهواء باستعمال معاملات التصحيح التي سبقت الإشارة إليها في جدولي (٢١ - ٧ ، ٢١ - ٩) .

جدول (٢١ - ١٢) : معامل تصحيح التهوية للفرق المسموح به في درجة الحرارة بين داخل وخارج البيت (F_{winter})

الفرق المسموح به في درجة الحرارة بين داخل وخارج البيت (ف°)									
٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
١,٦٧	١,٥٠	١,٣٧	١,٢٥	١,١٥	١,٠٧	١,٠٠	٠,٩٤	٠,٨٨	٠,٨٣

كذلك يجب أن تعطى أهمية لحساب عدد الأنابيب البلاستيكية اللازمة للتهوية ، ومساحة الثقوب بها ، لأن كل أنبوبة بقطر ٧٥ سم تكفي لتهوية نحو ١٠ أمتار من عرض البيت (أي ٥ أمتار على كل جانب من جانبيها) . وتكون الثقوب عادة صغيرة ، لكن مساحتها الإجمالية يجب أن تكون في حدود ١,٥ - ٢ ضعف مساحة مقطع الأنبوبة . ونظرًا لأن الأنبوبة تمتد بطول البيت ، لذلك تجب في حالة البيوت الطويلة زيادة المسافة بين الثقوب ، حتى تظل مساحتها الإجمالية في الحدود المشار إليها . هذا .. وغالبًا ما تكون المسافة بين الثقوب من ٦٠ - ٩٠ سم .

التهوية ، مع المحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت

يمكن استخدام نظام الأنابيب البلاستيكية في المحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت مع إجراء التهوية في الجو البارد . ولتحقيق ذلك .. تثبت المروحة الساحبة للهواء والأنبوبة البلاستيكية كالعادة ، لكن دون إيصال طرفها المفتوح بجدار البيت ، بل يظل على بعد ٦٠ - ١٢٠ سم من الفتحة الموجودة بالجدار . وتثبت على الطرف المفتوح للأنبوبة مروحة دافعة للهواء تعمل باستمرار ، فتظل الأنبوبة دائمًا مملوءة بالهواء .

ففي حالة التهوية يؤدي تشغيل المروحة الساحبة للهواء إلى إحداث تفريغ جزئي في البيت ، فيندفع الهواء من خلال الفتحة التي توجد في جدار البيت (والتي تكون مغطاة بريش خاصة تفتح عند اندفاع الهواء من خلالها) لتلتقمه المروحة القريبة المثبتة في طرف الأنبوبة البلاستيكية ، وتدفعه داخل الأنبوبة ليتوزع في جميع أرجاء البيت . ويجب أن تكون قدرة المروحة الدافعة للهواء إلى داخل الأنبوبة مساوية لقدرة المروحة الساحبة للهواء من البيت ، وإلا تدفق جزء من الهواء الخارجي البارد الداخل إلى البيت إلى أسفل نحو النباتات ، بدلًا من سحبه إلى داخل الأنبوبة البلاستيكية .

أما عندما لا تعمل المروحة الساحبة للهواء من داخل البيت (أي عندما لا تكون هناك حاجة للتهوية) ، فإن المروحة الدافعة للهواء إلى داخل الأنبوبة البلاستيكية (والتي تعمل باستمرار) تؤدي إلى تحريك هواء البيت باستمرار ، محققة المزايا الآتية :

١ - تجانس درجة الحرارة داخل البيت بتحريك الهواء الدافىء الذى يتجمع أعلى البيت ، ومنع تكثل الهواء البارد حول النباتات .

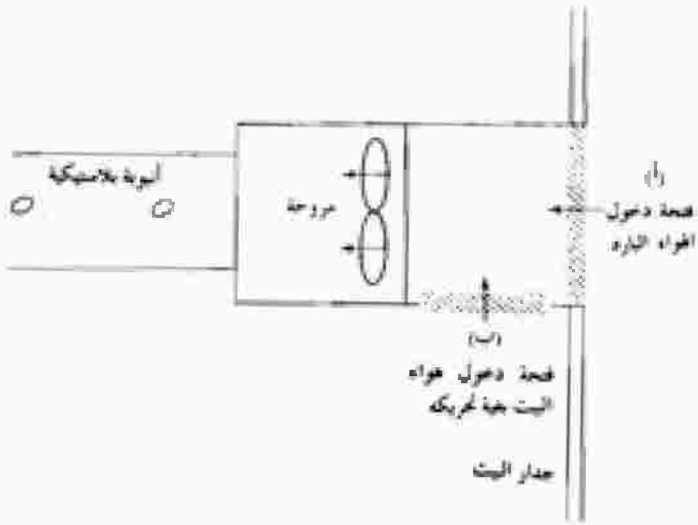
٢ - تحريك غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يقل تركيزه حول النبات .

٣ - تقليل فرصة الإصابة بالأمراض بتقليل الرطوبة النسبية حول الأوراق (Sheldrake ١٩٦٧) .

التهوية والتدفئة ، مع المحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت

يحدث أحيانًا فى فصل الشتاء أن تحتاج البيوت إلى التهوية نهارًا والتدفئة ليلًا . ويمكن تحقيق ذلك بنظام واحد تستخدم فيه أنبوبة بلاستيكية مثقبة ، كما فى حالة التهوية . يثنى طرف الأنبوبة قبل جدار البيت بنحو ٦٠ سم ، حيث تحاط هذه المسافة بما يشبه الصندوق ، كما فى شكل (٢١ - ٣٤) . ويوضع جهاز التدفئة مقابل الفتحة (ب) بالشكل ، أما الفتحة (أ) ، فهى فى جدار البيت لدخول الهواء البارد عند الحاجة للتهوية . وكلاهما مغطى بريش خاصة ، ويمكن إحكام غلقها . وتثبت فى بداية الأنبوبة مروحة دافعة للهواء داخل الأنبوبة .

عندما ترتفع درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأقصى المسموح به تفتح الفتحة (أ) وتغلق الفتحة (ب) ، وتعمل المروحة الساحبة للهواء التى توجد فى مكان آخر بالبيت ؛ فيندفع الهواء البارد الخارجى من الفتحة (أ) ، ومنه إلى الأنبوبة البلاستيكية من خلال المروحة التى تعمل باستمرار .

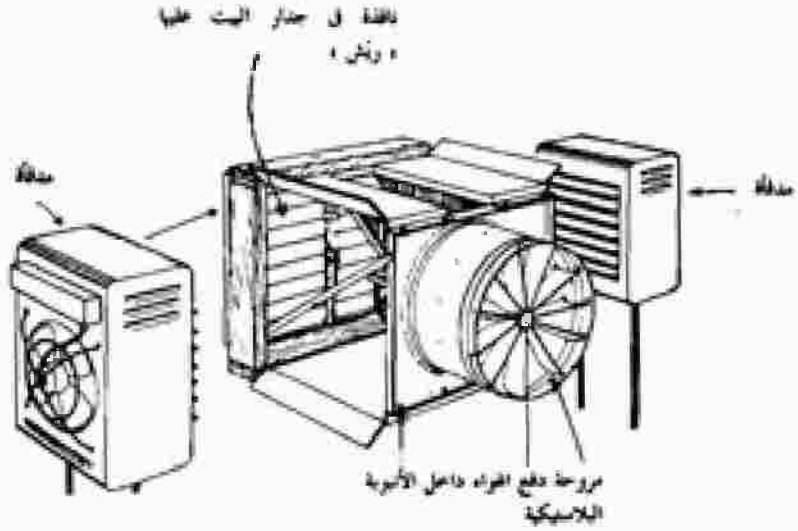


(a)

شكل ٢١ - ٣٤ : تخطيط يوضح كيفية استخدام نظام الأنبوبة البلاستيكية فى التهوية ، والتدفئة ، والمحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت .

وعندما تنخفض درجة الحرارة داخل البيت إلى المجال المناسب تقفل الفتحة (أ) ، وتفتح الفتحة (ب) ، وتتوقف المروحة الساحبة للهواء من البيت عن العمل ، لكن يستمر تشغيل المروحة الدافعة للهواء إلى داخل الأنبوبة ، حيث تملىء بهواء البيت ؛ فتعمل بذلك على تجانس درجة الحرارة داخل البيت .

ومع استمرار انخفاض درجة الحرارة ليلًا يبدأ جهاز التدفئة فى العمل مع استمرار الوضع على ما هو عليه (الفتحة « أ » مغلقة ، والفتحة « ب » مفتوحة ، والمروحة الساحبة للهواء من البيت لا تعمل ، والمروحة الدافعة للهواء داخل الأنبوبة تعمل) ؛ فيندفع الهواء الساخن إلى داخل الأنبوبة ليتم توزيعه فى أرجاء البيت . ويوضح شكل (٢١ – ٣٥) تجسيمًا لهذا النظام .



شكل ٢١ – ٣٥ : رسم تجسيم بنظام الأنبوبة البلاستيكية فى التهوية عند استخدامه أيضًا فى التدفئة ، وفى المحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت .

٢١ – ٥ : التحكم فى الإضاءة

يمكن التحكم فى الإضاءة فى البيوت المحمية من خلال التحكم فى كل من شدة الإضاءة والفترة الضوئية ، سواء بالزيادة أم بالنقصان .

٢١ – ٥ – ١ : التحكم فى شدة الإضاءة

خفض شدة الإضاءة

يتطلب الأمر خفض شدة الإضاءة فى حالات خاصة هى :

١ – خلال فصل الصيف فى الجو الصحو بالمناطق الحارة ، حيث تزداد شدة الإضاءة بدرجة كبيرة ، ويتحول جانب كبير من الإشعاع الشمسى إلى طاقة حرارية ؛ فترتفع بذلك درجة الحرارة

كثيرًا داخل البيوت .

٢ – عند إنتاج بعض نباتات الزينة (نباتات الظل) .

ويتم التحكم فى شدة الإضاءة بصورة جيدة باستعمال شباك التظليل البلاستيكية المناسبة التى تحدث تظليلاً بدرجات تتراوح من ١٠ – ٩٠٪ حسب الحاجة . كما يمكن خفض شدة الإضاءة برش غطاء البيت من الخارج بالجير ، إلّا أن ذلك يترك رواسب يصعب التخلص منها عند حلول فصل الشتاء .

زيادة شدة الإضاءة

نجد فى المناطق الشمالية الباردة أن أشعة الشمس تسقط على سطح الأرض خلال فصل الشتاء بزاوية صغيرة ، كما تكون السماء ملبدة بالغيوم معظم ساعات النهار . ويتبع ذلك أن الإضاءة تكون ضعيفة فى هذه المناطق ، مما يستلزم توفير بعض الإضاءة الصناعية فى البيوت المحمية . ومما يساعد على جعل الإضاءة الإضافية هذه أمرًا اقتصاديًا فى هذه المناطق أن البيوت المحمية تظل مغلقة خلال فصل الشتاء بسبب برودة الجو ، مما يستدعى تغذية البيوت بغاز ثانى أكسيد الكربون (أنظر الجزء ٢١ – ٦) . وقد وجد فى العديد من الدراسات أن استفادة النباتات من غاز ثانى أكسيد الكربون المضاف تزداد مع زيادة شدة الإضاءة .

ومن أهم مصادر الإضاءة الصناعية لنبات التنجستون ، ولمبات الفلورسنت (النيون) ، وهما تختلفان كثيرًا فى توزيع الموجات الضوئية التى تنبعث من كل منهما . فلمبات التنجستون تبعث بالضوء من الفتيل الذى يسخن بدرجة كبيرة ، مرسلاً أشعة تبدأ من الطيف الأزرق (٣٥٠ ملى ميكرون) ، وتستمر حتى طيف الأشعة تحت الحمراء (٧٥٠ ملى ميكرون) ، ويكون ضوء لمبات التنجستون غنيًا فى محتواه من الأشعة تحت الحمراء التى تفقد فى صورة حرارة . ولا يتحول إلى ضوء سوى ٥٪ فقط من إجمالى الإشعاع الصادر من لمبات التنجستون . ولهذا .. فلمبات التنجستون تعد قليلة الكفاءة فى زيادة شدة الإضاءة اللازمة لعملية البناء الضوئى ، إلّا أنها تفيد فى زيادة تدفئة النباتات ، وفى التحكم فى إزهار النباتات التى تتأثر بالفترة الضوئية فى إزهارها (يراجع الفصل الخامس والعشرون للتفاصيل الخاصة بتأثير ألوان الطيف على الإزهار) .

أما لمبات الفلورسنت ، فإنها تبعث بضوء منخفض فى الأشعة الحمراء ، ولا يحتوى على أية أشعة تحت حمراء ، ولذا نجد أن اللمبات تكون باردة . ويحتوى ضوء لمبات الفلورسنت على باقى ألوان الطيف بصورة قريبة من تلك الموجودة فى أشعة الشمس . ولهذا السبب فإنه يجب لكى يتحقق أفضل نمو بالضوء الصناعى استعمال كل من لمبات التنجستون والفلورسنت معًا ، حتى تكمل بعضها البعض لإنتاج أشعة أقرب من طيف أشعة الشمس أكثر من أى منهما منفردة (جانيك ١٩٨٥) .

وإلى جانب الإضاءة الصناعية ، فإن الاختيار الأمثل لشكل البيت (الجزء ٢٠ – ٢) واتجاهه (الجزء ٢٠ – ٣ – ١) ومادة الغطاء (الجزء ٢٠ – ٤) يساعد على زيادة نفاذية الضوء إلى داخل البيت .

كذلك فإن تنظيف أغطية البيوت من الأتربة التى تتراكم عليها خلال فصل الصيف يفيد كثيرًا فى زيادة نفاذيتها لأشعة الشمس عند الحاجة لذلك خلال فصل الشتاء . ويعتبر ذلك الإجراء ضروريًا فى بداية فصل الشتاء فى المناطق الباردة والمعتدلة والحارة على حد سواء . وأفضل طريقة للتنظيف هى برش الغطاء أولًا بمحلول ٥٪ من حامض الأوكساليك ، ثم غسله بالماء . ويجب عدم استعمال ماء به نسبة مرتفعة من الجير ، حتى لا يترك رواسب على الزجاج (Ason ١٩٨٠) .

٢١ - ٥ - ٢ : التحكم فى الفترة الضوئية

يعتبر التحكم فى الفترة الضوئية بالزيادة أو بالنقصان إحدى المعاملات الزراعية الروتينية فى الإنتاج التجارى لبعض نباتات الزهور ، بغية التحكم فى موعد إزهارها . أما فى محاصيل الخضر ، فليس لذلك الأمر أهمية تذكر إلا فى الحالات التالية :

١ - فى البيوت المحمية المخصصة لأغراض البحوث كالدراسات الخاصة بالتوقيت الضوئى .

٢ - فى المناطق الشمالية شتاء عندما تكون الفترة الضوئية أقصر مما يلزم للنمو النباتى الجيد .

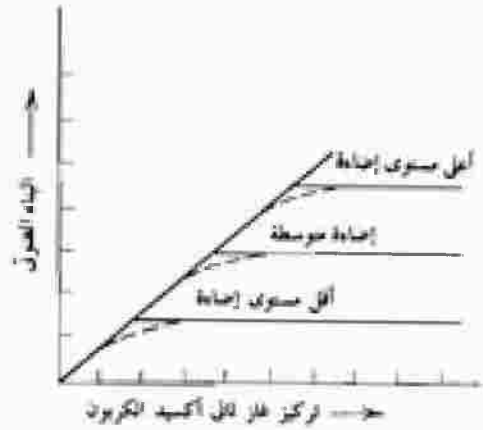
هذا .. ويتم تقصير الفترة الضوئية بستائر من القماش الأسود تثبت على حوامل خاصة أعلى النباتات لمنع وصول الضوء إليها بعد عدد معين من ساعات النهار . وتحرك هذه الستائر يدويًا فى الوقت المحدد يوميًا . أما إطالة الفترة الضوئية ، فتتم بالإضاءة الصناعية كما سبق بيانه فى الجزء (٢١ - ٥ - ١) .

٢١ - ٦ : التحكم فى نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيت

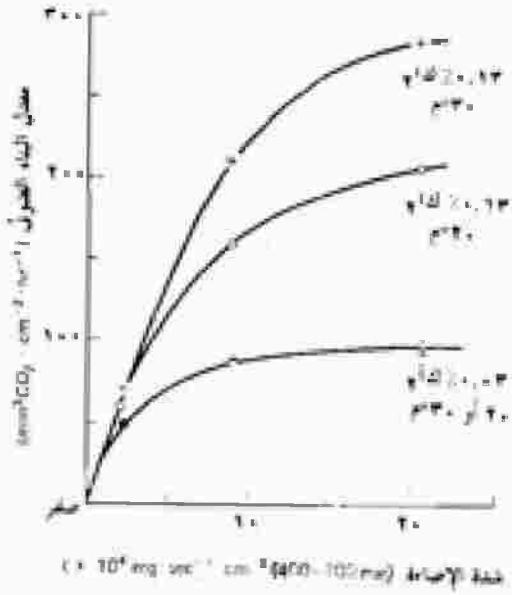
تستهلك النباتات غاز ثانى أكسيد الكربون فى عملية البناء الضوئى . فإذا ظلت البيوت المحمية مغلقة لفترة طويلة ، كما هو الحال فى المناطق الباردة خلال فصل الشتاء ، فإن تركيز الغاز ينخفض إلى معدلات شديدة الانخفاض يقل معها معدل البناء الضوئى بدرجة كبيرة . وقد أثبتت العديد من الدراسات أن نسبة الغاز تنخفض كثيرًا حول النباتات النشطة فى البيوت المحمية ، وقد يستمر هذا الانخفاض لفترات طويلة . ويصاحب ذلك نقص فى معدل البناء الضوئى يصل إلى ٥٠٪ عند انخفاض تركيز الغاز إلى ١٦٠ جزء فى المليون (٠,٠١٦٪) . وعلى العكس من ذلك .. فإن معدل البناء الضوئى يزداد بمقدار ٥٠٪ عند زيادة تركيز الغاز من ٣٣٥ إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون (أى من التركيز الطبيعى ٠,٠٣٣٥٪ إلى ٠,١٪) . وقد تصل الزيادة فى البناء الضوئى إلى ١٠٠٪ إذا كانت الزيادة فى تركيز الغاز مصحوبة بإضاءة قوية وحرارة مرتفعة بالقدر المناسب للنمو النباتى (عن Slack & Hand ١٩٨٤) .

ويخضع تأثير زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون على معدل البناء الضوئى لقانون العامل المحدد Principle of the limiting factor كما هو مبين فى شكل (٢١ - ٣٦) . فتؤدى زيادة تركيز الغاز إلى زيادة معدل البناء الضوئى إلى أن يصبح مستوى الإضاءة عاملًا محددًا ، فتتوقف الزيادة فى معدل البناء الضوئى . ومع زيادة مستوى الإضاءة تستمر الزيادة فى معدل البناء الضوئى مع زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون ، حتى يصبح الضوء عاملًا محددًا مرة ثانية .. وهكذا . ويبين شكل (٢١ - ٣٧) كيف يتفاعل كل من تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون وشدة الإضاءة ودرجة الحرارة فى التأثير على

معدل البناء الضوئي في الخيار : نجد في جميع المنحنيات بالشكل أن معدل البناء الضوئي يزداد تدريجيًا بزيادة شدة الإضاءة ، لكن الزيادة تظل محدودة في التركيز المنخفض للغاز أيًا كانت درجة الحرارة . ومع زيادة تركيز الغاز يزداد معدل البناء الضوئي ، لكن هذه الزيادة تكون أكبر في درجة الحرارة المرتفعة (٣٠°م) ، عنه في درجة الحرارة المنخفضة (٢٠°م) (عن Mastalerz ١٩٧٧) .



شكل ٢١ – ٣٦ : تأثير شدة الإضاءة على الزيادة التي تحدث في معدل البناء الضوئي عند زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون (نظرية العامل المحدد) .



شكل ٢١ – ٣٧ : تداخل درجة الحرارة مع شدة الإضاءة في التأثير على الزيادة التي تحدث في معدل البناء الضوئي في الخيار عند زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون .

هذا .. وتتوقف الزيادة فى النمو عند زيادة تركيز الغاز على المحصول المزروع ، وحالته ، وعمره ، والظروف البيئية الأخرى . فقد أوضحت العديد من الدراسات استجابة الطماطم والخيار والخس لهذه المعاملة . وعمومًا .. تكون الاستجابة كبيرة عندما يكون المحصول المزروع بحالة جيدة ، خاصة فى المراحل المبكرة من النمو ، وعندما تكون الإضاءة جيدة والحرارة مناسبة .

هذا .. ولا توجد أية خطورة على الإنسان من جراء زيادة تركيز الغاز فى البيوت المحمية حتى التركيز المناسب الذى يتراوح عادة من ١٠٠٠ - ١٥٠٠ جزء فى المليون ، لأن الإنسان يتحمل زيادة تركيز الغاز حتى ٥٠٠٠ جزء فى المليون .

٢١ - ٦ - ١ : الإستجابة للتغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون فى محاصيل الخضر

درست الاستجابة للتغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون فى عدد من محاصيل الخضر ، لكنها تركزت على ثلاثة محاصيل هى : الطماطم ، والخيار ، والخس .

١ - الطماطم

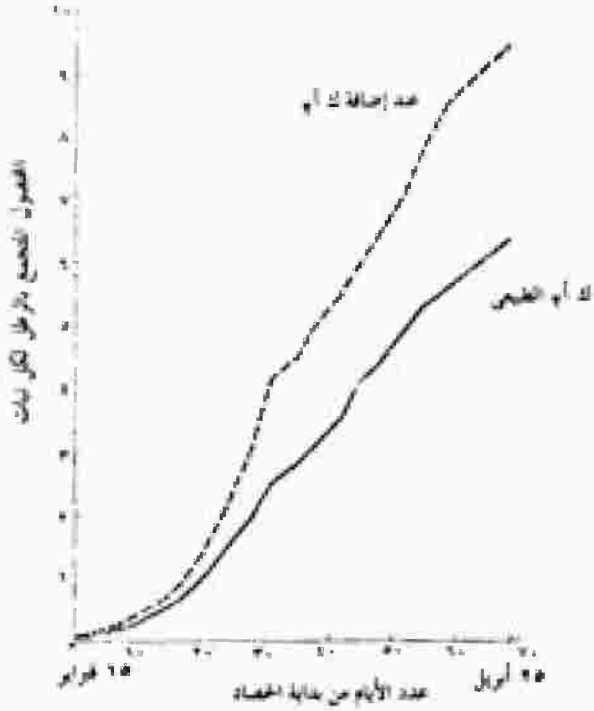
وجد فى دراسة أجريت على الطماطم فى البيوت المحمية أن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ١٢٠٠ جزء فى المليون أدت إلى زيادة المحصول المبكر بنسبة ١٥٪ ، والمحصول الكلى بنسبة ٨٪ (Hand & Soffe ١٩٧١) . كما أوضح Knecht & O'Leary (١٩٧٤) أن زيادة تركيز الغاز من ٤٠٠ - ٨٠٠ جزء فى المليون أحدثت زيادة جوهرية فى المحصول وحجم الثمار . كذلك وجد أن زيادة تركيز الغاز لمدة ٦,٥ ساعة يوميًا أدت إلى التبكير فى النضج ، وزيادة وزن الثمرة ، وزيادة المحصول الكلى بنسبة ٣٥٪ ، وذلك بالمقارنة بزيادة قدرها ٣١٪ و ٢٤٪ فى محصولى الفلفل والباذنجان على التوالى . ويبين شكل (٢١ - ٣٨) تأثير المعاملة بالغاز على محصول الطماطم (عن Wittwer & Honma ١٩٧٩) .

وقد أوضحت دراسات Nilsen وآخرين (١٩٨٣) أن الإضاءة العالية ليست ضرورية فى الطماطم لكى تحدث استجابة جيدة لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون ، فقد ازداد معدل البناء الضوئى جوهريًا فى كل المعاملات ، بما فى ذلك أقل المستويات ، لكن الحرارة المرتفعة كانت عاملًا محددًا ، فازدادت الاستجابة لزيادة تركيز الغاز مع ارتفاع درجة الحرارة . وقد صاحبت الزيادة فى معدل البناء الضوئى زيادة جوهرية فى المحصول الطازج والجاف .

٢ - الخيـــــار

أوضحت العديد من الدراسات أن نبات الخيار يستجيب لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى البيوت المحمية ، بشرط توفر إضاءة جيدة وحرارة مناسبة . وقد كانت الاستجابة فى صورة زيادة فى نمو الأوراق ، والتفريع ، والإزهار ، والمادة الجافة ، والمحصول المبكر ، والمحصول الكلى . فمثلًا .. وجد Hopen & Ries (١٩٦٢) أن نباتات الخيار استجابت للزيادة فى تركيز الغاز من ٣٥٠ حتى ٢١٥٠ جزء فى المليون . وبرغم أن هذه الاستجابة حدثت أيًا كانت شدة الإضاءة ، إلا أن الاستجابة لزيادة تركيز الغاز كانت أكبر مع ازدياد شدة الإضاءة من ٣٠٠ إلى ١٤٠٠ قدم - شمعة . وقد تمثلت هذه الاستجابة على شكل زيادة فى الوزن الطازج ، والوزن الجاف للنبات ،

وطول النبات ، وعدد الثمار بالنبات . كما أوضحت دراسات Slack & Hand (١٩٨٤) أن نباتات الخيار تستجيب للزيادة فى تركيز الغاز حتى ١٠٠٠ جزء فى المليون شتاءً ، وحتى ٤٥٠ جزء فى المليون صيفًا ، وكانت الاستجابة على شكل زيادة فى المحصول ومتوسط وزن الثمرة . وقد كانت العلاقة طردية بين المحصول ومتوسط تركيز الغاز فى جو البيت ، وكانت المعاملات اقتصادية برغم احتياج البيوت للتهوية صيفًا .



شكل ٢٩ - ٣٨ : تأثير المعاملة بغاز ثانى أكسيد الكربون على المحصول فى الطماطم .

٣ - الخـــس

يعتبر الخس من الخضر التى تستجيب بصورة جيدة لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى البيوت المحمية ، دون أن تتأثر نباتات الخس سلبيًا بنواتج احتراق الوقود المستخدم فى إنتاج الغاز . فقد وجد أن زيادة تركيز الغاز إلى ٣ - ٦ أضعاف التركيز الطبيعى يحدث التأثيرات التالية .

(أ) تبكير النضج مدة ١٠ أيام على الأقل ، مما يسمح بزراعة محصول إضافى من الخس فى نفس الموسم .

(ب) زيادة المحصول بمقدار ٤٠ إلى ١٠٠٪ ، وتكون الزيادة فى المحصول أكبر فى الأصناف السريعة النمو .

(جـ) زيادة نسبة المادة الجافة .

إلا أن الاستجابة العالية لزيادة تركيز الغاز تتطلب ما يلى :

(أ) زيادة درجة الحرارة بمقدار ٦ – ٨°م نهارًا و ٣°م ليلًا .

(ب) زيادة معدلات الرى .

(جـ) زيادة معدلات التسميد ، خاصة بالنسبة للسماد الأزوتى (Wittwer & Honma ١٩٧٩) .

٢١ – ٦ – ٢ : مصادر غاز ثانى أكسيد الكربون المستخدم فى البيوت المحمية

من أهم مصادر غاز ثانى أكسيد الكربون المستخدم فى البيوت المحمية ما يلى :

١ – بعض أنواع الهيروقات ، مثل : البارافين paraffin ، أو غاز البروبان propane ، حيث يؤدى احتراقها فى مواقد خاصة إلى إنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون ، لكن يجب أن تكون هذه الهيروقات على درجة عالية من النقاوة ، نظرًا لأن الكبريت الموجود بها قد يتحول إلى غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يذوب فى الماء بسهولة ، ثم يتحول إلى حامض كبريتوز ، ثم إلى حامض كبريتيك ؛ مما يؤدى إلى احتراق أوراق النبات .

كما يجب أن يكون الاحتراق تامًا ، لأن الاحتراق غير التام ينتج إنتاج غازات الإيثيلين ، وأول أكسيد الكربون ، وكلاهما ضار بالنباتات ، والثانى سام للإنسان ، ولهذا .. تستخدم مواقد خاصة لإنتاج الغاز . وعند تشغيلها يجب معايرتها باستمرار لتعطى دائمًا لهبًا أزرق صافيًا ، مع توفر أكسجين كاف لتمام احتراق الوقود .

٢ – ينتج الغاز أيضًا بتسامى غاز ثانى أكسيد الكربون الصلب (الثلج الجاف) بوضعه فى أوان تعلق فى أماكن متفرقة من البيت .

٣ – كما ينتج الغاز بتبخير ثانى أكسيد الكربون السائل من خلال أنابيب بولى إثيلين مثقبة ، كتلك المستعملة فى تهوية البيوت (Quarrell & Ace ١٩٧٥) .

٢١ – ٦ – ٣ : الحالات التى تجدى فيها التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون

لا تفيد التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون إلا فى المناطق الباردة ، حيث تظل البيوت المحمية محكمة الغلق للمحافظة على درجة الحرارة بها ، مما يؤدى إلى استهلاك الغاز فى عملية البناء الضوئى . ويعتبر خط عرض ٣٥ (شمال أو جنوب خط الاستواء) هو الحد الفاصل بين المناطق التى يمكن فيها التغذية بالغاز ، وتلك التى لا تناسبها إضافة الغاز . ففى خطوط العرض الأقل من ذلك ترتفع درجة الحرارة داخل البيوت المحمية شتاءً إلى الحد الذى يتطلب تهويتها ، مما يستحيل معه زيادة تركيز الغاز .

كذلك فإن إضافة الغاز لا تجدى إلا خلال ساعات النهار ، حتى يمكن الاستفادة منه فى عملية البناء الضوئى .

ولا تكون الإضافة مجدية عادة إلا خلال فترة انخفاض درجة الحرارة من أكتوبر حتى مايو . وتزيد الاستفادة من إضافة الغاز عند الاهتمام بالإضاءة ورفع درجة الحرارة (Nelson ١٩٨٥) .

٢١ - ٦ - ٤ : حساب احتياجات البيوت من غاز ثانى أكسيد الكربون

العوامل المؤثرة على احتياج البيوت من الغاز

تتأثر احتياجات البيوت المحمية من غاز ثانى أكسيد الكربون بالعوامل التالية :

١ - السرعة التى يتغير بها هواء البيت

يتغير هواء البيت باستمرار ، حتى ولو كان محكم الغلق وفى غير فترات التهوية ، وذلك بسبب وجود منافذ وشقوق يتسرب منها الهواء للخارج . وتختلف سرعة تغير الهواء حسب نوع البيت . فالبيوت الزجاجية المعتنى بها يتغير فيها ربع إلى ضعفى هواء البيت كل ساعة بصورة طبيعية وبدون تهوية ، ويتوقف ذلك على سرعة الهواء فى الجو الخارجى . وفى المتوسط يتغير هواء البيت مرة كل ساعة . وبالمقارنة .. فإن هواء البيوت البلاستيكية المحكمة الغلق يتغير بمعدل نصف إلى ثلثى مرة فى الساعة .

٢ - طريقة إضافة الغاز

فالغاز المضاف فى صورة نقية تكون حرارته مساوية تقريبًا لحرارة البيت أو أقل قليلًا ، فيبقى فى المنطقة المحيطة بالنباتات ، خاصة أن الغاز يضاف عادة من خلال ثقوب دقيقة فى أنبوبة بلاستيكية تمتد بجانب النباتات . أما الغاز الناتج من احتراق الوقود ، فإن حرارته تكون أعلى بكثير من حرارة الهواء داخل البيت (خاصة عندما تقع أجهزة حرق الوقود داخل البيت) . ويؤدى ذلك إلى خفة وزنه وتصاعده لأعلى بسرعة ، حيث يتراكم فى قمة البيت قريبًا من فتحات التهوية ، مما يزيد من فرصة فقده إلى خارج البيت ، خاصة عندما لا تكون فتحات التهوية محكمة الغلق .

٣ - سرعة استفادة النباتات للغاز

تتوقف سرعة استهلاك النباتات للغاز على حجم النمو النباتى ، ودرجة الحرارة ، وشدة الإضاءة . وتتراوح الكمية المفقودة عادة من صفر - ١٥ رطلًا من الغاز/ فدان/ ساعة . ويحدث أقصى استهلاك للغاز عندما يكون النمو النباتى مغطيًا للمساحة المزروعة تمامًا ، مع توفر إضاءة قوية .

٤ - تنفس الكائنات الدقيقة ، وتحلل المادة العضوية

يؤدى تنفس الكائنات الدقيقة فى التربة وتحلل المادة العضوية التى توجد بها إلى إنتاج كميات محسوسة من الغاز تتصاعد إلى جو البيت . وتزداد هذه الكميات المنتجة طبيعيًا بصورة جوهرية عند استعمال بالات القش المضغوط فى الزراعة ؛ فيزيد تركيز الغاز بعد الزراعة بفترة قصيرة إلى ٠,٠٧ - ٠,١٪ ، ثم تنخفض النسبة لتستقر بعد عدة شهور عند حوالى ٠,٠٤٪ .

حساب كمية الغاز اللازمة

إذا أخذت جميع العوامل المؤثرة على احتياجات البيوت من الغاز فى الاعتبار ، فإن الكمية اللازمة منه تقدر فى المتوسط بنحو ٣٠ - ٩٠ رطلًا/ فدان/ ساعة لإيصال تركيز الغاز إلى ٠,١٪ ويمكن القول بأنه عندما تستنفد النباتات ١٥ رطلًا من الغاز/ فدان/ ساعة تحت الظروف الطبيعية ، فإن

الكمية اللازمة من الغاز (للفقدان فى الساعة) تقدر بنحو ٤٠ رطلًا عندما يتغير هواء البيت مرة كل ساعة ، وبنحو ٦٠ رطلًا عندما يتغير هواء البيت مرة كل ثلثى ساعة . ويمكن بذلك حساب الكمية اللازمة من المحروقات ، علمًا بأنها تنتج الغاز بمعدل ٣ أرطال عند احتراق أى من الكميات التالية :

رطل واحد من البروبان propane

٠,١٢٥ جالون من البارافين paraffin .

٠,٢٣ therms من الغاز الطبيعى (Allen ١٩٧٣) .

طريقة تقدير تركيز الغاز

يلزم توفر الأجهزة الخاصة بتقدير تركيز الغاز بدقة فى جو البيت ، وأبسطها هى الأجهزة التى تعتمد فى عملها على تغير لون مركب كيمائى حساس للغاز بدرجة تعتمد على تركيز الغاز ، وبذلك يمكن تقدير التركيز من اللون المشاهد .

وللمزيد من التفاصيل عن استخدامات غاز ثانى أكسيد الكربون فى البيوت المحمية يراجع المؤلف الخاص بذلك للجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين (Amer. Soc. Agr. Eng. ١٩٨٠) .

٢١ – ٧ : برمجة الاحتياجات البيئية فى العقل الإليكترونى

يستخدم العقل الإليكترونى فى البيوت المحمية لتنظيم التحكم فى كافة العوامل البيئية . ويمكن برمجته ليتحكم فى كل مما يلى :

١ – درجة الحرارة (التدفئة والتهوية والتبريد) .

٢ – نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون .

٣ – الرطوبة الأرضية (الرى)

٤ – تركيز العناصر السمادية (التسميد) .

٥ – التركيز الكلى للأملاح فى ماء الرى .

وبذلك يمكن إدارة البيت بعدد أقل من العاملين وبأمان أكبر ، مع عدم الحاجة إلى رقابة دائمة طول ساعات النهار والليل . ويبين شكل (٢١ – ٣٩) جانبًا من أجهزة التحكم فى العوامل البيئية فى مجموعة من البيوت المحمية .

شكل ٢١ – ٣٩ : جانب من أجهزة التحكم فى العوامل البيئية فى مجموعة من البيوت المحمية .

٢١ - ٨ : المراجـــع

جانيك ، جوليوس (١٩٨٥) . علم البساتين . ترجمة جميل فهمي سوريال وآخرين . الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٦٥٩ صفحة .

عرقاوي ، نبيل (١٩٨٤) . البيوت البلاستيكية الزراعية وإنتاج الخضار والأزهار والفاكهة . المطبعة العلمية – دمشق – ١٩١ صفحة .

Allen, P.G. 1973. Carbon dioxide enrichment. In H.G. Kingham (Ed.) "The U.K. Tomato Manual"; pp. 156-162. Grower Books, London.

American Society for Agricultural Engineers. 1980. Controlled atmospheres for plant growth. ASAE Pub. PROC-230.

Anonymous. 1980. Programme for early tomato production in peat. An Foras Talantain, Kinsealy Res. Centre, Dublin. 38p.

Challa, H. 1980. Physiological aspects of radiation heating in glass house culture. (In Nl). Groenten en Fruit 36 (8): 38-39

Collins, W.L. and M.H. Jensen. 1983. Hydroponics: a 1983 technology overview. The Environmental Research Laboratory, Univ. Ariz., Tucson. 119p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. springer-Verlag, N.Y. 530p.

Hand, D.W. and R.W. Soffe. 1971 Light-modulated temperature control and the response of greenhouse tomatoes to different CO_2 regimes. J.Hort. Sci. 46: 381-396.

Hopen, H.J. and S.K. Ries. 1962. The mutually compensating effect of carbon dioxide concentrations and light intensities on the growth of Cucumis sativus L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 81: 358-364.

Knecht, G.N. and J.W. O'Leary. 1974. Increased tomato fruit development by CO_2 enrichment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 214-216.

Knies, P. and J.J.G. Breuer. 1980. Infra-red radiation heating for glasshouses? (In Nl). Groenten en Fruit 36 (8): 36-37.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Son, N.Y. 629p.

Nelson, P.V. 1981. Greenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Reston, Va. 563p.

Nelson, P.V 1985 (3rd ed.) Greenhouse operation and management. Reston pub. Co., Reston, Va. 598p.

Nilsen, S., K. Hovland, C. Dons and S.P. Sletten. 1983. Effect of CO_2 enrichment on photosynthesis, growth and yield of tomato. Scientia Horticulturae 20: 1-14.

Quarrell, C.P. and G.W. Ace. 1975. Crops under glass. MacDonald and Jone's, London. 181p.

Sheldrake, R., Jr. 1967. Crop production in plastic greenhouses. (Typ). Inter. Hort. Congress Vol. 3: 345-351.

Sheldrake, R., Jr. 1969. Planning, constructing and operating plastic covered greenhouses. Cornell Misc. Bul. 72. 15p.

Sheldrake, R. Jr. 1971. Air makes the difference. Amer. Veg. Grower. Jan. 1971.

Sheldrake, R., Jr. and R.W. Langhans. 1962. Heating requirement of plastic greenhouses. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 80: 666-669.

Slack, G. and D. Hand. 1985. The effect of winter and summer CO_2 enrichment on the growth and fruit yield of glasshouse cucumber. J.Hort. Sci. 60: 507-516.

Wittwer, S.H. and S. Honma. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Mich. State Univ. Pr., East Lansing. 225p.

الفصل الثانى والعشرون

زراعة الخضر وخدمتها فى البيوت المحمية

٢٢ - ١ : عمليات إعداد الأرض للزراعة

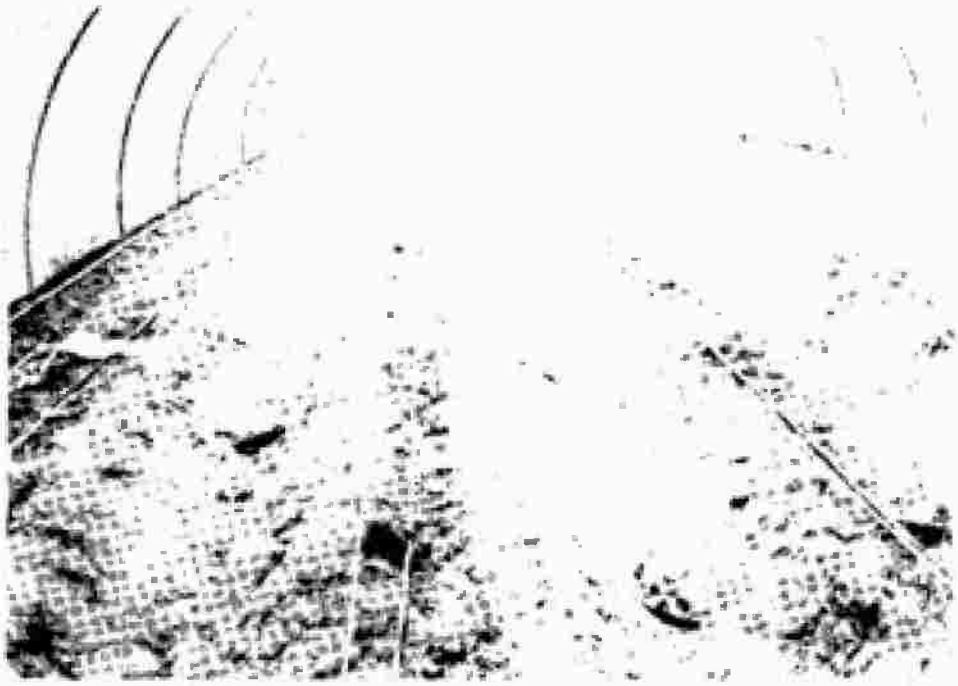
تتشابه معظم عمليات إعداد الأرض للزراعة فى الزراعات المحمية مع العمليات المماثلة فى الزراعات المكشوفة ، وسنكتفى هنا بشرح العمليات ذات الطابع الخاص بالزراعات المحمية ، مع الإشارة إلى العمليات المشار إليها فى مواضع أخرى من هذا الكتاب .

٢٢ - ١ - ١ : غسل التربة

تتبع طريقة الرى بالتنقيط غالبًا فى الزراعات المحمية . وتؤدى هذه الطريقة إلى تراكم الأملاح على سطح التربة . وبرغم أن تراكم الأملاح يكون بعيدًا عن منطقة نمو الجذور ، طالما أن النقاطات تعمل بانتظام ، إلا أن توقف الرى بعد انتهاء المحصول يتبعه تحرك أفقى للأملاح باتجاه النقاطات ، كذلك فإن تغيير مسافة الزراعة أو موضع الجور « الحفر » فى الزراعة التالية يعنى احتمال وجود النباتات فى مناطق قد تركزت فيها الأملاح . ولهذا .. فإنه من الضرورى فى الزراعات المحمية أن تغسل التربة جيدًا بالماء قبل الزراعة . ويتم ذلك برى الأرض بنحو ١٠ - ١٥ سم من الماء لإذابة الأملاح وغسلها بعيدًا عن منطقة الجذور . ويستلزم ذلك - بطبيعة الحال - أن تكون الأرض مستوية وعالية النفاذية ، أو أن تكون الزراعة على خطوط أو مصاطب مرتفعة بينها قنوات عميقة يمكن أن تستخدم فى صرف الماء الزائد ، كما فى شكل (٢٢ - ١) . ومن الضرورى مراعاة عدم زيادة نسبة الأملاح فى التربة عن ٢,٥ مليموز/سم عند درجة ٢٥ م فى حالة زراعة الخيار والمحاصيل الحساسة الأخرى ، كالشليك ، والشمام ، والقاوون ، والفاصوليا ، وألا تزيد عن ٤,٥ مليموز/سم فى حالة زراعة المحاصيل المتوسطة الحساسية للملوحة ، مثل : الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان .

٢٢ - ١ - ٢ : الحرث وتجهيز الأرض

لا تختلف حرث أرض البيوت المحمية عما سبق بيانه بالنسبة للحقول المكشوفة فى الجزء (١٥ - ٢ - ٢) ، لكن بالنظر إلى أن الإنتاج فى البيوت المحمية يعتمد كثيرًا على زيادة الغلة من وحدة المساحة ، لذا كان من الضرورى العناية بتجهيز الأرض وتسميدها بصورة جيدة .



شكل ٢٢ - ١ : إعداد البيت للزراعة . تظهر بالصورة مصاطب الزراعة ، وبينها قنوات عميقة تعتبر ضرورية للصرف الجيد وتحسين التهوية بالتربة . تظهر أيضا خطوط الرى بالتنقيط ، وعلى جانبى كل منها خيطان على سطح التربة يحددان مكان خطى الزراعة مسبقاً ، وترتبط بهما الخيوط التى تتدلى من السلك العلوى ، وترقى عليها النباتات . يكفى خط واحد من أنابيب الرى بالتنقيط لكل زوج من خطوط النباتات ، إن لم يزد البعد بينهما عن ٥٠ سم ، مع مراعاة إطالة فترة ضخ المياه فى أنابيب الرى .

ففى الأراضى الطينية الثقيلة ينصح بإضافة ١ م٣ من الرمل الخشن ، و ١ م٣ من السماد العضوى المتحلل ، و ٢٠ كجم من سماد السوبر فوسفات العادى لكل ١٠٠ متر مربع من أرض البيت . وتخلط هذه المواد جيدًا بالأرض ، وتحرث حرثًا عميقًا ، ثم تروى بغزارة وتترك حتى تصبح الأرض مستحرثة ، ثم يعاد الحرث مرة أخرى ، وتتبعه إقامة خطوط الزراعة .

أما فى الأراضى الرملية ، فإنه يضاف لها نحو ٣٥٠ كجم من السماد العضوى ، و ٨ كجم من سماد مركب ١٨ - ١٨ - ٥ لكل ١٠٠ متر مربع من الأرض مع خلطهما جيدًا فى التربة بالحرث العميق ، وقبل ذلك إقامة الخطوط أو المصاطب حسب المحصول المراد زراعته .

٢٢ - ١ - ٣ : تعقيم التربة

يعتبر تعقيم التربة من العمليات الزراعية الأساسية فى الزراعات المحمية ، نظرًا لأن تكرار زراعة الأرض بمحصول معين على فترات متقاربة يؤدى إلى تكاثر مسببات الأمراض بها ، مثل :

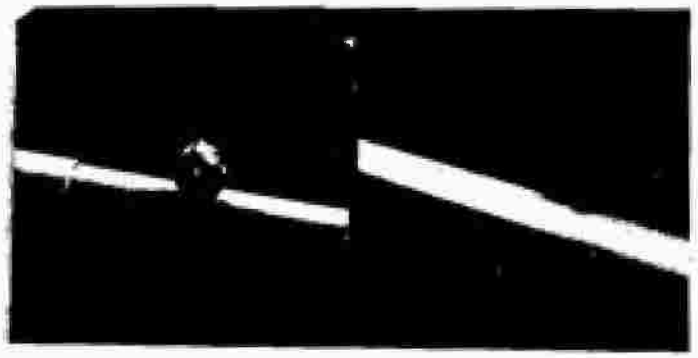
البيمانودا، وقطريات الذيل، وأعفان الجذور، وبقع الطماطم بأى من الطرق التى سلفت الإشارة إليها فى الفصل الثالث عشر، ويجرى عادة بعد الحرث، وقبل إقامة خطوط الزراعة.

٢٢ - ٢ : عمليات الخدمة الزراعية

لا تختلف عمليات الخدمة التى تجرى للزراعات المحمية كثيرًا عن عمليات الخدمة المماثلة فى الزراعات المكشوفة، ولذا سنكتفى هنا بشرح العمليات ذات الطابع الخاص بالزراعات المحمية، مع الإشارة إلى العمليات المذكورة فى الأجزاء الأخرى من هذا الكتاب.

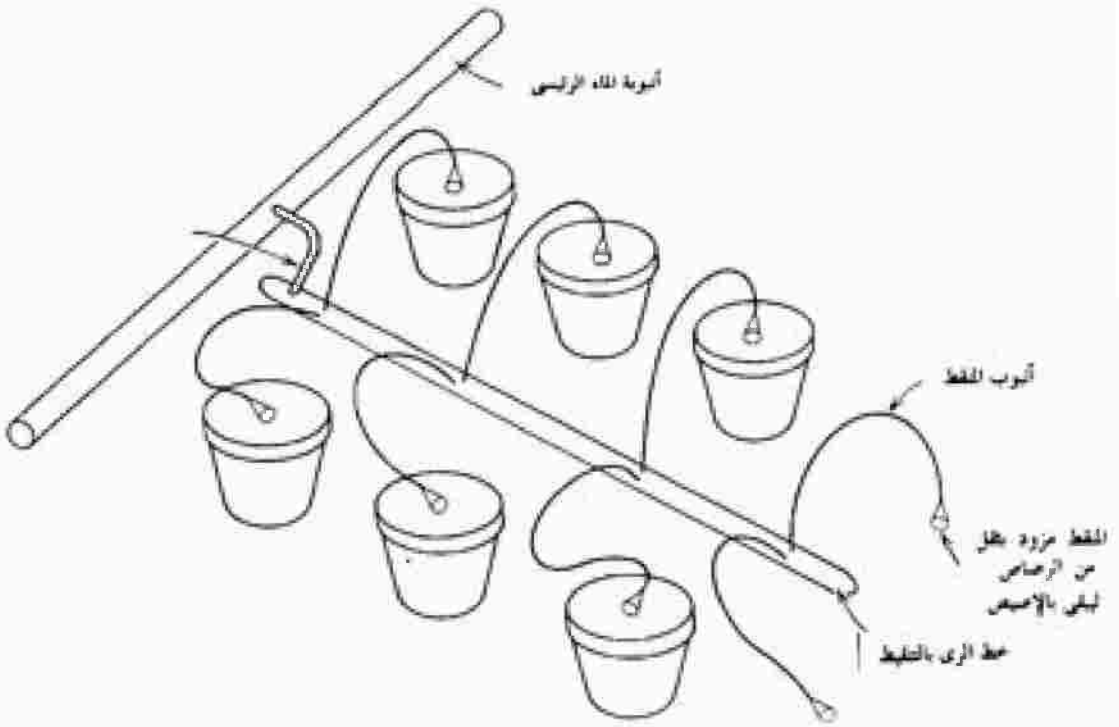
٢٢ - ٢ - ١ : الرى

يعتبر الرى بالتنقيط (الجزء ١٧ - ٣ - ٣) هو أكثر طرق الرى شيوعًا فى الزراعات المحمية (شكل ٢٢ - ٢)، لكن الرى بـ «التضبيب» (الجزء ١٧ - ٣ - ٢) يفيد أيضًا فى تلطيف درجة الحرارة (الجزء ٢١ - ٣ - ١)، وهذا السبب فإنه ينصح بتزويد الصوبات بهذا النظام، لكن مع الاعتماد على إحدى طرق الرى الأخرى فى تزويد النباتات باحتياجاتها من الرطوبة الأرضية. ويوضح شكل (٢٢ - ٣) كيفية خروج الماء على صورة ضباب من «بشابير» الرى بـ «التضبيب». هذا .. بالإضافة إلى أن طريقة الرى السطحى تتبع كذلك فى المناطق التى تتوفر فيها مياه الرى.



شكل ٢٢ – ٣ : خروج الماء على صورة ضباب من « بشابير » (بزابيز) الرى « النضيب » .

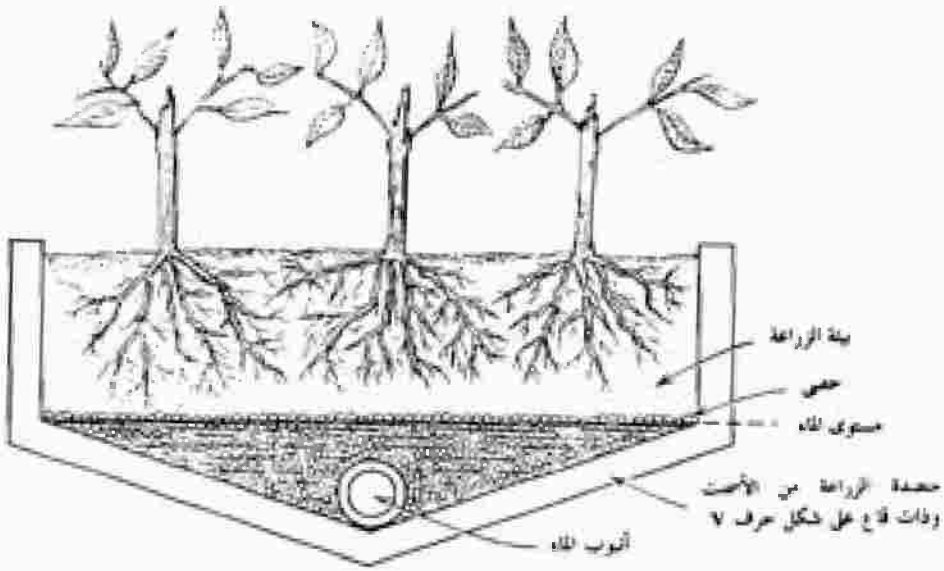
أما رى النباتات النامية فى أصص ، فيكون إما بالرش ، أو بالتنقيط (شكل ٢٢ – ٤) ، أو بوضع الأصص على وسائد مشبعة بالرطوبة بصفة دائمة ، حيث تصعد منها الرطوبة إلى الأصص بالخاصية الشعرية .



شكل ٢٢ – ٤ : رى نباتات الأصص بالتنقيط .

وعندما تكون النباتات نامية على مناضد (بنشات) مملوءة بمخاليط الزراعة ، فإنها قد تروى بالرش من خلال أنابيب تمر حول المحيط الداخلى للمنضدة ومزودة بنشابير لرش الماء أسفل أوراق النباتات .

وقد تتبع طريقة الرى تحت السطحى ، كما فى شكل (٢٢ - ٥) ، حيث يصل الماء إلى النباتات بالخاصية الشعرية (Mastalerz ١٩٧٧) . كما قد تتبع طريقة الرى السطحى . ويلزم فى هذه الحالة إجراء الرى كلما ظهرت بوادر العطش على النباتات بمعدل ٦ لتر ماء لكل متر مربع من سطح منضدة الزراعة لكل ٥ سم عمقًا من مخلوط الزراعة ، أى بمعدل ٣٠ لتر ماء لكل متر مربع من سطح المنضدة التى تكون بعمق ٢٠ سم ، وتملأ بمخلوط الزراعة لعمق ١٧,٥ سم .



شكل ٢٢ - ٥ : رى النباتات النامية فى مناضد الزراعة (البنشات) بطريقة الرى تحت السطحى .

هذا .. ومن الضرورى إنشاء خزانات مغلقة أو بركة مكشوفة (شكل ٢٢ - ٦) لتخزين المياه اللازمة للرى ، وبسعة تكفى احتياجات الرى فى جميع البيوت . وتفيد هذه الخزانات فى الحالات الآتية :

١ - عندما تكثر المواد العالقة بمياه الرى بدرجة تقل معها كفاءة المرشحات ، حيث تفيد الخزانات فى ترسيب هذه المواد عند ترك المياه بها .

٢ - عند الاعتماد على مياه النيل فى الرى ، حيث يصبح وجود الخزانات ضرورة لتوفير المياه أثناء السدة الشتوية .

٣ – عند الاعتماد على المياه الجوفية فى الرى فى حالة ما إذا كان تصريف الآبار لا يكفى كل احتياجات الرى فى أوقات الذروة ، حيث يلزم فى هذه الحالة توفير المياه المخزونة لاستعمالها عند الضرورة .

شكل ٢٢ – ٦ : بركة لتخزين المياه اللازمة لرى مجموع من البيوت المحمية .

٢٢ – ٢ – ٢ : التسميد

يعتمد التسميد فى الزراعات المحمية أساسًا على الأسمدة الذائبة التى تصل إلى النباتات مع ماء الرى بالتنقيط ، خاصة فى الأراضى الرملية . أما عند اتباع طريقة الرى السطحى ، فإن التسميد يتم بإضافة الأسمدة الجافة إلى جانب النباتات . وقد تتبع طريقتا التسميد معًا ، بالإضافة إلى التسميد بالرش بالنسبة للعناصر الدقيقة . وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع بالتفصيل فى الفصل الثامن عشر .

هذا .. ويفيد تحليل الأنسجة النباتية كثيرًا فى تحديد مدى الحاجة للتسميد . ويبين جدول (٢٢ – ٢) المدى الطبيعى لتركيز العناصر المختلفة فى أنسجة الورقتين الخامسة والسادسة من القمة النامية بكل من نباتى الطماطم والخيار . ويمكن الاسترشاد بهذا الجدول فى التعرف على الحاجة

جدول (٢٢ - ١) : المدى الطبيعي لتركيز العناصر المختلفة في أنسجة أوراق الطماطم والخيار (الورقتين الخامسة والسادسة من القمة النامية) .

العنصر	الطماطم	الخيار
النيتروجين النتراتي	١٤٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ جزء في المليون	١٠٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ جزء في المليون
الفوسفات PO_4	٩٠٠٠ - ٨٠٠٠ جزء في المليون	٨٠٠٠ - ١٠٠٠٠ جزء في المليون
البوتاسيوم	٥ - ٨٪	٨ - ١٥٪
الكالسيوم	٢ - ٣٪	١ - ٣٪
المغنسيوم	٠,٤ - ١,٠٪	٠,٣ - ٠,٧٪
الحديد	٤٠ - ١٠٠ جزء في المليون	٩٠ - ١٢٠ جزء في المليون
الزنك	١٥ - ٢٥ جزء في المليون	٤٠ - ٥٠ جزء في المليون
النحاس	٤ - ٦ جزء في المليون	٥ - ١٠ جزء في المليون
المنجنيز	٢٥ - ٥٠ جزء في المليون	٥٠ - ١٥٠ جزء في المليون
الموليبدنم	١ - ٣ جزء في المليون	١ - ٣ جزء في المليون
البورون	٢٠ - ٦٠ جزء في المليون	٤٠ - ٦٠ جزء في المليون

٢٢ - ٢ - ٣ : مكافحة الآفات

لا تختلف الأسس العامة لمكافحة الآفات في الزراعات المكشوفة (الفصل الثلاثون) كثيرًا عما في الزراعات المحمية ، إلّا أن الطبيعة المغلقة للبيوت المحمية وزيادة الكثافة الإنتاجية للمتر المربع الواحد من البيت يجعلان من الممكن ، بل ومن الضروري أحيانًا ، اتباع طرق معينة في المكافحة قد يستحيل إجراؤها في الزراعات المكشوفة ، ويكون إجراؤها أمرًا غير اقتصادي . وقد سبقت الإشارة إلى تعقيم التربة ، وهو إجراء روتيني ضروري في البيوت المحمية لا يشيع اتباعه في الزراعات المكشوفة . ومن بين طرق مكافحة الآفات الأخرى الخاصة بالزراعات المحمية ما يلي :

استعمال مبيدات في صورة أدخنة وأيروسولات وأبخرة

نظرًا للطبيعة المغلقة للبيوت المحمية ، لذا فإنه كثيرًا ما يتم القضاء على الآفات الخشرية والعناكب التي فيها باستعمال مبيدات في صورة أدخنة smokes ، أو أيروسولات aerosols ، لكن يجب التنبيه إلى أن المبيد المستخدم بهذه الصورة لا يتبقى منه شيء بعد تهوية البيت ، وعليه .. فإنه يجب توقيت إعادة المعاملة بالمبيد حسب دورة حياة الحشرة . فإذا كانت دورة الحياة تستغرق ٧ أيام ، فإن المعاملة الأولى تقتل معظم الحشرات الكاملة ، ولكنها لا تقتل البيض . وتؤدي المعاملة الثانية إلى قتل بقية الحشرات التي لم يتم التخلص منها في المعاملة الأولى ، وكذلك قتل الحشرات التي فقست من البيض قبل أن تضع بيضًا جديدًا ، لكن الحشرات التي لم تقتل في المعاملة الأولى تكون قد وضعت بيضها ، وهذه تفقس ، ويتم التخلص منها في المعاملة الثالثة . وتتوقف الفترة بين المعاملة والأخرى على مدة دورة حياة الحشرة . وتبلغ دورة حياة معظم الحشرات من ٥ - ٧ أيام ، لكن المدة قد لا تزيد عن ثلاثة أيام في الجو الحار ، كما في العنكبوت الأحمر ، وبعض الحشرات ، كالذبابة البيضاء . وعلى العكس من ذلك .. تطول دورة حياة الحشرات مع انخفاض درجة الحرارة . هذا .. ومن الطبيعي أن فترة فعالية المبيد تزداد عندما يتبقى جزء منه على الأوراق (Nelson ١٩٨٥) .

كما أمكن مكافحة البياض الدقيقى فى البيوت المحمية بأبخرة مبيد الفانجارد Vangard . تبلل قطع من الشاش ، أو القماش القطنى ، أو قماش البولى بروبيلين polypropylene ، أو حبل بالمبيد ، ثم تعلق قطع القماش فى أجزاء متفرقة من البيت ، أو يربط الحبل بامتداد خطوط الزراعة . يؤدى بخار المبيد إلى وقف النمو الفطرى ومنع إنبات الجراثيم . وقد استمرت فعاليته حتى مع تهوية البيوت . وقد أمكن بهذه الطريقة مكافحة البياض الدقيقى فى الفرعيات وغيرها من المحاصيل (Sirkotsik ١٩٨٣) .

مكافحة الآفات بالتطعيم على أصول مقاومة

لا يعد استعمال أصول مقاومة للأمراض أمرًا اقتصاديًا فى زراعات الخضر المكشوفة ، ولكنه يصبح أحيانًا ضرورة تتطلبها اقتصاديات الزراعة المحمية عندما تتوفر أصناف تجارية عالية الإنتاجية ، ولكنها غير مقاومة لبعض آفات التربة ، أو عندما تصبح المبيدات خطرًا على البيئة الطبيعية من جراء كثرة استخدامها (الجزء ٣٠ - ٣ - ٢) . ومن أهم الأمثلة التى يستخدم فيها التطعيم كوسيلة لمكافحة الآفات فى الخضر المحمية ما يلى :

١ - تستعمل فى الطماطم بعض الأصول التى تعطى رموزًا كالتالى :

KVF, KNVF, KNVF$_2$, KNVF/TMV .

وجميعها عبارة عن هجن ناتجة من تلقيح الطماطم مع النوع البرى L. hirsutum . ويستدل من رموز هذه الأصول على مقاومتها للأمراض كالتالى :

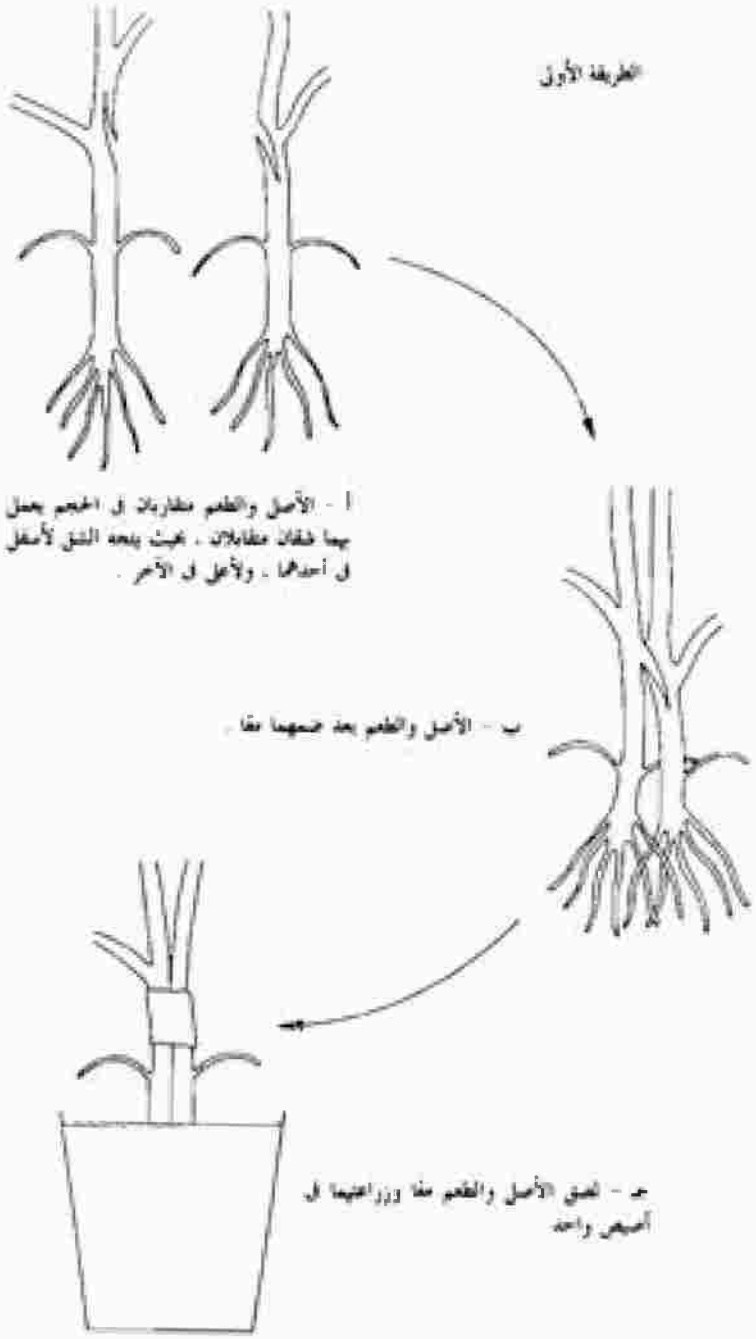
الرمـــز	الأمراض التى يقاومها الأصل
F	الذبول الفيوزارمى Fusarium Wilt
V	ذبول فرتيسيليم Verticillium Wilt
K	عفن الجذور البنى الفلينى Brown & Corky Root Rot
N	نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematode
TMV	فيرس تبرقش الدخان Tobacco Mosaic Virus

ومن الضرورى أن تكون أصول الطماطم مقاومة لفيرس تبرقش الدخان ، لأن إصابتها بالفيرس تحدث تحللًا necrosis شديدًا بثمار الطماطم ، حتى ولو كان الطعم مقاومًا للفيرس . هذا . ويشيع اتباع هذه الطريقة فى مقاومة آفات الطماطم فى دول أوروبا الغربية ، خاصة هولندا .

٢ - يستعمل فى الخيار الأصل Cucurbita ficifolia لمقاومة كل من الذبول الفيوزارمى ، والفطر Phomopsis sclerotioides . وتتبع هذه الطريقة بوجه خاص فى الزراعات المحمية باليابان .

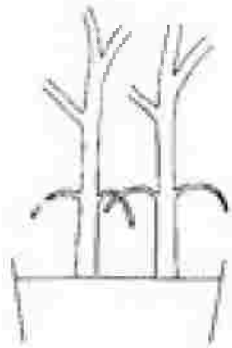
ومن أهم العيوب التى تؤخذ على استعمال الأصول المقاومة فى مكافحة آفات التربة الهامة أنها تساعد على ظهور أعفان جذرية أخرى لم تكن لها أهمية تذكر قبل ذلك كما حدث بالنسبة لمرضى phytophthora root rot ، و Calyptella root rot فى الطماطم اللذين ازدادت حدتهما بعد أن أمكن

السيطرة على أعضاء الجذور الهامة الأخرى . ويوضح (٢٢ – ٧) خطوات عملية التطعيم في النباتات العشبية ، كالطماطم والخيار (Fleicher ١٩٨٤) .

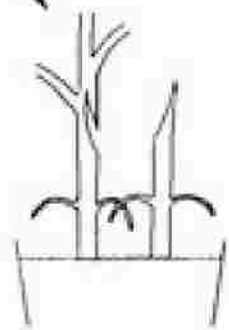


شكل ٢٢ – ٧ : طرق إجراء عملية التطعيم في النباتات العشبية ، كالطماطم والخيار لأجل مكافحة آفات التربة .

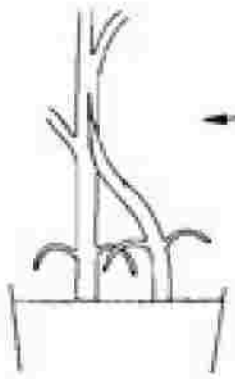
الطريقة الثانية



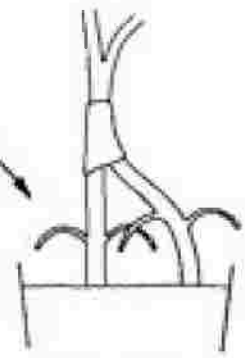
د - زراعة الأصل والطعم معاً في أصيص واحد حتى يتصلا إلى الحجم المناسب للتطعيم



هـ - عمل شق لأسفل في الطعم مع قطع الأصل قطعاً مائلاً عند نفس المستوى



و - وضع القمة المقطوعة للأصل في الشق المقابل بالطعم



لصق الأصل مع الطعم

تابع شكل ٢٢ - ٧

استعمال لوحات ملونة جاذبة للحشرات ولاصقة لها

من المعروف علميًا أن بعض الحشرات تنجذب نحو ألوان معينة ، كما هى الحال بالنسبة للذبابة البيضاء التى تفضل اللون الأصفر . وقد أمكن الاستفادة من هذه الخاصية بجذب الحشرات نحو لوحات ملونة ومغطاة بمادة لاصقة لا تستطيع الحشرة الفكاك منها إذا لامستها ، كتلك البينة فى شكل (٢٢ - ٨)(*) ، حيث وضعت لوحات صفراء لأصقة فى مواجهة وسائد التبريد للتخلص من حشرة الذبابة البيضاء التى قد تتسرب إلى داخل البيت .

٢٢ - ٣ : إنتاج الطماطم

٢٢ - ٣ - ١ : الأصناف الملائمة للزراعات المحمية

من أهم الشروط التى يجب توافرها فى أصناف الطماطم المناسبة للزراعات المحمية ما يلى :

١ - الإنتاجية العالية للعمل على خفض تكلفة إنتاج الطن الواحد من الثمار .

٢ - النوعية الجيدة ليتسنى عرضها للبيع بأسعار مجزية ، سواء فى الأسواق المحلية أو عند التصدير .

٣ - أن تكون غير محدودة النمو ، حتى يمكن تربيتها رأسيًا .

٤ - أن تكون مقاومة لبعض الأمراض الهامة التى تؤثر تأثيرًا سيئًا على المحصول ، مثل نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارمى ، وفيروس توقش أوراق الدخان .

٥ - كما يحاول مربو النباتات إنتاج أصناف يمكنها العقد فى درجات الحرارة المنخفضة للتغلب على مشكلة انخفاض درجة الحرارة شتاء إلى ما دون الحد المناسب للعقد فى البيوت غير المدفأة فى المناطق المعتدلة ، ولغرض التوفير فى طاقة التدفئة . فى البيوت المدفأة بالمناطق الباردة .

هذا .. وأغلب أصناف الطماطم المستخدمة فى الزراعات المحمية هى من الهجن العالية الإنتاجية ، مثل : دومبو Domb ، ودومبيتو Dombito ، ودومبللو Dombello ، وكارميللو Carmello ، ولوسى Lucy ، ومونت كارلو Monte Carlo ، وغالبيتها أصناف أوروبية . وللمزيد من التفاصيل عن أصناف الطماطم المستخدمة فى الزراعات المحمية يمكن الرجوع إلى Wittwer & Hooma (١٩٧٩) .

٢٢ - ٣ - ٢ : الاحتياجات البيئية ، ومواعيد الزراعة

لدرجة حرارة التربة تأثير كبير على سرعة إنبات البذور ، فبينما يستغرق الإنبات نحو ستة أيام فى درجة حرارة ٢٥ - ٣٠°م ، نجد أنه يستغرق نحو أسبوعين فى درجة حرارة ١٤°م . وتصل فترة الإنبات إلى ٤٣ يومًا فى درجة حرارة ١٠°م . هذا .. ويتراوح المجال الحرارى المناسب لنمو نباتات الطماطم بين ١٥ - ١٨°م ليلًا ، و ١٨ - ٢٣°م نهارًا . وبرغم أن نباتات الطماطم يمكنها النمو فى درجات الحرارة الأعلى ، وتحمل درجات الحرارة الأقل من ذلك ، إلا أن الثمار لا يمكنها العقد فى درجات حرارة أقل من ١٣ - ١٥°م ليلًا ، أو أعلى من ٢٨ - ٣٠°م نهارًا .

(*) يوجد هذا الشكل فى آخر الكتاب .

وعندما يمكن التحكم فى درجة الحرارة داخل البيوت المحمية ، فإن Resh (١٩٨١) يوصى باتباع النظام التالى للمجال الحرارى المناسب من وقت زراعة البذور إلى حين عقد الثمار :

١ - لإنبات البذور يحافظ على درجة حرارة ١٨ - ٢١°م ليلًا ونهارًا .

٢ - بمجرد اكتمال امتداد الأوراق الفلقية تخفض درجة الحرارة إلى ١١ - ١٣°م ليلًا ، و ١٣ - ١٥°م نهارًا . وتستمر هذه المعاملة لمدة ١٠ - ١٤ يومًا فى الجو الصحو والملبد جزئيًا بالغيوم ، ولمدة ٢ - ٣ أسابيع فى الجو الملبد بالغيوم . وتؤدى هذه المعاملة إلى التبكير فى ظهور العقود الزهرى الأول ، وزيادة عدد الأزهار به ، وبالتالى فإنها تؤدى إلى زيادة المحصول المبكر .

٣ - تعرض النباتات بعد ذلك وحتى يتم موعد شتلها لدرجة حرارة ١٤ - ١٦°م ليلًا ، و ١٨ - ٢٤°م نهارًا فى الجو الصحو والملبد جزئيًا بالغيوم ، ولدرجة حرارة ١٤ - ١٥°م ليلًا ، و ١٥ - ١٦°م نهارًا فى الجو الملبد بالغيوم ، حتى تكون قوية النمو وسميكة الساق .

٤ - أما أثناء الإزهار وعقد الثمار ، فإن درجة الحرارة تكون فى حدود ١٥ - ١٨°م ليلًا ، و ١٨ - ٢٤°م نهارًا فى الجو الصحو والملبد جزئيًا بالغيوم ، و ١٥ - ١٦°م ليلًا ونهارًا فى الأيام الملبدة بالغيوم للمساعدة على عقد الثمار بصورة جيدة .

هذا .. ويلاحظ أن درجة الحرارة المناسبة تكون منخفضة قليلًا فى الجو الملبد بالغيوم ، عنه فى الجو الصحو ، وذلك حتى لا يؤدى ارتفاع الحرارة إلى زيادة النمو النباتى فى وقت يقل فيه معدل البناء الضوئى بسبب ضعف شدة الإضاءة ، فتكون النتيجة أن يصبح النمو رهيفًا وضعيفًا .

أما بالنسبة لموعد الزراعة المناسب ، فإن القاعدة هى فى تحرى الموعد الذى يحقق حاصلًا فى الأوقات التى يقل أو ينعدم فيها الإنتاج من الزراعات المكشوفة ، والتى تكون عادة :

١ - بعد الفترات التى تنخفض فيها درجة الحرارة ليلًا عن ١٣ - ١٥°م بنحو شهرين ، وتستمر لفترة تماثل مدة انخفاض درجة الحرارة .

٢ - بعد الفترات التى ترتفع فيها درجة الحرارة نهارًا عن ٢٨ - ٣٠°م بنحو شهر ونصف ، وتستمر لفترة تماثل مدة ارتفاع درجة الحرارة .

والسبب فى ذلك هو توقف عقد الثمار عند انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة عن الحدود المبينة أعلاه ، ويظهر تأثير ذلك على المحصول بعد مدة تتراوح من ١,٥ - ٢ شهر حسب درجة الحرارة ، وهى الفترة اللازم مرورها من عقد الثمار حتى نضجها .

فإذا علمنا أن نباتات الطماطم تبدأ فى إعطاء محصولها فى الجو المناسب بعد نحو ٧٠ يومًا من الشتل ، فإنه يكون من الممكن تحديد الموعد المناسب للشتل فى كل منطقة على وجه الدقة . هذا .. مع افتراض إمكانية التحكم فى درجة الحرارة فى البيوت المحمية بالتدفئة أو بالتبريد . وخلاف ذلك .. فإن الزراعة المحمية لا تفيد فى تحسين العقد عما هو فى الزراعات المكشوفة .

هذا .. ويؤدى شتل نباتات الطماطم خلال أبريل ومايو ويونيو إلى توفير المحصول خلال المدة من يوليو حتى أكتوبر ، وهى الفترة التى ينعدم فيها إنتاج الحقول المكشوفة فى المناطق الشديدة الحرارة صيفًا ، كما يؤدى شتلها خلال ديسمبر ويناير وفبراير إلى توفير المحصول خلال المدة من مارس حتى

مايو ، وهى الفترة التى يقل فيها إنتاج الحقول المكشوفة فى المناطق الباردة شتاءً .

وتحت الظروف المصرية يرى نصار (١٩٨٦) أن إنتاج الطماطم فى البيوت البلاستيكية للتسويق الخلى لا يعد أمرًا اقتصاديًا بسبب انخفاض الأسعار . ويوصى بدلًا من ذلك بشتل الطماطم تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة خلال شهر نوفمبر حتى أوائل ديسمبر ، حيث تعطى محصولًا فى أواخر فبراير وأوائل مارس ، أو يمكن شتل الطماطم فى نفس الموعد وتربيتها رأسيًا بين البيوت البلاستيكية ، حيث يوفر لها ذلك حماية جزئية من الرياح الباردة . أما فى حالة وجود تعاقدات للتصدير بأسعار مجزية ، فإنه يمكن إنتاج الطماطم فى البيوت البلاستيكية الاقتصادية ، مع شتلها خلال شهرى ديسمبر ويناير . لكن نظرًا لأن البيوت البلاستيكية فى مصر لا تكون مدفأة ، مما يؤثر سلبيًا على العقد خلال شهرى يناير وفبراير ، لذا فإنه ينصح بإجراء عملية الشتل خلال شهر أكتوبر .

٢٢ - ٣ - ٣ : الزراعة وعمليات الخدمة

الزراعـــة

يلزم نحو ١٢,٥ جم من بذور الطماطم لإنتاج شتلات تكفى لزراعة ١٠٠٠ متر مربع . ومن الطبيعى أن كل بذرة تزرع منفردة فى آنية خاصة بها ، أو فى عين من عيون البيريوتز paper pots ، أو السيدلنج تريز speedling trays (الفصل الثانى عشر) نظرًا لارتفاع ثمن بذور الأصناف الهجين التى تستخدم عادة فى الزراعات المحمية .

وينصح فى الأراضى الخفيفة بشتل النباتات بعد نحو ٢٥ - ٣٥ يومًا من زراعة البذور على خطوط تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٨٠ سم ، وعلى أن تكون المسافة بين النباتات فى الخط من ٥٠ - ٦٠ سم ، وبذلك تكون كثافة الزراعة نحو ٢ - ٢,٥ نبات لكل متر مربع . والأفضل هو أن تكون خطوط الزراعة مزدوجة ، بحيث تكون المسافة بين خطى كل زوج ٧٠ سم ، على أن تفصل كل زوج من الخطوط عن الآخر مسافة ١٠٠ سم ، وهى مسافة تكفى لمرور العمال الزراعيين لإجراء عمليات الخدمة والحصاد . وفى حالة اتباع هذه الطريقة تكون المسافة بين النباتات فى الخط الواحد ٥٠ سم مع تبادل مواقع الشتلات فى الخط المزدوج (وزارة الزراعة والثروة السمكية - الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢) .

أما فى الأراضى الثقيلة ، فإنه ينصح فيها بإقامة مصاطب عرضها من بطن الخط إلى بطن الخط التالى ١٥٠ سم ، مع ترك ٥٠ سم على الجانبين بجوار البلاستيك ، وبذلك تقام خمس مصاطب طولية فى البيوت التى يبلغ عرضها ٨,٥ سم . ويزيد عدد المصاطب إلى ست فى البيوت التى يبلغ عرضها ٩ م ، لكن مع تضييق عرض المصطبة إلى ١٤٠ سم . وتكون زراعة الشتلات فى خطين على حافتى المصطبة ، وعلى مسافة ٤٥ سم بين النبات والآخر فى النظام الأول (نظام الخمس مصاطب) و ٥٠ سم فى النظام الثانى (نظام الست مصاطب) ، مع مراعاة أن تبعد خطوط الزراعة بمسافة ٢٠ - ٢٥ سم عن حافة المصاطب ، وأن تكون مواقع النباتات فى الخطين بالتبادل (على شكل رجل غراب) (عرفه وآخرون ١٩٨٦) .

الـــــرى

من الضرورى العناية بعملية الرى بتوفير الرطوبة الأرضية بالقدر المناسب . ويفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى تقليل التقلبات الكبيرة فى الرطوبة الأرضية . وفى حالة الرى بالتنقيط ، فإن عدد مرات الرى اليومية لا يهم ، طالما أن النباتات تعطى كل احتياجاتها من الرطوبة (Snyder & Bauerle ١٩٨٥) . هذا . وقد يكفى خط واحد من خطوط الرى بالتنقيط لكل خط مزدوج من خطوط الزراعة (شكل ٢٢ - ١) .

التســـميد

يمكن أن يؤخذ البرنامج التسميدى المتبع فى شركة العين لإنتاج الخضراوات كمثال للتسميد مع ماء الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية ، وهو كما يلى :

١ - قبل الزراعة

تضاف الأسمدة الآتية نثرًا ، وتخلط جيدًا بالطبقة السطحية من التربة

السماد	المعدل (بالكجم/ هكتار)
سوبر فوسفات ثلاثى	٥٠٠
نترووفوسكا مركب (١٥ - ١٥ - ١٥)	٤٠٠
سلفات المغنسيوم	١٠٠

٢ - بعد الشتل تترك النباتات بدون تسميد لمدة ٢ - ٣ أسابيع .

٣ - بعد ذلك يبدأ برنامج التسميد التالى ، ويستمر حتى بداية تكوين العناقيد الزهرية :

يذاب سماد مركب تحليله ١٩ - ٦ - ٦ فى ماء الرى بمعدل ٢٥ كجم/ ٢ م٣ ماء للهكتار . وعندما يكون النمو الخضرى ضعيفًا يضاف لما سبق من ١٠ - ١٢ كجم يوريا (فى نفس كمية الماء للهكتار) . تروى النباتات بهذا المحلول السمادى كل يومين بالتبادل مع ماء الرى الخالى من الأسمدة .

٤ - بعد الإزهار تسمد النباتات بسماد فوسفات الأمونيوم الأحادية بمعدل ٥٠ كجم للهكتار كل ثلاثة أيام مع ماء الرى .

٥ - ومع بداية تكوين الثمار يكون التسميد بأسمدة مركبة غنية فى البوتاسيوم تحليلها ١٢ - ٤ - ٢٤ أو ١٥ - ٦ - ٣٠ ، كما تعطى دفعات من نترات البوتاسيوم بمعدل ٢٥ - ٣٠ كجم للهكتار .

٦ - أما العناصر الدقيقة ، فإنها تضاف أسبوعيًا بطريقة الرش على الأوراق بمعدل ١ - ٢ كجم/ ٢ م٣ ماء ، وتكفى هذه الكمية لرش مساحة هكتار تقريبًا (شركة العين لإنتاج الخضروات - الإمارات العربية المتحدة) .

وكقاعدة عامة .. فإنه ينصح فى الأراضى الرملية التى تروى فيها النباتات بالتنقيط أن يكون التسميد على الوجه التالى لكل ١٠٠٠ متر مربع :

١ - قبل الزراعة : يضاف ٢ طن من السماد العضوى المتحلل وأحدة كيمائية تحتوى على ٧ كجم نيتروجين ، و ٢٥ كجم فوسفور ، و ١٥ كجم بوتاس ، و ٥ كجم منجنيز لخلط جيدًا بالتربة أثناء إعدادها .

٢ - فى الأسبوع الأول بعد الشتل تروى النباتات بالماء العادى بدون سماد .

٣ - فى كل من الأسبوعين الثانى والثالث بعد الشتل تروى النباتات بمحلول سماد يحتوى على ٢ كجم نيتروجين ، و ١ كجم فوسفور ، و ٣ كجم بوتاس (لكل أسبوع) .

٤ - فى كل من الأسبوعين الرابع والخامس بعد الشتل تروى النباتات بمحلول سماد يحتوى على ٣ كجم نيتروجين ، و ١,٥ كجم فوسفور ، و ٤ كجم بوتاسيوم (لكل أسبوع) .

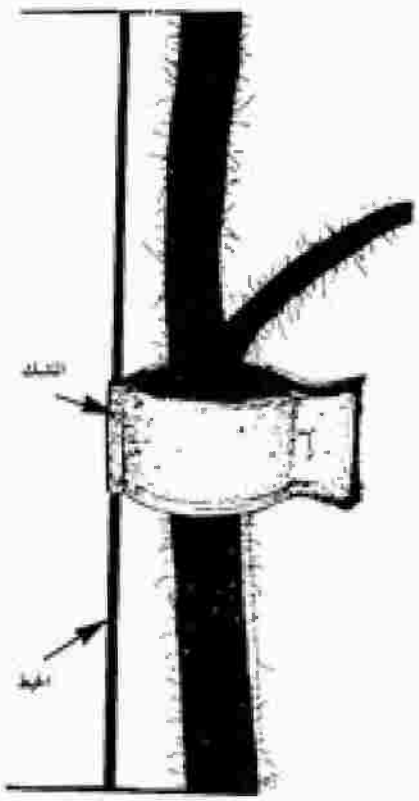
٥ - تروى النباتات بداية من الأسبوع السادس ، وحتى نهاية عمر المحصول بمحلول سمادى يحتوى على ٤ كجم نيتروجين ، و ١,٥ كجم فوسفور ، و ٦ كجم بوتاس (لكل أسبوع) (وزارة الزراعة والثروة السمكية - دولة الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢) .

أما فى الأراضى الثقيلة ، فإن النباتات تعطى كميات مماثلة من العناصر الغذائية ، ولكن التسميد يكون على فترات متباعدة نسبيًا عما فى الأراضى الخفيفة . وينصح عرفه وآخرون (١٩٨٦) بأن يسمد البيت البلاستيكى الواحد (الذى تبلغ مساحته حوالى ٥٠٠ متر مربع) بـ ١٥ كجم نترات نشادر ، و ١٠ كجم سلفات بوتاسيوم ، و٣ كجم سوبر فوسفات أحادى ، مع وضع هذه الأسمدة إلى جانب النباتات قبل العزيق ، ثم تروى الصوبة . ويكرر هذا النظام فى التسميد كل ربتين ، أى يروى البيت مرة بالتسميد ، ومرة بدون تسميد ، وهكذا .

تربيـــة وتقليم النبـــاتات

تُربط نباتات الطماطم وهى صغيرة فى خيوط تتدلى من الأسلاك الأفقية التى تمتد أعلى خطوط الزراعة ، وقد يستبدل ذلك بربط الخيوط المدلاة هذه مع خيوط أخرى أفقية تمتد على سطح التربة بطول خط الزراعة (شكل ٢٢ - ١) . وفى كلتا الحالتين يرى النبات رأسيًا على ساق واحدة بتوجيه على الخيط على فترات متقاربة ، على أن يكون ذلك فى اتجاه واحد ، حتى لا يحدث ارتخاء لساق النبات فى مرحلة متقدمة من النمو عندما يزيد حمل الثمار . ومن المفضل ربط النباتات إلى الخيط فى ٣ - ٤ مواضع على امتداد الساق باستعمال مشابك خاصة clamps ، مع جعلها تحت أعناق الأوراق مباشرة للعمل على زيادة تثبيت النباتات فى مكانها بالخيوط (شكل ٢٢ - ٩) . هذا .. ويراعى عدم وضع هذه المشابك أسفل العناقيد الزهرية ، حتى لا يؤدى ذلك إلى كسر العنقود تحت ثقل الثمار عند نضجها .

ومن الضرورى إزالة جميع الأفرع الجانبية التى تنمو فى آباط الأوراق فى المراحل المبكرة من نموها ، حتى يمكن تربية النباتات على ساق واحدة . وتعرف هذه العملية باسم « السرطنة » . تُزال هذه الأفرع عندما يصل طولها إلى نحو ٢,٥ سم ، حيث يكون من السهل قطعها . ويؤدى تركها لتنمو أكثر من ذلك قبل التخلص منها إلى إهدار غذاء النبات فيما لا طائل من وراءه ، فضلاً عن زيادة المسطحات النباتية المجروحة عند إزالة الأفرع بعد كبر حجمها . هذا .. ويفضل إجراء هذه العملية فى الساعات المبكرة من الصباح فى يوم مشمس ، لأن ذلك يساعد على سهولة نزع الأفرع



شكل ٢٢ - ٩ : مكان وضع المشابك staples أسفل عنق الورقة للعمل على زيادة تثبيت النباتات فى مكانها بالخيوط .

الجانبية وجفاف والتأم مكان الجرح بسرعة . وفى حالة وجود إصابة بفيروس تبرقش أوراق الدخان يفضل وضع الأيدى فى محلول الصابون بعد سرطنة النباتات المصابة ، لأن هذا الفيروس ينتقل ميكانيكيًا بالملامسة .

هذا .. وفى حالة وجود بعض الجور الغائبة ، فإنه يمكن انتخاب أقرع قوية من نباتات « الجور » المجاورة لتحل محل النباتات الغائبة ، وتربى رأسيًا على الخيوط الخاصة بها .

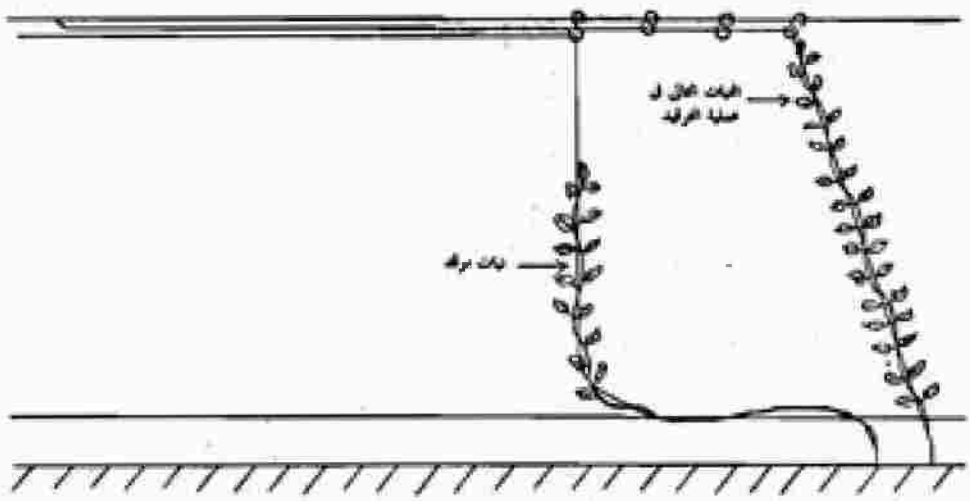
ويستمر توجيه النباتات على الخيوط ، حتى تصل إلى السلك العلوى ، ويعرف ذلك بالتربية الرأسية (شكل ٢٢ - ١٠) .

وبرغم تعدد طرق التربية الرأسية ، فإن أبسطها وأكثرها شيوعًا هو ترك النباتات بعد وصولها إلى السلك العلوى ، دون إجراء أية سرطنة إضافية . وقد تقطع القمة النامية للنبات بعد ذلك بقليل .

وقد تُربى النباتات بحيث ترتفع القمة النامية عن السلك بنحو ٣٠ سم ، ثم توجه على الخيط المجاور لأسفل ، حتى تصل إلى مسافة ٩٠ سم من الأرض ، حيث توجه بعد ذلك لأعلى ثانيًا على الخيط الأصلى . وتعرف هذه الطريقة باسم Dutch Back System .

شكل ٢٢ - ١٠ : التربية الرأسية لنباتات الطماطم .

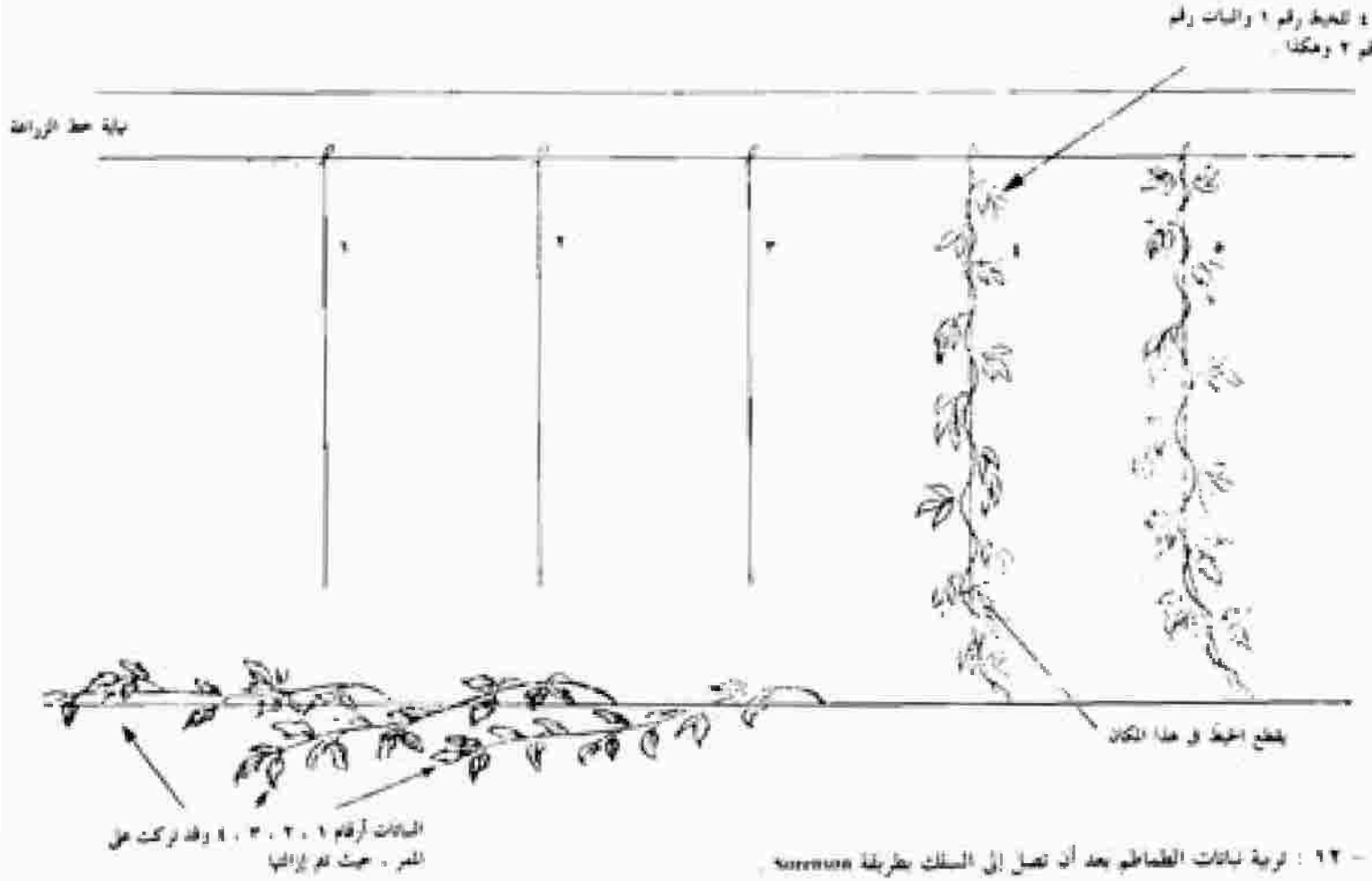
وفى طريقة أخرى للتربية يرخى الخيط عند اقتراب النباتات من السلك العلوى ، وتخفض النبات نحو ٣٠ سم . ويكرر ذلك كلما اقتربت القمة النامية من السلك العلوى . ونظرًا لأن الثمار السفلية يكون قد تم جمعها ، والأوراق السفلية تكون قد أزيلت ، لذلك فإنه يمكن دفن الجزء السفلى من الساق فى التربة مع الحفر حتى لا تكسر الساق . وإذا حدث وكسرت الساق جزئيًا ، فإنه يجب دفنها جيدًا فى التربة لتشجيع تكوين جذور عرضية ، مع ضرورة رى التربة جيدًا فى تلك المنطقة . هذا .. ويجب أن يبقى دائمًا نحو ١٢٠ سم من النمو الخضرى والعناقيد الزهرية فى الجزء العلوى من النبات (Resh ١٩٨١) . وتعرف هذه الطريقة للتربية باسم طريقة الترقيد Layering method . وتوجد منها عدة نظم ، منها الـ Hook Layering (شكل ٢٢ - ١١) ، والـ Sorenson method (شكلا ٢٢ - ١٢ ، ٢٢ - ١٣) (عن Fuller ١٩٧٣) .



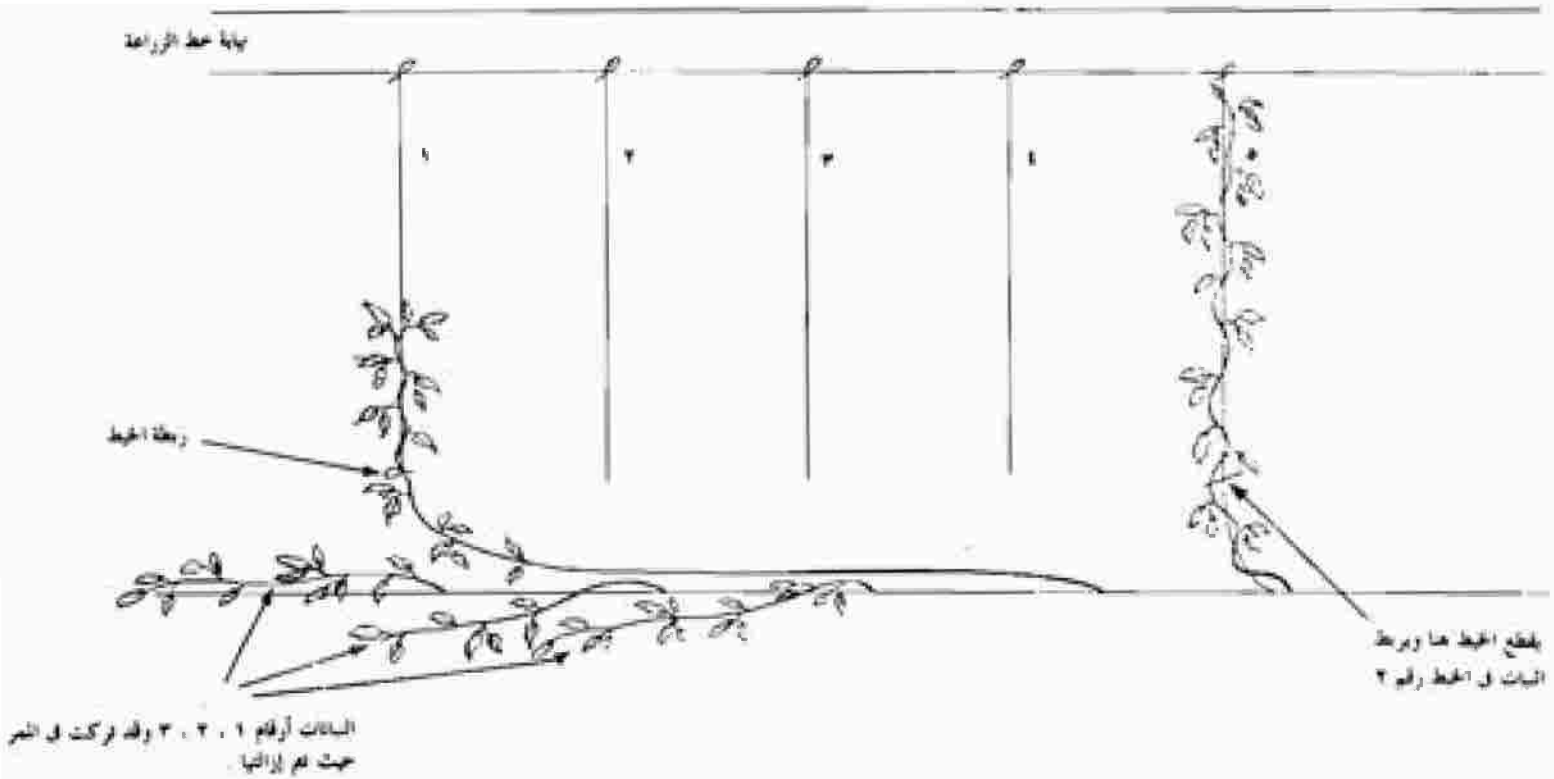
شكل ٢٢ - ١١ : تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة الـ Hook layering .

هذا .. وتجرى عملية تقليم للأوراق السفلية للنبات بعد حصاد ثمار العنقودين الأول والثانى ، لأن هذه الأوراق تكون قد بدأت فى الاصفرار . وتؤدى إزالتها إلى تحسين التهوية ، وخفض الرطوبة النسبية حول قاعدة النبات . ويجب أن تستمر بعد ذلك إزالة الأوراق السفلى حتى العنقود الحامل لثمار ناضجة ، كما فى شكل (٢٢ - ١٤) . ويتم التخلص من الأوراق المزالة هذه خارج البيت ، حتى لا تكون مصدرًا لانتشار الأمراض .

ويتم قطع القمة النامية للنباتات قبل الموعد المتوقع لإزالتها بشهرين . ويراعى خلال تلك الفترة إزالة الأفرع الكثيرة التى تنمو فى قمة النبات ، كما تجذب جذور النباتات من التربة قبل إزالتها بعدة أيام . ويوقف ضخ الماء والمخاليل المغذية ، وتترك النباتات على الخيط ، حتى تفقد جزءًا كبيرًا من رطوبتها ، وبذلك يقل الجهد اللازم للتخلص منها .



شكل ٢٢ – ١٢ : تربية نباتات القطاطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة Koresawa .



شكل ٢٢ - ١٣ : تابع تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة Soressen .

شكل ٢٢ - ١٤ : إزالة الأوراق السفلية لنبات الطماطم بعد حصاد ثمار العناقيد التي توجد في هذه المنطقة من الساق ، بغرض تحسين التهوية ، وخفض الرطوبة النسبية حول قاعدة النبات .

تحسين عقد الثمار

يقل أحيانًا عقد ثمار الطماطم في الزراعات المحمية بسبب عدم توفر الرياح التي تحدث اهتزازات في النباتات ، وتشجع على انتقال حبوب اللقاح من الأنثوية المذكية إلى ميسم الزهرة . وتزداد حدة هذه الحالة عند انخفاض شدة الإضاءة مع انخفاض درجة الحرارة ، كما في المناطق الباردة شتاء ، حيث

يقل إنتاج حبوب اللقاح ، وتصبح متكتلة ، كما تميل مياسم الأزهار إلى البروز من الأنبوبة المتكية ، وهي الظاهرة التي تعرف باسم stigma exertion ، وجميعها عوامل تقلل من فرصة وصول حبوب اللقاح إلى مياسم الأزهار لإحداث العقد . وتعالج هذه الحالة بعدة طرق كالتالي .

١ - رش النباتات مرتين يوميًا برذاذ من الماء بهدف إحداث اهتزازات بها .

٢ - هز الأسلاك التي تُربى عليها النباتات مرتين يوميًا . ولا تفيد هذه الطريقة -كسابقتها - إلا إذا كانت الإضاءة جيدة ، ودرجة الحرارة مناسبة للنمو النباتي .

٣ - إحداث اهتزازات قوية بالعناقيد الزهرية باستخدام آلة يدوية صغيرة تعمل بالبطارية ، وتعرف باسم Mechanical Vibrator . ويكفي مجرد ملامسة ذراع الآلة الهزازة للعنقود الزهري لإحداث التأثير المطلوب . وتفيد هذه الطريقة في المناطق والأوقات التي تنخفض فيها شدة الإضاءة .

وللحصول على أفضل النتائج يفضل إجراء عملية الاهتزاز هذه بين الحادية عشرة صباحًا والثالثة بعد الظهر عندما تكون الأزهار جاهزة للتلقيح . وتعرف هذه المرحلة بانحناء البتلات للخلف . وتكرر هذه العملية مرة كل يومين ، طالما وجدت أزهار غير عاقدة بالعنقود .

هذا .. وتجدر الإشارة إلى أن حبوب اللقاح تكون في أفضل حالتها للتلقيح عندما تكون الرطوبة النسبية حوالي ٧٠٪ . وفي درجات الرطوبة الأكثر من ذلك فإنها تكون مبتلة ولزجة ؛ فتقل فرصة التلقيح الجيد ، بينما تجف حبوب اللقاح في درجات الرطوبة الأقل من ذلك .

٤ - رش الأزهار بأحد التحضيرات التجارية من منظمات النمو التي تساعد على تحسين العقد (مثل التوماتون) . تجرى المعاملة بمعدل مرتين أسبوعيًا خلال فترة انخفاض درجة الحرارة ، مع مراعاة عدم رش الأوراق بمحلول منظم النمو حتى لا تتشوه .

٢٢ - ٣ - ٤ : الآفات ومكافحتها

تصاب الطماطم في الزراعات المحمية بنفس الآفات التي تصيبها في الزراعات المكشوفة ، لكن تزداد حدة الإصابة بأمراض معينة ، مثل نيماتودا تعقد الجذور ، وتبقع الأوراق الرمادي ، وفيروس تبرقش أوراق الدخان . وفيما يلي عرض موجز لأهم آفات الطماطم في البيوت المحمية وطرق مكافحتها .

١ - الذبول الطري أو سقوط البادرات

يسبب هذا المرض عدد من الفطريات التي تعيش في التربة ، مثل الـ Pythium spp. ، والـ Rhizoctonia spp ، والـ Fusarium spp وغيرهم . وتظهر آثار الإصابة إما بانخفاض نسبة الإنبات ، أو ذبول البادرات وسقوطها على سطح التربة وهي صغيرة بعد ظهور الخناق في قواعدها .

وللوقاية من هذا المرض تعامل البذور قبل الزراعة بالفيتافاكس كابتان بمعدل ١ جم/١ كجم بذرة ، أو بالأرثوسيد ٧٥٪ بمعدل ١,٥ جم/ ١ كجم بذرة ، أو بالتكتو بمعدل ٢ جم/كجم بذرة . وفي حالة ظهور الإصابة في المشتل ترش البادرات وسطح التربة بأحد المبيدات السابقة بتركيز ٠,٢٥٪ . ويستمر الرش لحين غسل سطح التربة بمحلول الرش .

٢ – عفن الرقبـــة

يسبب هذا المرض عدد من الفطريات التى تحدث أيضًا مرض الذبول الطرى ، خاصة فطر Pythium ، و Alternaria solani . وتظهر أعراض الإصابة على شكل تقرحات وعفن بساق النبات عند سطح التربة . وفى الحالات الشديدة يذبل النبات ويموت .

والوقاية من هذا المرض تجب أولًا معاملة البذور ورش النباتات فى المشتل كما سبق بيانه فى مرض الذبول الطرى ، كما يجب عدم شتل النباتات المصابة ، وغمر الباذرات قبل الشتل إلى الأوراق الأولى فى محلول من البنسلين + كوبسن بمعدل ١ جم لكل منهما فى لتر ماء – كذلك يجب رش قاعدة النباتات وسطح التربة بالمحلول السابق بعد الشتل .

٣ – العفن الأبيض أو عفن إسكليروتينا ، أو مرض تكسر الساق (white mold) :

يسبب هذا المرض الفطر Sclerotinia sclerotorum ، وينتشر فى البيوت المحمية ، نظرًا لتوفر الرطوبة العالية مع كثرة مياه الرى . تبدأ الإصابة على ساق النبات قرب سطح التربة على شكل بقع غائرة ، ثم تتحول إلى بيضاء مصفرة ، ثم تمتد الإصابة إلى أعلى الساق ، وفى النهاية يقضى الفطر على النبات .

والوقاية من المرض لا بد من الاهتمام بتعقيم التربة ، وبالتهوية الجيدة ، مع عدم الإكثار من الرى ، والرش بالمبيدات التى سبق ذكرها فى مكافحة مرض عفن الرقبة .

٤ – لفحة الأوراق الرمادى

يسبب هذا المرض الفطر Stemphylium solani ، ويزداد انتشاره فى الزراعات المحمية ، لأنه يفضل الظروف التى تسودها درجات الحرارة والرطوبة المرتفعة . وتظهر الأعراض على شكل بقع صغيرة مدببة الأركان بقطر ٣ مم على الأوراق الكبيرة . وتؤدى زيادة شدة الإصابة إلى اصفرار الأوراق السفلية وسقوطها .

والوقاية من الإصابة ترش النباتات أسبوعيًا بأحد المبيدات التالية :
دياثين م ٤٥ بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو كوبروزان بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو ترای ملتوكس بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو مانكوبر بتركيز ٠,١٥٪ ، أو البريمان بتركيز ٠,١٥٪ ، أو كومازين بتركيز ٠,٢٥٪ . وفى حالة ظهور الإصابة تعامل النباتات بثلاث رشات متتالية كل خمسة أيام ، بدلًا من كل أسبوع (ملحوظة : محلول رش بتركيز ٠,٢٥٪ يعنى إضافة ٢٥٠ جم من المبيد لكل ١٠٠ لتر ماء) .

٥ – الندوة المتـــأخرة

يسبب هذا المرض الفطر Phytophthora infestans . ويبدأ ظهور الأعراض على الأوراق السفلى للنبات على شكل بقع بلون أخضر داكن ، مع ظهور أنسجة الورقة المصابة وكأنها مبتلة أو مسلوقة ، ولا تلبث هذه البقع أن تجف وتأخذ لونًا بنيًا مسودًا وتظهر على السطح السفلى للأوراق نموات بيضاء فى مواقع الأجزاء المصابة ، كما تظهر بقع طولية مماثلة على السيقان وأعناق الأوراق . وكذلك تظهر البقع على أى موقع بسطح الثمار .

وتنتشر الإصابة عندما تزيد الرطوبة النسبية عن ٩٠٪ مع درجة حرارة تتراوح من ١٥ – ٢٥°م ، خاصة عند تعاقب ليل رطب بارد نوعًا (١٢°م) مع نهار رطب دافئ (٢٠ – ٢٥°م) حيث تتكون الجراثيم تحت هذه الظروف بأعداد كبيرة فى مدة قصيرة ، مما يؤدى إلى ظهور المرض بشكل وبائى ، ويقضى على النباتات فى خلال أيام معدودة ، بحيث لا يترك وقتًا كافيًا لمقاومته .

وللوقاية من المرض تستعمل نفس المبيدات المستخدمة فى مكافحة مرض تبقع الأوراق الرمادى وبنفس الطريقة .

٦ – الندوة المبكرة

يسبب هذا المرض الفطر **Alternaria solani** . وتظهر الأعراض على شكل بقع صغيرة متناثرة على الأوراق والسيقان والثمار تأخذ شكل دوائر تحيط ببعضها البعض . ينتشر المرض فى الجو الدافئ . ويكافح بنفس طريقة مكافحة مرض الندوة المتأخرة .

٧ – تبقع الأوراق

يسبب هذا المرض الفطر **Cladosporium fulvum** . وتظهر الأعراض على شكل بقع صفراء مخضرة على السطح العلوى للورقة ، يقابلها لون بنى قرمزى على السطح السفلى ناتج من نمو الفطر المسبب للمرض . وعند زيادة الرطوبة الجوية تمتد الإصابة أيضًا إلى السيقان والأزهار .

وللوقاية من المرض يجب الاهتمام بتهوية البيت ، مع تجنب الرى بالرش ، وإزالة الأوراق المصابة والسفلية أولًا بأول .

٨ – الذبول الفيوزارمى

يسبب هذا المرض الفطر **Fusarium oxysporum f. lycopersici** ، وهو فطر يعيش فى التربة ، ويصيب النباتات عن طريق الجذور ، وينمو فى الأوعية الخشبية للنباتات ، مفرزًا بعض المواد السامة التى تؤدى إلى اصفرار الأوراق ، وموتها تدريجيًا . كما يؤدى النمو الفطرى فى الأوعية الخشبية التى ينتقل فيها الماء إلى ذبول الأوراق ، خاصة فى الجو الحار . ويناسب انتشار المرض درجات الحرارة المرتفعة .

وأفضل طريقة لمكافحة المرض هى بزراعة الأصناف المقاومة ، علمًا بأن الغالبية العظمى من أصناف الطماطم المنتشرة فى الزراعة تعد مقاومة لهذا المرض .

٩ – ذبول فيرتسليوم

يسبب هذا المرض الفطر **Verticillium albo-atrum** ، وهو كالفطر الفيوزاريم يعيش فى التربة ، ويصيب النباتات عن طريق الجذور ، وينمو فى أنسجة الخشب محدثًا اصفرارًا على شكل حرف V يظهر أولًا على الأوراق السفلى للنبات . وينتشر هذا المرض فى الجو البارد ، ويكافح بزراعة الأصناف المقاومة .

١٠ - نيماتودا تعقد الجذور

يسبب هذا المرض عدة أنواع من جنس النيماتودا Meloidogyne spp. ، وتظهر الأعراض على شكل أورام أو عقد بجذور النباتات المصابة . وتنتشر الإصابة فى الجو الدافىء ، وتزداد كثيرًا فى حالة عدم تعقيم التربة بين الزراعات المتتالية . لذلك .. فإن أفضل طريقة للمكافحة هى بمعاملة التربة بأحد المبيدات النيماتودية ، مثل النيماكور ، أو الثمك ، أو الفيوريدان بمعدل ٣ كجم لكل بيت بلاستيكى مساحته ٥٠٠ متر مربع ، إذا تقلب فى التربة ، ثم تروى الأرض وتزرع مباشرة . كما تجب معاملة مخاليط الزراعة المستخدمة فى المشاتل والتى يكون أساسها التربة بأى من المبيدات السابقة بمعدل $\frac{1}{2}$ جم لكل كيلو جرام من المخلوط عند إعداده . هذا .. إلا أن تعقيم التربة والمشاتل بروميد الميثايل يغنى عن هذه المعاملة . وتفيد هذه المعاملات حتى عند زراعة الأصناف المقاومة للنيماتودا ، وهى كثيرة . كذلك يمكن رش المشاتل والنباتات الصغيرة بالفايدت بتركيز ٠,٦٪ .

١١ - فيرس تبرقش الدخان

يعد فيرس تبرقش الدخان من الفيروسات التى يزداد انتشارها فى الزراعات المحمية ، عنه فى الحقول المكشوفة ، لأنه ينتقل ميكانيكيًا باللمس فى الوقت الذى تحتاج فيه عمليات التربية والتقليم إلى الإمساك بالنباتات عدة مرات خلال الموسم الواحد ، وبذلك تنتقل الإصابة بسهولة إلى النباتات السليمة عقب ملامسة النباتات المصابة . وتظهر الأعراض على شكل تبرقشات على الأوراق بلون أخضر فاتح وأخضر داكن .

أفضل طريقة للمكافحة هى بزراعة الأصناف المقاومة ، وهى كثيرة ، خاصة فى الأصناف الهجين . أما فى حالة زراعة أصناف قابلة للإصابة ، فمن المفضل إزالة النباتات التى تظهر عليها الأعراض إن كانت نسبتها منخفضة لا تزيد عن ١٪ . كما يجب عدم ملامسة النباتات السليمة عقب ملامسة النباتات المصابة إلا بعد غسل الأيدى جيدًا بالماء والصابون . ويجب فى جميع الحالات عدم قيام العمال الزراعيين بالتدخين داخل البيوت المحمية لاحتمال وجود الفيرس كامنًا فى التبغ ؛ مما يجعل أيديهم ملوثة بالفيرس بصفة دائمة .

١٢ - فيرس تبرقش الخيار

يحدث هذا الفيرس أعراضًا شبيهة بتلك التى يحدثها فيرس تبرقش الدخان . وهو لا ينتقل ميكانيكيًا إلا بصعوبة كبيرة ، بينما ينتقل بسهولة بواسطة حشرة المن ، ولذلك فإن مكافحة المن تكون كفيلة بمنع انتشار المرض من النباتات المصابة إلى السليمة .

١٣ - فيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر

ينتقل هذا الفيرس بواسطة حشرة الذبابة البيضاء ، ويحدث تبرقش واصفرار وتجعد بالأوراق (شكل ٢٢ - ١٥ أ)؛ وهو من أخطر الأمراض التى تصيب الطماطم ، خاصة عند حدوث إصابة مبكرة . ولا وسيلة لمكافحته إلا بالتخلص من الذبابة البيضاء بدءًا من المشتل ، وحتى تمام عقد وعمر ثمار العقود الأول . ترش النباتات فى المشتل كل أربعة أيام بالمالثون بتركيز ٠,٢٪ ، وبعد الشتل

(أ) يوجد هذا الشكل فى آخر الكتاب .

ترش النباتات كل أربعة أيام بأى من المبيدات التالية : الدايثين بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو الأكتلك بتركيز ٠,٣٪ ، أو الفستالون بتركيز ٠,٢٪ . ويفضل استعمال هذه المبيدات بالتناوب .

١٤ - الحفار والدودة القارضة

تؤدى الإصابة بالحفار إلى تساقط النباتات والإصابة بالدودة القارضة إلى سقوط بعض الأوراق وتآكل البعض الآخر . ويمكن مكافحتهما باستخدام طعم سام مكون من الفستالون ، أو الفارون بمعدل ١,٢٥ كجم لكل ٢٥ كجم من جريش الذرة المبلل بالماء . ويبعثر الطعم حول النباتات .

١٥ - العنكبوت الأحمر

تظهر الإصابة بالعناكب على شكل بقع صغيرة مصفرة لامعة تؤدى إلى جفاف الأوراق ، وتقاوم بالرش بالتديفول بتركيز ٠,٢٥٪ .

١٦ - الفئران والجرذان

تكافح هذه القوارض بوضع أحد المبيدات التالية ، مثل : أترازاك Atrarak ، أو كلوات Klerat ، أو رتاك Ratak ، أو وارفارين warfarin ، أو زيليو Zelio على شرائح من الخشب أو الكرتون المقوى ، وتوضع داخل أنابيب بقطر ١٠ سم ، وطول ٢٥ سم ، وتوزع على أنحاء البيت البلاستيكى . ويفضل دائما الاعتماد على نوعين من هذه المبيدات تنتمى إلى مجموعتين كيماويتين مختلفتين (مديرية البحث والإرشاد الزراعى - وزارة الزراعة - المملكة الأردنية الهاشمية ١٩٨٣ ، Fletcher ١٩٨٤ ، عرفه وآخرون ١٩٨٦) .

هذا .. وللمزيد من التفاصيل عن إنتاج الطماطم فى الزراعات المحمية ينصح بالرجوع إلى Kiepham (١٩٧٣) و Walls (١٩٧٧) Witwer & Honma (١٩٧٩) وإلى Fletcher (١٩٨٤) بالنسبة للأمراض .

٢٢ - ٤ : إنتاج الخيار

٢٢ - ٤ - ١ : الأصناف الملائمة للزراعات المحمية

لا تستعمل فى الزراعات المحمية غالبًا إلا الأصناف الهجين التى تتميز بالإنتاجية العالية ، حتى يمكن خفض تكلفة الإنتاج بالنسبة للطن الواحد من الثمار . ومن المفضل أن تكون الأصناف مقاومة لأهم أمراض الزراعات المحمية ، وهى البياض الزغبى ، والبياض الدقيقى ، والفيروسات ، خاصة فيروس تبرقش الخيار . وقد تستخدم الأصناف ذات الثمار الطويلة إذا كانت مقبولة لدى المستهلك ، أو تقتصر الزراعة على الأصناف ذات الثمار القصيرة من مجموعة بيت ألفا Beit Alpha Type التى تتميز بطعمها الجيد وتكهتها المرغوبة ، إلا أن محصولها يكون أقل مما فى الأصناف ذات الثمار الطويلة .

هذا .. وأغلب الأصناف المستخدمة فى الزراعات المحمية تتميز بأنها تحمل أزهارًا مؤنثة فقط ، وبمعدل ٢ - ٤ أزهار أو أكثر فى إبط كل ورقة ، وبأنها قادرة على العقد البكرى للثمار . وبالتالى .. فإنها تعطى محصولًا عاليًا من الثمار ، دون حاجة إلى الحشرات الملقحة للأزهار .

ومن أهم الأصناف المنتشرة فى الزراعة ما يلى :

١ – الأصناف ذات الثمار الطويلة : ساندرا ، وتوسكا ٧٠ ، وباندكس ، وروكت ، ومباركت كنج ، وبينكس ، وداليفا ، وفيتوميل .

٢ – الأصناف ذات الثمار القصيرة : فارول ، وبيكابيلو ، وداسكاس ، وأرابل ، ومارام ، وبلوبيرد ، وسيرانو ، وك – ٢٧٤٤ .

٢٢ – ٤ – ٢ : الاحتياجات البيئية ، ومواعيد الزراعة

يعد الخيار من محاصيل الخضر التى يلزمها جو دافىء لإنبات البذور ونمو النباتات . فتنبت البذور فى خلال ٣ – ٤ أيام فى درجة الحرارة المناسبة ، وهى ٢٥ – ٣٠°م ، بينما يستغرق إنبات البذور ١٣ يومًا فى درجة حرارة ١٥°م . ولا يحدث إنبات فى درجات الحرارة الأقل من ذلك . أما أفضل درجة حرارة للنمو النباتى فتبلغ ١٨ – ٢٠°م ليلًا ، و ٢١ – ٢٤°م نهارًا .

وبالنسبة للبيوت المبردة ، فإنه يمكن زراعة الخيار فى أى وقت من السنة ، طالما أنه يكون فى الإمكان الإحتفاظ بدرجة الحرارة فى المجال الحرارى الملائم للنباتات ، لكن يفضل أن تكون الزراعة خلال الفترة من أبريل إلى يوليو ، حتى يتسنى الإنتاج خلال فترة ارتفاع درجة الحرارة من منتصف مايو إلى منتصف أكتوبر ، حيث يستحيل إنتاج الخيار فى الزراعات المكشوفة .

أما فى مصر – حيث لا يشيع استخدام البيوت المبردة – فإن أفضل موعد لزراعة بذور الخيار هو من منتصف سبتمبر حتى آخر أكتوبر ، على أن يكون الشتل بعد ذلك بنحو ٢ – ٣ أسابيع . ويوصى نصار (١٩٨٦) بالشتل المبكر فى ١٥ سبتمبر مع عدم تأخيره عن آخر سبتمبر إلا عند زراعة الأصناف التى تتحمل البرودة والمقاومة لمرض البياض الزغبى . هذا .. وتستغرق الفترة من زراعة الشتلات إلى بداية الحصاد نحو ٤٠ – ٥٠ يومًا فى الجو المناسب ، ولكن مدة نمو الخيار فى البيوت المحمية تصل إلى تسعة أشهر ، بعدها يمكن استغلال الأرض فى زراعة المشاتل للموسم التالى . ونظرًا لأن الخيار يعطى معظم إنتاجه خلال الشهور الستة الأولى من حياته ، لذا فإنه يفضل فى حالة تدهور إنتاجية النباتات أن تقلع ، ثم تزرع الصوبة فى شهر أبريل بخط شمام فى الوسط ترى فيه النباتات رأسيًا ، وخطين بطيخ على الجانبين تنمو فيهما النباتات مفترشة مع الاستعانة بالرى بالضباب لترطيب البيت وخفض درجة الحرارة .

٢٢ – ٤ – ٣ : الزراعة وعمليات الخدمة

الزراعـــة

تزرع البذور فى مكانها الدائم مباشرة فى البيت فى الجو الدافىء ، لكن يفضل إنتاج الشتلات فى أوعية نمو النباتات . وبعد ذلك إجراءًا ضروريًا فى الجو المائل للبرودة . هذا .. ويلزم نحو ٢٤٠٠ – ٢٨٠٠ بذرة لإنتاج شتلات تكفى لزراعة ١٠٠٠ متر مربع .

وتتراوح المسافة بين خطوط الزراعة من ٨٠ – ٩٠ سم ، بينما تكون المسافة بين النباتات فى الخط من ٣٥ – ٤٥ سم فى الجو البارد ، ومن ٤٥ – ٥٠ سم فى الجو الدافىء . وبذلك .. فإن كثافة الزراعة تتراوح من ٢,٢ – ٣,٥ نبات بكل متر مربع . كما يمكن الزراعة فى خطوط مزدوجة ، كما فى الطماطم . وفى هذه الحالة تكون المسافة بين خطى الزوج الواحد ٧٠ سم ، وعرض الممرات

بين أزواج الخطوط ١١٠ سم ، والمسافة بين النباتات فى الخط ٦٠ سم ، على أن يتم تبادل مواقع الجور (على شكل رجل غراب) فى خطى كل زوج .

ويفضل فى الأراضى الثقيلة والقليلة النفاذية زراعة الخيار على مصاطب بعرض ١,٥ متر (من مجرى قناة المصطبة إلى مجرى قناة المصطبة التالية) ، مع ترك مسافة ٥٠ سم على جانبى الصوبة ، أى تقام خمس مصاطب بالصوبة التى يبلغ عرضها ٨,٥ مترًا . ويكون عرض الجزء المرتفع من المصطبة عادة حوالى متر واحد يزرع به خطان من النباتات ، كل منهما يقع على بعد نحو ٢٥ سم من حافة المصطبة ، وبعيد عن خط التنقيط بحوالى ٥ سم . وتكون الزراعة فى جور تبعد عن بعضها البعض بنحو ٤٥ سم ، على أن تكون مواقعها بالتبادل فى خطى الزراعة .

وفى حالة الزراعة فى البيوت الكبيرة التى تتكون من وحدات كثيرة متصلة ، فإنه يفضل فى الزراعات الشتوية زراعة خط من الفاصوليا القصيرة ، أو الكرنب ، أو القنبيط ، أو خط مزدوج من الجس ، بدلًا من كل سادس خط من الخيار للعمل على تحسين الإضاءة فى البيت خلال أشهر الشتاء (شكل ٢٢ - ١٦) .

هذا .. ومن الفضل فى حالة الزراعة بالبذرة فى الأرض مباشرة أن تروى الأرض قبل الزراعة بيوم إلى خمسة أيام حسب طبيعة التربة ، وألا يزيد عمق الزراعة عن ٢ سم ، مع زراعة ثلاث بذور فى

الجورة الواحدة تخف بعد الإنبات عندما تصل إلى مرحلة أول ورقة حقيقية على نبات واحد بإزالة النباتات الزائدة بقصها من فوق سطح التربة بأصابع اليد . ويفضل إجراء الخف على دفعتين .

الـــــرى

تلزم العناية جيدًا بعملية الرى ، إلّا أن الإكثار من الرطوبة الأرضية من شأنه إضعاف النباتات وزيادة قابليتها للإصابة بالأمراض . ولذلك .. يجب الإقلال من الرى ، خاصة خلال موسمى الخريف والشتاء . وتزداد حاجة النباتات للرى فى الجو الدافىء .

هذا .. ويلزم كل نبات حوالى لتر واحد من الماء يوميًا شتاءً ، تزداد إلى نحو لترين يوميًا خلال فصل الصيف . وتعطى هذه الكمية من الماء بالتنقيط على ٥ – ٦ مرات خلال اليوم بمعدل ٣٥ – ٧٠ مل لكل نبات فى كل مرة . ويعنى ذلك أن كل ١٠٠٠ نبات يلزمها من ١ – ٢ متر مكعب من ماء الرى يوميًا .

التسميد

ينصح فى الأراضى الرملية بإضافة الأسمدة التالية لكل ١٠٠٠ متر مربع من الأرض :

١ – قبل الزراعة وأثناء تجهيز الأرض يضاف ٢ طن من السماد العضوى المتحلل ، و ١٥ كجم أزوت ، و ١٥ كجم فوسفور ، و ٦ كجم بوتاس .

٢ – تترك النباتات بدون تسميد لمدة أسبوعين من بداية زراعتها بالبذرة مباشرة أو من بداية الشتل .

٣ – تسمد النباتات لمدة ثلاثة أسابيع بعد ذلك بمحلول سمادى أساسى يحضر أسبوعيًا بإذابة الكميات التالية من الأسمدة : ٩ كجم نترات بوتاسيوم ، و ٣ كجم فوسفات أمونيوم ، و ٢,٥ كجم يوريا . تروى النباتات يوميًا بالمحلول السمادى ، وتكفى هذه الكمية لمدة أسبوع واحد .

٤ – تسمد النباتات بعد ذلك يوميًا وحتى قبل نهاية المحصول بأسبوع واحد بمحلول سمادى أساسى آخر مكون بإذابة ١٣ كجم نترات بوتاسيوم ، و ٣ كجم فوسفات أمونيوم ، و ٤,٥ كجم يوريا . وتكفى هذه الكميات لمدة أسبوع واحد .

٥ – إضافة لما سبق .. فإن النباتات تسمد بالعناصر الصغرى من محلول أساسى آخر يحتوى اللتر منه على الكميات التالية من التركيبات السمادية :

٣,٥ جم مولبيدات الأمونيوم

٧٥ جم حامض البوريك

١٠٠ جم سلفات المنجنيز

٥٠ جم سلفات الزنك

١٢,٥ جم سلفات النحاس

٦٠ جم حديد (فيتريلون أو سيكسترين) .

يضاف هذا المخلوط إلى مياه الري بمعدل ٢٠ سم لكل متر مكعب من مياه الري (وزارة الزراعة والثروة السمكية - دولة الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢) .

أما في حالة الأراضي التي تروى بطريقة الري السطحي ، فإنها تسمد كل أسبوعين قبل الري بكميات الأسمدة التالية : ١٠ - ١٥ كجم نترات الشادر ، و ١٠ كجم سلفات البوتاسيوم ، و ٣ - ٥ كجم سوبرفوسفات (عرفه وآخرون ١٩٨٦) .

التربيـــة والتقليم

تربى نباتات الخيار رأسيًا على خيوط تمتد بطول ٢ متر من سطح الأرض إلى الأسلاك الأفقية التي توجد أعلى خطوط الزراعة . وقد تربط هذه الخيوط من أسفل في خيط آخر يوجد على سطح التربة بامتداد خط الزراعة ، أو تربط بسيقان النباتات بالقرب من سطح التربة عندما يبلغ طولها حوالي ٥٠ سم . توجه النباتات رأسيًا على هذه الخيوط من وقت لآخر وبصورة منتظمة بعد ذلك ، لأن التأخير في إجراء هذه العملية قد يؤدي إلى كسر الساق أو تلف الأوراق .

ويعتبر تقليم الخيار عملية ضرورية ، الهدف منها عمل توازن بين النمو الخضري والثمري للحصول على إنتاج وفير . ويتم ذلك بإزالة كل الأفرع الجانبية وكل الأزهار المؤنثة حتى ارتفاع ٤٥ سم من سطح الأرض ، لأن الثمار التي تنمو على العقد الأولى غالبًا ما تتدلى وتلامس الأرض ، وينتج عن ذلك تلفها وملمسها . أما الأفرع الجانبية التي تنمو بعد ذلك ، فإنه يسمح لها بالنمو حتى يكون كل منها عقدتين بهما أزهار مؤنثة ، ثم تقلم . أما الأفرع الثانوية ، فتزال كلية . يستمر الأمر كذلك إلى أن يصل الساق الرئيسي للنبات إلى السلك المربوط به الخيط ، حينئذ تقلم القمة النامية الرئيسية للنبات . ويسمح للثلاثة أفرع الجانبية العلوية بالنمو ، حيث توجه على السلك في اتجاهات مختلفة ، ويسمح لها بالتدلي لأسفل دون ربط على الخيط . وفي هذه المرحلة يتوقف التقليم بسبب كثافة النمو (Ware & MacCollum ١٩٨٠) .

وفي طريقة أخرى للتربية يتم تقليم كل الفروع والثمار في الـ ٤٥ سم السفلية ، ثم يسمح للثمار فقط بالنمو ، وتزال كل الأفرع حتى يصل الساق الرئيسي للسلك ، وبعد ذلك يسمح للساق الرئيسي بالتدلي قليلًا لأسفل ، ثم تقطع القمة النامية . وفي نفس الوقت يسمح للأفرع الرئيسية العليا بالنمو حتى تصل للسلك وتتدلى حتى تصل لنحو ١ م من الأرض ، حيث تقطع قممها النامية ، ويسمح للأفرع الجانبية الثانوية بالنمو وحمل الثمار (شركة الواحة للإنتاج الزراعي - الإمارات العربية المتحدة) .

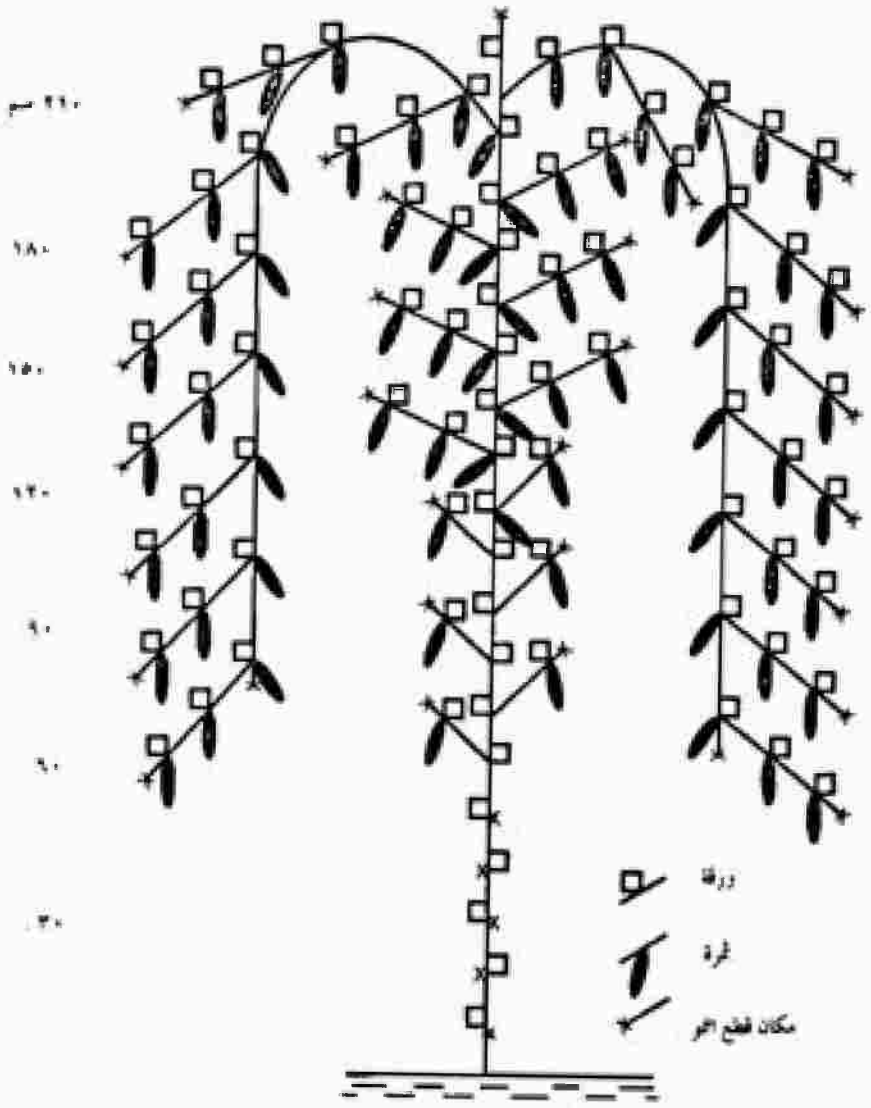
ويعطي Wittwer & Honma (١٩٧٩) طريقتين لتربية الخيار : في الطريقة الأولى (شكل ٢٢ - ١٧) يكون التقليم كالتالي :

١ - تُزال جميع الثمار والفروع الجانبية على العقد الست الأولى (حتى ارتفاع ٦٥ سم) .

٢ - يسمح بنمو الفرع الجانبي على العقد الستة التالية ، ويسمح كذلك بنمو ثمرة عند العقدة الأولى من كل فرع ، لكن لا يسمح بنمو ثمار على الساق الأصلية ، كما تقطع جميع الأفرع بعد العقدة الأولى (حتى ارتفاع ١٣٠ سم) .

٣ – يسمح بنمو الفرع الجانبي على العقد الست التالية ، ويسمح كذلك بنمو ثمرتين عند العقدتين الأولى والثانية من كل فرع ، ونمو ثمرة على الساق الأصلية عند كل عقدة . وتقطع جميع الأفرع بعد العقدة الثانية (حتى ارتفاع ١٨٠ سم) .

٤ – يسمح بعد ذلك بنمو فرعين جانبيين يتدليان لأسفل من الجانبين ، ويسمح لكل فرع بأن تنمو به ثمرة وفرع جانبي عند كل عقدة ، كما يسمح لكل فرع جانبي بتكوين ثمرتين ، ثم يقطع بعد العقدة الثانية .



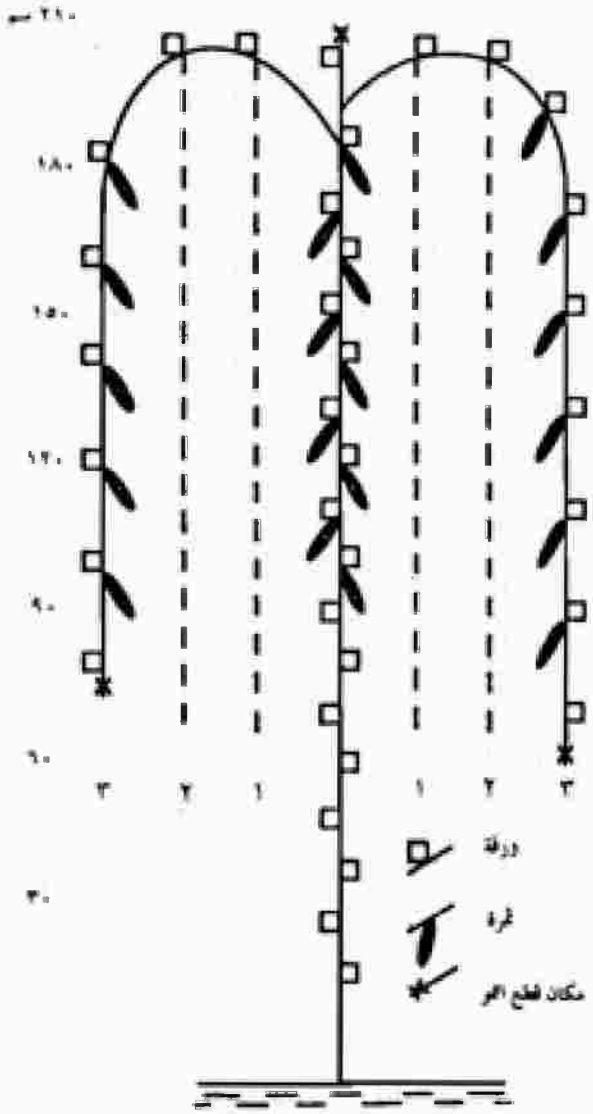
شكل ٢٢ – ١٧ : التربية الرأسية للخيار (الطريقة الأولى) .

أما الطريقة الثانية (شكل ٢٢ - ١٨) ، فيكون التقليم فيها كالتالي :

١ - لا يسمح بنمو ثمار أو فروع على العقد الثلاث الأولى (حتى ارتفاع ٩٠ سم) .

٢ - يسمح بنمو الثمار على العقد الثلاث التالية ، ولكن لا يسمح بنمو أفرع جانبية (حتى ارتفاع ١٨٠ سم) .

٣ - يسمح بنمو فرعين جانبيين بعد ذلك يتدليان لأسفل ، ويحمل كل منهما ثمارًا عند العقد ، دون أن يسمح بنمو أفرع ثانوية عليها .



شكل ٢٢ - ١٨ : التربية الرأسية للخيار (الطريقة الثانية) .

وفي مصر ينصح عرفه وآخرون (١٩٨٦) باتباع إحدى طريقتين للتربية كالتالي :

الطريقة الأولى تتبع في الزراعات المبكرة حتى منتصف أكتوبر ، وفيها تزال جميع الأزهار والفروع الجانبية على الساق الرئيسي حتى ارتفاع ١ م من سطح الأرض ، ثم تترك الثمار ، ويسمح للأفرع الجانبية بالنمو ، وتكوين ثمرة واحدة عند العقدة الأولى من كل فرع ، ثم تقطع بعد العقدة الأولى . يستمر هذا النظام إلى أن تصل الساق الرئيسية إلى السلك العلوي ، حيث تسمح ثلاثة من الأفرع الجانبية العلوية بالنمو إلى أن تتدلى من على السلك لأسفل مع قطع قمة النبات الرئيسية بعد تكوين ثلاث ورقات فوق مستوى السلك ، وتزال الأفرع الجانبية التي تتكون في آباطها . وبالنسبة للأفرع الثلاثة التي سمح بنموها لأسفل ، فإنه يُعاد تقليم الفروع الجانبية المتكونة في آباط أوراقها بعد تكون ورقتين عليها . ويستمر في إجراء ذلك حتى تصل هذه الأفرع الثلاثة إلى مستوى ٨٠ سم من سطح الأرض ، حيث تقطع القمة النامية بكل منها ، ويسمح بنمو ثلاثة أفرع من كل واحد منها ، وتترك تتدلى حتى مستوى سطح الأرض . هذه الأفرع تتكون في آباط أوراقها فروع ثانوية ثانية تزال قمتها النامية بعد تكون ثلاث أوراق عليها .

أما الطريقة الثانية ، فتتبع في الزراعات التي تجرى في النصف الثاني من أكتوبر (حيث تبدأ درجة الحرارة في الانخفاض) ، وفيها تزال جميع الثمار والفروع الجانبية على الساق الرئيسية حتى ارتفاع ٥٠ – ٦٠ سم من سطح الأرض ، ثم تترك الثمار المتكونة بعد ذلك حتى ارتفاع ١,٥ م من سطح الأرض ، كما يسمح في هذه الأثناء بنمو الأفرع الجانبية وتكوينها ثمرة واحدة ، ثم تقطع بعد العقدة الأولى . وبعد ذلك تترك على الأفرع الجانبية المتكونة ورقتان ، وتحمل كل منهما ثمرتين . وكما في الطريقة الأولى ، فإنه يسمح لثلاثة فروع علوية بالنمو والتدلي لأسفل مع قطع القمة النامية للساق الرئيسية بعد تكوين ثلاث ورقات أعلى مستوى السلك . وبالنسبة للأفرع الثلاثة المتدلية ، فإنه تتم إزالة قمم الأفرع الجانبية المتكونة عليها بعد تكوين ورقتين ، ويستمر ذلك حتى تصل هذه الأفرع إلى حوالي ٨٠ سم من سطح الأرض ، حيث تُزال قمتها النامية ، ويسمح بنمو ثلاثة أفرع من كل منها كما سبق بيانه في الطريقة الأولى .

تحسين عقد الثمار

أحيانًا تفشل نسبة كبيرة من ثمار الخيار في العقد ؛ فتتوقف مبايض الأزهار المؤنثة عن النمو ، ثم تتلون باللون الأصفر ، وبعد ذلك تذبل ، ثم تجف ، ولكنها تظل عالقة بالنبات . تتشابه هذه الأعراض غالبًا في أزهار عدة عقد متتالية على الساق ، ثم تعقد ثمرة أو ثمرتان ، تليها دورة أخرى من الأزهار غير العاقدة ، وهكذا . وقد ترجع هذه الظاهرة إلى أحد الأسباب التالية :

١ – ألا يكون الصنف المزروع ذا مقدرة على العقد البكري ، وفي هذه الحالة يلزم توفير خلايا النحل بالصوبة لكي تتم عملية التلقيح ، ولكن ذلك أمر نادر في الزراعات المحمية ، لأن الأصناف المستخدمة فيها غالبًا ما تكون ذات مقدرة على العقد البكري .

٢ – أن يكون الصنف المزروع من الأصناف التي لا تنتج سوى أزهار مؤنثة (gynoecious) وغير قادر على العقد البكري ، وفي هذه الحالة يلزم توفير نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن من نفس الصنف ، أو من صنف آخر شبيه به بنسبة ١٠٪ لتكون مصدرًا لحبوب اللقاح مع إمداد الصوبة

خلايا النحل اللازمة لعملية التلقيح ، ولكن ذلك أمر نادر أيضًا ، لأن الأصناف المؤنثة غالبًا ما تكون ذات مقدرة على العقد البكرى .

٣ – أن تكون النباتات مصابة بأية آفة (فطر – بكتريا – فيرس – نيماتودا – حشرة – أكاروس) تحد من نموها وتضعفها ؛ فتصبح غير قادرة على عقد عدد كبير من الثمار وتلزم فى هذه الحالة مكافحة الآفة ، لكن الأعراض قد لا تظهر إلا بعد أن يستحيل تدارك الأمر ، كما فى الأمراض الفيوسية وأمراض الجذور .

٤ – عند زيادة تركيز الأملاح فى التربة أو فى ماء الرى ، ويلزم فى هذه الحالة غسل الأملاح من التربة بإعطاء ريّة غزيرة مع استعمال ماء تقل فيه نسبة الأملاح .

٥ – عند نقص معدلات التسميد بالعناصر الكبرى والصغرى عن المستويات التى يوصى بها ، حيث لا تكون النباتات قادرة على عقد عدد كبير من الثمار . ويلزم فى هذه الحالة تدارك الأمر بالتسميد الجيد .

٦ – عند عدم إجراء عملية التقليم بصورة جيدة ، حيث يختل التوازن بين النمو الخضرى والنمو الثمرى لصالح الأول ، كما يؤدى النمو الخضرى الغزير إلى تظليل النباتات لبعضها البعض ؛ فيصبح النمو الخضرى الزائد غير ذى فائدة كبيرة فى توفير الغذاء للثمار . وعلاج ذلك هو الاهتمام بعملية تربية وتقليم النباتات من البداية .

٢٢ – ٤ – ٤ : الآفات ومكافحتها

١ – الذبول الطرى : راجع الطماطم (الجزء ٢٢ – ٣ – ٤) .

٢ – عفن الرقبة (الخناق) : راجع الطماطم

٣ – العفن الأبيض ، أو عفن إسكليروتينيا : راجع الطماطم .

٤ – البياض الدقيقى

يسبب هذا المرض الفطر **Erysiphe cichoracearum** ، ويظهر على شكل بقع دقيقية بيضاء على السطح العلوى للأوراق . هذه البقع هى جراثيم الفطر . وتشتد الإصابة فى الجو الحار الجاف ، وتؤدى إلى جفاف الأوراق المصابة وموتها . وفى الحالات الشديدة تصاب السيقان والأفرع .

ويكافح المرض بالرش دوريًا كل أسبوعين للوقاية ، وأسبوعيًا للعلاج بالبيلتون ٢٥٪ بتركيز ٠,٢٪ ، أو بالروبيجان ١٢٪ بتركيز ٠,١٪ . كما ينصح بزراعة الأصناف المقاومة .

٥ – البياض الزغبى

يسبب هذا المرض الفطر **Peronospora cubensis** ، ويعد من أخطر أمراض الخيار فى الزراعات المحمية ، نظرًا لأنه ينتشر تحت ظروف الرطوبة الجوية المرتفعة والجو المعتدل الحرارة . وتظهر الأعراض على شكل بقع صفراء على السطح العلوى للورقة ، تتحول عند موت الأنسجة إلى اللون البنى الفاتح . ويقابل هذه البقع نمو زغبى بلون بنى أو رمادى على السطح السفلى للورقة . هذا النمو عبارة عن حوامل الفطر .

ويكافح هذا المرض بالاهتمام بتهوية البيوت المحمية جيدًا ، بحيث لا تتكثف الرطوبة على الجدر الداخلية ، كما ترش النباتات كل ١٠ أيام خلال فصل الشتاء للوقاية ، وكل خمسة أيام للعلاج بالريدوميل بتركيز ٠,٢٪ ، أو بالداكونيل ٢٧٨٧ بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو بالساندوفان بتركيز ٠,٢٪ . كما ينصح بزراعة الأصناف المقاومة .

٦ – لفحة الساق الصمغية

يسبب هذا المرض الفطر **Mycosphaerella melonis** ، وهو يصيب النباتات عن طريق التربة فى أية مرحلة من نموها . وتظهر الأعراض على شكل تصمغ أصفر فى منطقة اتصال الساق بسطح التربة ، يمتد داخل الساق . ويكافح المرض بالاهتمام بتعقيم التربة ، مع رش النباتات دوريًا كل ١٠ – ١٥ يومًا للوقاية . وكل ٥ – ٧ أيام للعلاج بالبرافو ٥٠٠ بتركيز ٠,٢٪ ، أو بالداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪ .

٧ – تبقع الأوراق الزاوى

تسبب هذا المرض البكتريا **Pseudomonas lachrymans** ، وتظهر الأعراض على شكل بقع مائية ذات زوايا لا تلبث أن تتحول إلى اللون الأبيض فالرمادى ، ثم تجف وتسقط ؛ فتظهر الورقة وبها ثقوب كثيرة مكان البقع الأصلية . وتزداد الإصابة بزيادة الرطوبة الجوية والرطوبة الأرضية .

ويكافح المرض بالتهوية الجيدة ، وزراعة بذور خالية من البكتريا .

٨ – نيماتودا تعقد الجذور : راجع الطماطم (الجزء ٢٢ – ٣ – ٤) .

تكافح بالطرق الكيميائية فقط ، نظرًا لعدم وجود أصناف مقاومة من الخيار .

٩ – فيرس تبرقش الخيار : ينتقل بالمن (راجع الطماطم) .

١٠ – فيرس اصفرار الخس المعدى : أنظر الذبابة البيضاء .

١١ – الذبابة البيضاء

يصاب الخيار بشدة بالذبابة البيضاء التى تمتص عصارة النبات ، محدثة بقعًا صفراء صغيرة قد تتجمع مكونة مساحات كبيرة . وهى تنقل للنباتات فيروسًا خطيرًا جديدًا على منطقة الشرق الأوسط هو شبيه بفيروس اصفرار الخس المعدى Duffus Lettuce Infectious Yellows Virus وآخرون ١٩٨٦) الذى يصيب جميع القرعيات ويقضى على النباتات بعد ظهور اصفرار ما بين العروق فى الأوراق السفلى أولًا . وينتشر الفيرس حاليًا فى بعض الدول العربية .

وتكافح الذبابة البيضاء بالرش قبل التزهير بالفارون بتركيز ٠,٢٪ ، او بالأكتيلك بتركيز ٠,٣٪ ، أو بالدايثويت بتركيز ٠,٠٧٥٪ .

١٢ – المـــن

يصاب الخيار بشدة بالمن فى الزراعات المحمية . وتبدأ الإصابة من طور البادرة . ويكافح المن

بالرش كل ٧ – ١٠ أيام بالبريمور بتركيز ٠,٠٧٥٪ ، أو بالملاثيون بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو بالدايمثويت بتركيز ٠,١٥٪ ، أو بالأكتيليك بتركيز ٠,٣٪ .

١٣ – الحفار والدودة القارضة : راجع الطماطم .

١٤ – العنكبوت الأحمر

يكافح العنكبوت الأحمر بالرش بالكالثين الميكروني ١٨,٥٪ بتركيز ٠,٠٥٪ ،أو بالكالثين الرطب بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو بالتيديفول بتركيز ٠,٢٥٪ . (مديرية البحث والإرشاد الزراعي – وزارة الزراعة – المملكة الأردنية الهاشمية ١٩٨٣ ، Fletcher ١٩٨٤ ، عرفه وآخرون ١٩٨٦) .

٢٢ – ٥ : إنتاج الفلفل الحلو

٢٢ – ٥ – ١ : الأصناف الملائمة للزراعات المحمية

درجت العادة على زراعة الأصناف العادية المعروفة من الفلفل الحلو في البيوت المحمية ، والتي من أمثلتها : كاليفورنيا وندر ٣٠٠ ، وبل بوي ، وليدي بل ، وبوليو ستار وغيرهم ، إلا أنه تفضل زراعة الهجن المرباة خصيصًا للزراعات المحمية ، والتي منها : جديون ، ولاموبو ، وبريو ، ولاتينو ، وكلوفس .

٢٢ – ٥ – ٢ : الاحتياجات البيئية ، ومواعيد الزراعة

يعتبر الفلفل من أكثر محاصيل الخضر حساسية لدرجة الحرارة ، فهي التي تحدد غالبًا مدى نجاح الزراعة وبدايتها بشكل سليم . وتنبت بذور الفلفل خلال ثمانية أيام في درجة الحرارة المناسبة ، وهي ٢٥ – ٣٠° م ، بينما يستغرق الإنبات ٢٥ يومًا في درجة حرارة ١٥°م ، ولا تنبت البذور عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م أو أقل .

وأنسب مجال حراري لنمو وإزهار وإثمار نبات الفلفل هو ١٧ – ١٨°م ليلًا ، و ٢٢ – ٢٤° نهارًا ، وبينما يتوقف النمو وعقد الثمار في درجة حرارة ١٠°م ، فإن درجات الحرارة العالية تضر بالنبات والمحصول . فالثمار العاقدة في درجة حرارة ٢٧ –٢٨°م تكون صغيرة الحجم ومشوهة الشكل ، بينما لا يحدث عقد في درجة حرارة ٣٣ – ٣٥°م .

هذا .. ويشتل الفلفل في مصر خلال الفترة من منتصف أغسطس حتى منتصف سبتمبر . أما زراعة البذور ، فتكون قبل ذلك بنحو ٢٠ – ٢٥ يومًا . وتؤدي الزراعة المبكرة إلى إنتاج نمو خضري قوي قبل حلول فصل الشتاء ، وبذلك .. فإن محصولها يكون أكبر مما هو في الزراعة المتأخرة . ويبدأ الحصاد في الجو المناسب بعد حوالي ٧٠ – ٨٠ يومًا من الشتل ، ولكن النمو النباتي يستمر في الصوبة لمدة ١١ شهرًا من الشتل ، ويتبقى بعد ذلك شهر كامل لخرث الأرض وتعقيمها وإعدادها للزراعة التالية .

٢٢ - ٥ - ٣ : الزراعة وعمليات الخدمة

الزراعـــة

يلزم نحو ٣٠ جرامًا من البذور لإنتاج شتلات من الفلفل تكفى لزراعة مساحة ١٠٠٠ متر مربع . وتزرع الشتلات فى خطوط تبعد عن بعضها البعض مسافة ٨٠ سم ، على أن تكون المسافة بين النباتات فى الخط من ٤٠ - ٥٠ سم ، وبذلك تكون كثافة الزراعة من ٢,٥ - ٣ نباتات لكل متر مربع .

وتفضل فى الأراضى الثقيلة إقامة مصاطب بعرض ١٥٠ سم (من قناة المصطبة إلى قناة المصطبة التالية) ، ثم يزرع بكل مصطبة خطان من الفلفل ، تفصل بينهما مسافة ٥٠ سم ، وتشتل النباتات على مسافة ٤٠ - ٥٠ سم من بعضها البعض فى الخط ، على أن تكون مواقع الجور متبادلة فى الخطين (على شكل رجل غراب) .

الـــرى

تجب العناية بعملية الرى بتوفير الرطوبة المناسبة منذ اليوم الأول للشتل ، مع تجنب الرى بالمياه العالية الملوحة . هذا .. ويستجيب الفلفل للرى بالرذاذ كعامل مساعد مع الرى السطحى ، أو الرى بالتنقيط .

التســـميد

يسمد الفلفل فى الأراضى الرملية بالكميات التالية من الأسمدة لكل ١٠٠٠ متر مربع من الأرض :

١ - قبل الزراعة : تضاف الأسمدة التالية ، وتخلط جيدًا بالتربة أثناء إعدادها : ٢ طن سماد عضوى متحلل ، و ٧ كجم نيتروجين ، و ٢٥ كجم فوسفور ، و ١٥ كجم بوتاس ، و ٥ كجم منجنيز .

٢ - لا يسمد الفلفل خلال الأسبوعين الأول والثانى بعد الشتل .

٣ - يسمد الفلفل فى الأسبوع الثالث وحتى الخامس بمحلول سمادى يحتوى على ٢ كجم نيتروجين ، و ٨ كجم فوسفور ، و ٣,٣ كجم بوتاس . وتكفى هذه الكميات لمدة أسبوع .

٤ - فى الأسبوع السادس وحتى نهاية عمر الفصول تسمد النباتات بمحلول سمادى يحتوى على ٣ كجم نيتروجين ، و ١,٦ كجم فوسفور ، و ٥ كجم بوتاس . وتكفى هذه الكميات لمدة أسبوع .

أما فى الأراضى الثقيلة ، فيوصى بإضافة الأسمدة التالية لكل ١٠٠٠ متر مربع من الأرض :

١ - قبل الزراعة : يضاف ٥ - ٦ أمتار مكعبة من السماد العضوى المتحلل ، و ١٢٠ - ١٨٠ كجم من السوبر فوسفات العادى ، أو ٢٠ - ٣٠ كجم من السوبر فوسفات الثلاثى .

٢ – يضاف عند الشتل ٦ كجم نيتروجين إلى جانب النباتات .

٣ – يضاف ٣ – ٤ كجم نيتروجين ، و ٢ – ٣ كجم بوتاس كل أسبوعين بعد ذلك إلى جانب النباتات قبل الري السطحي .

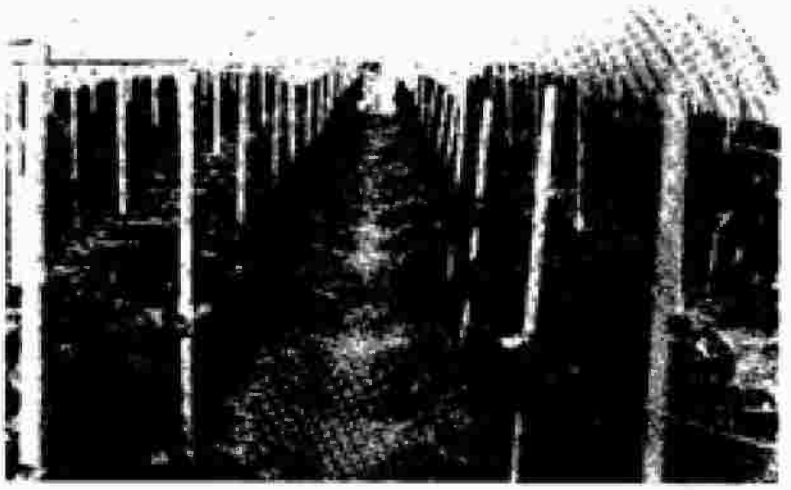
التربيـــــة

لا يفيد إجراء أى تقليم لنباتات القلقل فى الزراعات الحقلية ، لكن تدعم النباتات لحماية الأفرع من الميل لأسفل والانكسار بإحدى الطرق التالية :

١ – توجيه ٣ – ٤ أفرع رئيسية من كل نبات على خيوط رأسية ، دون إجراء أى تقليم لباقى الأفرع .

٢ – حصر النمو الباقى بين ثلاثة خيوط أفقية تمتد على جانبى النباتات بامتداد خط الزراعة ، وربط النباتات بها ، مع ربط الخيوط نفسها بدعامات تثبت فى الأرض كل أربعة أمتار .

٣ – حصر النمو الباقى بين خيوط طولية تربط فى دعائم كل مترين ، مع توجيه النباتات بين خطوط أخرى عرضية تشد كالزجزاج بين الدعائم (شكل ٢٢ – ١٩) .



شكل ٢٢ – ١٩ : توجيه نباتات القلقل للنمو بين الخيوط الطولية والعرضية (عن وزارة الزراعة والثروة السمكية – الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢) .

٢٢ – ٥ – ٤ : الآفات ومكافحتها

يصاب القلقل بأمراض الذبول الطرى ، وعفن الرقبة ، ونيماتودا تعقد الجذور ، وفيروس تبرقش الدخان ، وفيروس تبرقش الخيار ، وجميع الحشرات التى تصيب الطماطم . ولدراسة الأعراض وطرق المكافحة يراجع نفس الموضوع فى الطماطم (الجزء ٣ – ٣ – ٤) .

٢٢ - ٦ : إنتاج الشمام

٢٢ - ٦ - ١ : الأصناف الملائمة للزراعات المحمية

لا تستخدم فى الزراعات المحمية عادة إلّا الأصناف الهجين ذات الإنتاجية العالية والمقاومة للعديد من الأمراض . ومن أهم هذه الأصناف بان أوجن ، وفارفو ، وبانشا ، وبوليدور ، وجاليا ، وإيرلى دیو . كما تزرع أيضًا أصناف أخرى ، مثل : أناناس ، وأنجر تشويس .

٢٢ - ٦ - ٢ : الاحتياجات البيئية ومواعيد الزراعة

يناسب إنبات بذور الشمام درجة حرارة مرتفعة ، حيث تنبت البذور فى خلال ٣ - ٤ أيام فى درجة حرارة ٢٥ - ٣٠°م ، ولا تنبت البذور فى درجة حرارة ١٥°م ، أو أقل من ذلك . أما النمو الخضرى ، فيناسبه ١٨ - ٢٠°م ليلًا ، و ٢٣ - ٢٥°م نهارًا ويؤدى انخفاض درجة الحرارة إلى قصر الساق ، وصغر الأوراق ، والتبكير فى إنتاج الأزهار المؤنثة .

وفى مصر ينصح نصار (١٩٨٦) باتباع النظام التالى فى زراعة الشمام فى البيوت المحمية :

توزع المساحة المطلوب زراعتها على ثلاثة مواعيد للشتل هى : منتصف أغسطس ، وأول سبتمبر ، ومنتصف سبتمبر . وتكون زراعة البذور قبل ذلك بنحو ١٧ يومًا . ويجب الاقتصار فى هذه الزراعة الشتوية على الأصناف المبكرة جدًا ، مثل : بوليدور ، وإيرلى دیو . وتفضل الأصناف المقاومة لمرضى البياض الزغبى والبياض الدقيقى .

تستكمل النباتات نموها الخضرى قبل حلول الجو البارد ، حيث يبدأ الحصاد فى خلال ٦٠ يومًا من الشتل ، ويستمر لمدة ٣ - ٤ أسابيع ، أى يتم الانتهاء من الحصاد وتقليع النباتات فى خلال ٩٠ يومًا من الشتل فى مثل هذه الأصناف المبكرة . ويعنى ذلك أن حصاد الشمام يستمر فى الزراعات الثلاث من منتصف أكتوبر إلى منتصف يناير . وينتج النبات الواحد فى الزراعة الشتوية هذه ٢ - ٣ ثمار فى المتوسط زنة كل منها من $\frac{٣}{٤}$ - ١ كيلو جرام .

بعد الحصاد تقلع النباتات وتجهز الأرض وتعقم لزراعتها بالشمام مرة أخرى فى عروة صيفية ابتداءً من أول فبراير . هذه العروة تعطى محصولًا فى ٧٠ يومًا فقط ، بدلًا من ٩٠ يومًا فى الزراعة الشتوية ، أى أنها تعطى محصولها خلال شهر أبريل قبل بداية موسم الحصاد فى الزراعات المكشوفة وفى زراعات الأنفاق البلاستيكية المنخفضة ، ويستمر الحصاد حتى شهر مايو . ينتج النبات الواحد فى الزراعة الصيفية ٤ - ٥ ثمار فى المتوسط زنة كل منها من ٢ - ٢,٥ كجم .

وفى العروتين تكون جميع الثمار التى ينتجها النبات على أفرع أولية تخرج من الساق الرئيسى للنبات على امتداد ١,٥ متر بعد المتر الأول الذى يقلم جيدًا . هذا .. ويسمح بعقد ٥ - ٦ ثمار ، ثم تخف وهى صغيرة على العدد المناسب (٣ فى العروة الشتوى و ٤ - ٥ فى العروة الصيفى) . وإلى جانب ذلك .. فإن نباتات العروة الصيفية تنتج أيضًا ١ - ٢ ثمرة أخرى بكل نبات على القمة النامية المتدلية بعد وصولها إلى السلك .

وبعد انتهاء الحصاد (الذى يستمر من أبريل إلى مايو) تبقى الصوبة خالية مدة ٢,٥ – ٣,٥ شهرًا حتى موعد الزراعة الأول فى ١٥ أغسطس ويمكن استغلال البيوت خلال هذه الفترة فى زراعة الكرنب الصيفى ومشاتل الكرنب والصليبيات المختلفة .

وتجدر الإشارة إلى أن الزراعة الشتوية الأولى التى تشتل فى منتصف أغسطس تنتهى فى منتصف نوفمبر ، وعليه .. فإنه يمكن تقليع المحصول وخدمة الأرض فى خلال ١٥ يومًا ، ثم تزرع ملوخية فى أول ديسمبر ، وتبقى الصوبة مغلقة معظم الوقت ، حيث تعطى محصولها خلال النصف الأخير من يناير بأسعار مرتفعة . ويمكن بعد ذلك تجهيز الأرض وتعقيمها لزراعة العروة الصيفية فى أول فبراير .

٢٢ – ٦ – ٣ : الزراعة وعمليات الخدمة

الزراعـــة

يلزم نحو ٧٠ – ٨٠ جم من بذور الشمام لإنتاج شتلات تكفى لزراعة مساحة ١٠٠٠ متر مربع من الأرض .

تشتل النباتات فى خطوط تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٨٠ – ٩٠ سم ، على أن تكون المسافة بين النباتات فى الخط من ٤٠ – ٥٠ سم .

وتفضل فى الأراضى الثقيلة إقامة مصاطب بعرض ١٥٠ سم (من قناة المصطبة إلى قناة المصطبة التالية) ويزرع بكل مصطبة خطان تبعد فيهما الشتلات عن حافة المصطبة بنحو ٢٥ سم ، وتبعد النباتات عن بعضها البعض فى الخط بمسافة ٣٥ سم ، على أن تكون مواقع الجور متبادلة فى الخطين (على شكل رجل غراب) . هذا .. وتفضل تغطية المصاطب بالبلاستيك الأسود بعد وضع أنابيب الرى .

الـــرى

برغم أن توفر الرطوبة الأرضية يعد عاملًا هامًا للنمو النباتى الجيد ، إلّا أنه يتعين الحرص الشديد فى رى الشمام ، نظرًا لحساسيته المفرطة للماء . فمن الضرورى الامتناع عن الرى أو تقليله فى الأراضى الثقيلة خلال فترتين من حياة النبات هما :

١ – من بداية عقد الثمار حتى وصولها إلى قطر حوالى ٨ سم ، حيث تكون الثمار خلال هذه المرحلة حساسة وقابلة للتشقق عند زيادة الرطوبة الأرضية .

٢ – بمجرد وصول الثمار إلى حجمها الطبيعى .

التســميد

يتبع فى تسميد الشمام نفس النظام المتبع فى تسميد الخيار (الجزء ٢٢ – ٤ – ٣) ، لكن النباتات تحصل على كمية أقل من العناصر السمادية عما فى الخيار ، نظرًا لأنها لا تبقى فى الأرض لنفس المدة .

التربية والتطعيم

ترى نباتات الشمام رأسًا (شكل ٢٢ - ٢٠) كما ترى نباتات الخيار ، لكن تطعيم الشمام يختلف عما في الخيار ، فتُزال الأفرع والأزهار حتى ارتفاع ٨٠ - ١٠٠ سم ، ثم يحافظ بعد ذلك على ٥ - ٦ أفرع جانبية بدون تقليم ، حيث تترك إلى أن تحمل جميعها ثمارًا ، ثم تقلم كلها في وقت واحد بمجرد أن تصل الثمار إلى حجم البيضة . وفي حالة وفرة النمو الخضري تقلم الأفرع التالية حتى الورقة الثانية أو الثالثة .

شكل ٢٢ - ٢٠ : التربية الرأسية للقاوون .

تحسين عقد الثمار

يعد النحل ضروريًا لإجراء عملية التلقيح في البيوت المحمية ، لذلك يلزم توفير خلايا النحل على مقربة من الصوبات أو بداخلها . وحتى إذا أُتلفت المبيدات جانبًا من خلايا النحل ، فإن الفرق في المحصول يكون كبيرًا ، ويغطي كل التكاليف . وفيما عدا ذلك .. فإنه لا توجد مشاكل في عقد الثمار في الجو المعتدل الرطب . أما في الجو الحار الجاف ، فإن حبوب اللقاح تجف ولا تعلق بجسم النحلة ، ولذلك يلزم في هذه الظروف تشغيل جهاز الري بالضباب لمدة عشر دقائق ثلاث مرات يوميًا في الصباح ، ووقت الظهيرة ، وفي المساء خلال فترة عقد الثمار . ويساعد ذلك على تلطيف الجو ، ورفع درجة الرطوبة ، وتحسين العقد بصورة جوهرية .

أما محاولة تلقيح الأزهار يدويًا ، فإنها لا تجدى ، لأن الثمار المتكونة بهذه الطريقة تكون عادة مشوهة وغير منتظمة الشكل .

٢٢ - ٦ - ٤ : الآفات ومكافحتها

يصاب الشمام بنفس الآفات التي تصيب الخيار (الجزء ٢٢ - ٤ - ٤) ، وتكافح بنفس الطرق .

٢٢ - ٧ : إنتاج الخضر الأخرى

٢٢ - ٧ - ١ : الفاصوليا الخضراء

تنجح زراعة الفاصوليا الخضراء في البيوت المحمية خلال فصل الشتاء بينما لا يمكن إنتاجها في الحقول المكشوفة بسبب انخفاض درجة الحرارة . وبرغم أنه يمكن زراعة الأصناف القصيرة ، إلا أنه يفضل استعمال الأصناف الطويلة المتسلقة لتحقيق أكبر استفادة ممكنة من المساحة الممكن زراعتها في الصوبة .

تزرع البذور في الأرض مباشرة في خطوط مزدوجة ، بحيث يكون خطا كل زوج على مسافة ٥٠ سم من بعضهما البعض ، ويترك بين كل زوجين ممر بعرض ١٠٠ سم . تزرع بكل جورة بذرتان ، على أن تكون الجور على مسافة ١٥ سم من بعضها البعض . ومن المفضل أن تجرى الزراعة على مصاطب مرتفعة لتحسين التهوية .

تخف النباتات بعد حوالي أسبوعين من الزراعة على نبات واحد بكل جورة ، ويترك النباتان في حالة عدم وجود أي إنبات في الجورة المجاورة . توالى النباتات بالري المنتظم والتسميد .

كما توجه نباتات الأصناف المتسلقة وهي صغيرة على خيوط تتدلى من الأسلاك الممتدة بطول البيت وعلى ارتفاع ٢ م . ومن أهم آفات الفاصوليا أعفان الجذور ، وهذه يتم التخلص منها عند تعقيم التربة ، والمن ، والذبابة البيضاء ، والعنكبوت الأحمر ، وتكافح كما في الطماطم .

٢٢ - ٧ - ٢ : الخس

يعتبر الخس من محاصيل السلطة المرغوبة التي يفضلها المستهلك دائمًا في حالة طازجة ، في حين تصعب المحافظة عليه بحالة جيدة لمدة طويلة ، ولذلك يستعان بالزراعات المحمية في إنتاج الخس في الأوقات التي يستحيل فيها إنتاجه في الحقول المكشوفة (شكل ٢٢ - ١) . وهذه الأوقات هي :

١ - خلال فصل الشتاء في البيوت المدفأة في المناطق الشمالية شتاءً .

٢ - خلال فصل الصيف في البيوت المبردة في المناطق حارًا صيفًا .

أما في المناطق المعتدلة كمصر ، فلا يعد إنتاج الخس اقتصاديًا في البيوت المحمية ، لأن إنتاجه يكون وفيرًا في الزراعات المكشوفة شتاءً ، كما لا تكون البيوت المحمية مبردة يمكن إنتاجه بها صيفًا .

ونظرًا لأن البيوت المدفأة والمبردة تكون عادة من النوع الكبير ، لذلك فإن إنتاج الخس بها وهو محصول لا يزيد ارتفاعه عن سطح الأرض عن ٣٠ سم يعد مكلفًا للغاية ، ولا بد أن تكون الأسعار مرتفعة حتى تغطى تكاليف الإنتاج .

وللتفاصيل الخاصة بإنتاج الخس فى الزراعات المحمية يمكن مراجعة Wittwer & Honma (١٩٧٩) و Hetcher (١٩٨٤) بالنسبة للأمراض .

شكل ٢٢ - ٢٩ : إنتاج الخس فى البيوت المحمية .

٢٢ - ٨ : المراجع

عرفه ، عرفه إمام ، وحامد مزيد ، وصلاح الدين محمدين ، وحسنى خليفة ، ومحمد صلاح الدين يوسف (١٩٨٦) . إنتاج الخضر تحت الصوبات البلاستيك . وزارة الزراعة والأمن الغذائى - جمهورية مصر العربية - ٣٤ صفحة .

مديرية البحث والإرشاد الزراعى - وزارة الزراعة - المملكة الأردنية الهاشمية (١٩٨٣) . إنتاج الخضراوات تحت البيوت البلاستيكية فى الأردن . نشرة رقم ٨٣/٩ ، ٦٠ صفحة .

نصار ، أحمد (١٩٨٦) . رئيس مجلس إدارة شركة الإنتاج النباتى - المهندسين - الجيزة - جمهورية مصر العربية . (اتصال شخصى) .

وزارة الزراعة والثروة السمكية - دولة الإمارات العربية (١٩٨٢) . إنتاج الخضراوات المحمية - ٨٣ صفحة .

Duffus, J.E., R.C. Larsen and H.Y. Liu. 1986. Lettuce infectious yellows virus-a new type of white fly-transmitted virus. Phytopathology 76: 97-100.

Fletcher, J.T. 1984. Diseases of greenhouse plants. Longman, London. 351p.

Fuller, D.J. 1973. Training systems. In: H.G. kingham (Ed.) 'The U.K. Tomato Manual'; pp. 127-136. Grower Books, London.

Johnson, H. 1979. Hydroponics: a guide to soiless culture systems. Div. Agr. Sci., Univ. Calif. leaflet No. 2947. 15p.

Kingham, H.G. (Ed.). 1973. The U.K. tomato manual. Grower Books, London. 223p.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, N.Y. 629p.

Nelson, P.V. 1985. (3rd ed.). Greenhouse operation and Management. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia. 398p.

Resh, H.M. 1981. (2nd ed.). Hydroponic food production. Woodbridge Press Pub. Co., Santa Barbara, Calif. 335p.

Snyder, R.G. and W.L. Bauerle. 1985. Watering frequency and media volume affect growth water status, yield, and quality of greenhouse tomatoes. HortScience 20: 205-207.

Sztejnbok, M. 1983. Unique vapor activity by CGA-64251 (Vanguard) in the control of powdery mildews roomwide in the greenhouse. Plant Disease 67: 360-366.

Walls, I.G. 1977. Tomato growing today. David & Charles, Newton Abbot. 239p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980. (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois, 607p.

Wittwer, S.H. and S. Honma. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State Univ. Press, East Lansing. 225p.

الزراعة بدون تربة والمزارع المائية

يعنى بالزراعة بدون تربة Soilless Culture إنتاج النباتات بأية طريقة غير زراعتها فى التربة الزراعية ، علمًا بأن مفهوم الأراضى الزراعية يتضمن الأراضى المعدنية أيًا كان قوامها ، والأراضى العضوية أيًا كانت نسبة البيت peat أو الملك muck بها . وعليه .. لا تعد الزراعة بدون تربة إذا كان الإنتاج فى تربة رملية تحتوى على نسبة ولو قليلة من السلت والطين ، أو فى أرض عضوية ، حتى ولو كانت نسبة البيت أو الملك بها ١٠٠٪ . كذلك فإن الإنتاج فى مخاليط الزراعة التى تدخل التربة ضمن مكوناتها لا يعد زراعة بدون تربة ، وبالمقارنة .. فإن الزراعة بدون تربة تتضمن الإنتاج فى كافة أوساط الزراعة التى لا تكون التربة المعدنية إحدى مكوناتها . وتدخل ضمن هذا التعريف مزارع الرمل الخالص ، والحصى ، والبيت ، والفيرميكيوليت ، والبرليت ، والمخاليط التى تتركب من أى من هذه المكونات ، وجميع أوساط الزراعة الصلبة الأخرى كبالات القش المضغوط ، والصوف الصخرى وغيرهما ، وكذلك المزارع التى لا يوجد فيها وسط صلب لنمو الجذور . وجميع هذه المزارع تسقى دومًا بمحاليل مغذية تحتوى على العناصر الغذائية اللازمة للنمو النباتى .

ويفهم من التعريف السابق للزراعة بدون تربة أنه يشتمل أيضًا على المزارع المائية Hydroponics ، وهى المزارع التى لا يوجد فيها وسط صلب لنمو الجذور ، بل تبقى فيها الجذور محاطة دائمًا بالمحلول المغذى ، وتثبت النباتات فى مكانها بوسائل أخرى . وكلمة hydroponics مشتقة من كلمتين يونانيتين : hydro تعنى ماء ، و ponos تعنى عمل ، فيكون المعنى الحرفى للكلمة هو عمل الماء وتتضمن المزارع المائية بمفهومها الضيق (الأصلى) مزارع المخاليل المغذية Nutrient Solution Culture (حيث تنمو الجذور فى أوعية خاصة تحتوى على المحلول المغذى) وتقنية الغشاء المغذى Nutrient Film Technique والمزارع الشبيهة بهما ، لكن مفهوم المزارع المائية يمكن أن يتسع ليشمل أيضًا المزارع الهوائية Aeroponics (حيث تبقى الجذور عالقة فى الهواء فى حيز مغلق) وجميع الأنواع السابقة الذكر من حالات الزراعة بدون تربة ، لأنها جميعًا تروى على الدوام بمحاليل مغذية تحتوى على التركيزات المناسبة من كافة العناصر الضرورية ، بدلًا من الماء العادى .

وبناء على الشرح المتقدم لكل من الزراعة بدون تربة والمزارع المائية ، فإن هذين المصطلحين سيستعملان معًا فى هذا الكتاب ليعنيا شيئًا واحدًا ، ألا وهو إنتاج النباتات بطريقة تسمح بنمو الجذور فى بيئة صلبة مجهزة صناعيًا ، وتخلو من السلت والطين ، أو فى المخاليل المغذية مباشرة ، أو فى حيز هوائى مغلق ، مع ريها دومًا بالمخاليل المغذية .

هذا .. وقد أدرج موضوع المزارع المائية ضمن الزراعة المحمية ، لأنها لا تكون أبدًا إلّا داخل البيوت المحمية .

وبرغم معرفة المزارع المائية منذ ما قبل الميلاد ، إلّا أنها لم تتطور وتستخدم لغرض إنتاج الغذاء على نطاق واسع إلّا منذ الحرب العالمية الثانية حينما كان من الضرورى إنتاج الخضروات الطازجة فى معسكرات الجيوش التى تقع فى مناطق لا تصلح فيها التربة للإنتاج الزراعى . ومنذ ذلك الحين أصبحت المزارع المائية علمًا قائمًا بذاته ، نشر فيه العديد من الكتب والبحوث . وقد أشار Jones (١٩٨٢) إلى ثمانية وعشرين كتابًا نشرت باللغة الإنجليزية عن المزارع المائية خلال الفترة من ١٩٧٠ - ١٩٧٩ . ويمكن لمن يرغب فى الإطلاع على تاريخ تطور استخدام المزارع المائية فى الزراعة الرجوع إلى Douglas (١٩٧٦) .

٢٣ - ١ : مزايا وعيوب المزارع المائية

لا يعد الإنتاج الزراعى فى المزارع المائية أمرًا اقتصاديًا أو منطقيًا فى منطقة ما إلّا فى غياب الأرض الصالحة للزراعة ، أو إذا كانت التربة ملوثة بآفات خطيرة لايمكن مكافحتها . والسبب فى ذلك أن التكلفة الإنشائية للمزارع المائية مرتفعة كثيرًا ، إلّا أن ذلك يجب أن يقارن بتكلفة استصلاح الأراضى ، نظرًا لأن إقامة مزرعة مائية يعنى استغلال أرض غير مستصلحة فى الإنتاج الزراعى .

٢٣ - ١ - ١ : المزايـا

تحقق المزارع المائية المزايا التالية :

١ - إمكانية الإنتاج الزراعى فى مناطق تستحيل فيها الزراعة بالطرق الأخرى .

٢ - تقارب الإنتاجية فى المزارع المائية مع الزراعات المحمية العادية (فى أرض الصوبة) ، ولكنها تتفوق على إنتاجية الزراعات المكشوفة ، وتبقى بعد ذلك الميزة الإضافية للمزارع المائية ، ألا وهى أنها تكون مقامة على أرض لا تصلح للزراعة . ونظرًا للتكلفة المرتفعة لتشغيل المزارع المائية ، لذا تلزم مقارنة الإنتاج اليومى من وحدة المساحة ، حتى يمكن تحديد أكثر الخضر صلاحية للزراعة من الوجهة الاقتصادية . ويبين جدول (٢٣ - ١) نتائج دراسة كهذه أجريت فى مزرعة رملية بجزيرة السعديات فى أبو ظبى (Fontes ١٩٧٣) . ويتضح من الجدول أن متوسط الإنتاج اليومى من الطماطم كان ٢,٩ طن للإيكر (الإيكر = ٠,٩٦٣ فدان) ، بينما بلغت مدة شغل الطماطم للأرض (بخلاف المشتل) ١٣٠ يومًا ، ويعنى ذلك أن محصول الطماطم بلغ ٣٧٧ طنًا للإيكر . وبالمقارنة .. فقد بلغ محصول الخيار ٥٥٦ طنًا للإيكر . وتلك أرقام قياسية ليست هى القاعدة . وقد أرجعت إلى توفر الظروف المثالية للإنتاج . هذا .. وقد كان إنتاج جميع المحاصيل المذكورة فى الجدول اقتصاديًا تحت ظروف الدراسة ، برغم أن بعضها - كالملفت - لا يعد من محاصيل الزراعات المائية .

٣ - تتوفر فى المزارع المائية كافة العناصر الضرورية اللازمة للنمو النباتى وبالتركيزات المناسبة ؛ فلا توجد مشاكل خاصة بنقص العناصر الغذائية .

جدول (٢٣ - ٩) : مقارنة معدل الإنتاج اليومي ومدة النمو لعدد من الخضروات في مزرعة رملية بجزيرة السعديات في « أبو ظبي » (عن Fontes ١٩٧٣) .

الخضر	الإنتاج (طن / أيكر / يوم)	مدة النمو باليوم (خلاف الشتل)
الكرنب	٣,٣	٥١
الخيار	٦,٧	٨٣
الباذنجان	٣,١	١٨١
الجس	٣,٦	٣٨
الباميا	٦,٠	١٤٢
الطماطم	٢,٩	١٣٠
الفلفل	٥,٧	٦٥

٤ - كذلك لا توجد مشاكل تثبيت العناصر في التربة كما يحدث في الظروف الطبيعية .

٥ - تعتبر المزارع المائية غير مناسبة لنمو الكائنات الممرضة التي تعيش في التربة ، وتكثر عند الزراعة في أرض الصوبات مباشرة .

٦ - يمكن أن تتوفر التهوية في المزارع المائية بصورة أفضل مما في الزراعات العادية .

٧ - لا توجد مشاكل حشائش أو تجهيز الأرض وغيره من العمليات التي يلزم إجراؤها عند الزراعة في التربة .

٨ - لا توجد مشاكل تتعلق بطبيعة أو قوام التربة ، أو عدم تجانسها .

٩ - التبكير في النضج بصورة ملحوظة عند الزراعة في المزارع المائية .

١٠ - يؤدي التحكم الآلي في المزارع المائية إلى تجنب مشاكل اتخاذ القرارات الخاصة بكميات الأسمدة ومواعيد التسميد والري وغيرها تحت ظروف الزراعة العادية .

٢٣ - ١ - ٢ : العيـــوب

يُعاب على المزارع المائية ما يلي :

١ - ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو والتفكير فيها ، دون الاعتماد على الطبيعة الأم ، كما هي الحال في الزراعات الحقلية .

٢ - يتغير الـ pH في المزارع المائية بسرعة أكبر بكثير مما في الزراعات العادية .

٣ - يؤدي أي خطأ في النظام إلى عواقب وخيمة .. فكل شيء يجري بصورة آلية ، ويجب أن يتم في موعده دون تأخير .

٤ - لا توجد بالمزارع المائية أية كائنات دقيقة مضادة ومنافسة للكائنات الدقيقة المسببة للأمراض مثلما يوجد في التربة تحت الظروف الطبيعية .

٥ – يمكن أن تتلوث المزارع المائية بسهولة بالكائنات المسببة للأمراض ، رغم أنها تكون خالية منها فى البداية .

٦ – زيادة تكاليف الإنتاج بهذه الطريقة (Johnson ١٩٧٩) .

٢٣ – ٢ : المحاليل المغذية

المحاليل المغذية Nutrient Solutions هى محاليل تحتوى على العناصر الغذائية اللازمة للنمو النباتى ، وتستخدم فى رى نباتات جميع المزارع المائية (بمعناها الواسع) ، بدلاً من الماء العادى . هذا .. وتقترب أغلب المحاليل المغذية فى تركيبها من محلول هوجلاند Hoagland's Solution . ولا يوجد محلول مغذ واحد يمكن أن يقال إنه الأفضل ، فكل محلول يصلح فى ظروف خاصة ، إلّا أن هناك شروطًا عامة يجب أن تتوفر فى المحاليل المغذية تتعلق بنوعية الماء المستعمل فى تحضيرها وتركيز العناصر المختلفة بها وخصائصها من حيث الـ pH ، ودرجة التوصيل الكهربائى (EC) ، والضغط الإسموزى ... إلخ ، وهذا ما سنتناوله بالشرح فى هذا الجزء .

٢٣ – ٢ – ١ : خصائص الماء المستخدم فى تحضير المحاليل المغذية

يجب أن يكون الماء المستخدم فى تحضير المحاليل المغذية قليل الملوحة .. فيستبعد الماء الذى تزيد درجة توصيله الكهربائى عن ٧٠٠ ميكروموز ، ويفضل ألا تزيد نسبة كلوريد الصوديوم به عن ٥٠ جزء فى المليون ، مع أخذ التركيز الكلى للأملاح فى الاعتبار . ويمكن عند الضرورة استعمال الماء الذى يصل فيه تركيز الأملاح إلى ٠,٤ ضغط جوى .

ويمكن استعمال الماء العسر قليلاً فى تحضير المحاليل المغذية ، وهو الماء الجوفى الذى يمر على طبقات جيرية ، فيحتوى بالتالى على تركيزات عالية من كربونات وكبريتات الكالسيوم والمغنسيوم . ويعبر عن عسر الماء بمحتواه من أيون الكربونات HCO_3^- ، لكن مع زيادة عسر الماء يزداد الـ pH ، وتصبح بعض الأيونات مثل الحديد غير ميسرة وقد يزداد محتواه من أيونات الكالسيوم والمغنسيوم عن المستوى المناسب للنمو النباتى . وفى هذه الحالة يجب عدم استعماله فى تحضير المحاليل المغذية .

ويمكن عند الضرورة التخلص من الكاتيونات والأنيونات المسببة لعسر الماء بإمرار الماء أولاً فى مرشحات مشبعة بالأيدروجين الذى يحل محل كاتيونات الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم ، ثم يمر على مرشحات أخرى مشبعة بالأيدروكسيد الذى يحل محل أنيونات الكربون والكبريتات والكلوريد . وتعرف هذه العملية باسم ionization ، ويعرف الماء الناتج باسم deionized water ولا تؤدى هذه العملية إلى التخلص من أيون البورون .

ويمكن عادة استخدام ماء الشرب فى الرى . ويحتوى ماء الشرب غالبًا على ٠,١ – ٠,٦ جزء فى المليون من الكلور ، أو ١ – ٢ جزء فى المليون من كلوريد الصوديوم ، إلّا أن ماء الشرب العسر المعامل بالصوديوم ، ليحل محل كاتيونات الكالسيوم والمغنسيوم لجعله غير عسر (soft) ، لا يصلح للرى لزيادة محتواه من عنصر الصوديوم .

٢٣ - ٢ - ٢ : التركيز الكلى للأملاح بالمحلول المغذى

يوجد بالخاليل المغذية مصدران للأملاح هما : الأسمدة المذابة ، والأملاح الموجودة أصلًا فى الماء المستعمل فى تحضير المحلول المغذى . وكلما انخفضت نسبة الأملاح فى الماء ، أمكن زيادة تركيز الأسمدة ، لأن التركيز الكلى للأملاح يجب ألا يزيد عن حد معين يقدر فى المتوسط بنحو ٠,٧ ضغط جوى . وتؤدى زيادة التركيز الكلى للأملاح عن ذلك إلى نقص النمو النباتى تدريجيًا إلى أن يتوقف ، ثم تموت النباتات بسبب عدم استطاعتها الحصول على حاجتها من الماء عند زيادة الضغط الإسموزى عن الحد المناسب للنمو النباتى . كما تصاب الطماطم بتعفن الطرف الزهرى ، وتصبح أوراق الخس صلبة القوام ، وحوافها ملتفة ، كذلك فإن نقص التركيز الكلى للأملاح عن المستوى المناسب يعنى انخفاض تركيز العناصر الغذائية الميسرة لامتصاص النبات عما هو ضرورى للنمو الجيد .

هذا .. ويتوقف التركيز الكلى المناسب للأملاح بالمحلول المغذى على درجة الحرارة ، فيفضل أن يكون الضغط الإسموزى حوالى ٠,٥ صيفًا ، و ١,٠ شتاءً ، وذلك بسبب زيادة النتح عند ارتفاع درجة الحرارة خلال الصيف . وعمومًا .. يقل الضغط الإسموزى المناسب فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، عنه فى المناطق الباردة (Jones ١٩٨٢) .

وقد درس Nieman (١٩٦٢) تأثير الضغط الإسموزى للمحلول المغذى على النمو الخضرى لعدد من الخضروات . واستخدم الباحث محلولًا مغذيًا قياسيًا يبلغ ضغطه الإسموزى ٠,٤ ضغط جوى ، ثم استخدم كلوريد الصوديوم لتوصيل الضغط الإسموزى إلى ١,٤ و ٢,٤ و ٣,٤ و ٤,٤ فى المعاملات المختلفة . وأجريت الدراسة فى مزرعة حصى gravel culture . ويتضح من النتائج المبينة فى جدول (٢٣ - ٢) أن بعض الخضروات ، كالبنجر ، والسبانخ استفادت من إضافة كلوريد الصوديوم إلى المحلول المغذى ، حتى وصل ضغطه الإسموزى إلى ٢,٤ ضغط جوى . وهذه المحاصيل معروفة بمقدرتها العالية على تحمل الملوحة . كما استفاد كل من اللفت ، والكرنب بزيادة الضغط الإسموزى إلى ١,٤ ضغط جوى . أما باقى الخضر التى درست ، فقد تأثر نموها سلبيًا بزيادة الضغط الإسموزى إلى ١,٤ ضغط جوى ، واستمر التدهور فى نموها بزيادة الملوحة عن ذلك .

جدول (٢٣ - ٢) : تأثير الضغط الأسموزى للمحلول المغذى على النمو الخضرى لعدد من محاصيل الخضر فى مزارع الحصى .

المحصول	وزن النمو الخضرى (كنسبة مئوية من الوزن فى المحلول المغذى القياسى) عندما كان الضغط الاسموزى ١,٤	٢,٤	٣,٤	٤,٤
البنجر	١٠٧	١١٩	-	٩٦
السبانخ	٩٠	١٢٩	١٢١	٨٨
اللفت	١١٣	١٠١	٩٨	٨١
الكرنب	١٤٤	٩٥	٩٦	٥٢
الطماطم	٩١	٧٤	٧٧	٧٢
الشمر	٩٥	٦٩	٨٠	٥١
الخس	٦٨	٦٠	٦٥	٥٢
الفجل	٩١	٦٨	٥٤	٣٨
الفلفل	٦٨	٦٤	٥٨	٣٣
القاصوليا	٨٨	٥٥	٢٢	١٦
البصل	٧٧	٣٩	٣٩	٢٨
البسلة	٧٧	٥٣	(*)	(*)

(*) ماتت النباتات بسبب زيادة الملوحة

٢٣ - ٢ - ٣ : تركيز العناصر الغذائية المختلفة فى المحلول المغذى ، والتوازن الأيونى فيما بينها

يجب أن يحتوى المحلول المغذى على كافة العناصر الغذائية ، وبالتركيز المناسب للنمو النباتى ، على أن تكون العناصر المغذية الكبرى فى حالة توازن أيونى فيما بينها . ويوضح جدول (٢٣ - ٣) النسبة المئوية المناسبة والمجال المناسب لهذه النسبة لكل من الأيونات الستة الرئيسية فى المحلول المغذى ، على اعتبار أن مجموع نسب الأنيونات (النترات والفوسفات والكبريتات) = مجموع نسب الكاتيونات (البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم) = ١٠٠٪ . تحقق هذه النسب التوازن المطلوب بين الأيونات والكاتيونات الرئيسية . أما الصوديوم ، فإنه لا يعد من العناصر المغذية الضرورية ، أما باقى العناصر ، فإنها توجد فى المخاليل المغذية بتركيزات منخفضة لا تؤثر على التوازن الأيونى بها . هذا .. ومن الممكن تحضير محلول مغذ يحتوى على التوازن الأيونى المطلوب بإذابة كميات المركبات المبينة فى جدول (٢٣ - ٤) فى لتر ماء .

جدول (٢٣ - ٣) : النسبة المئوية المناسبة والمجال المناسب للأيونات الستة الرئيسية فى المحلول المغذى .

الأيون		النسبة المئوية	المجال الملائم للنسبة المئوية
الأنيونات	NO_3^-	٦٠	٧٠ - ٥٠
	$H_2PO_4^-$	٥	١٠ - ٣
	SO_4^{--}	٣٥	٤٥ - ٢٥
الكاتيونات	K^+	٣٥	٤٠ - ٣٠
	Ca^{++}	٤٥	٥٥ - ٣٥
	Mg^{++}	٢٠	٣٠ - ١٥

جدول (٢٣ - ٤) : كميات الأسمدة اللازمة لتحضير محلول مغذ فى حالة توازن أيونى بالصورة المبينة فى جدول (٢٣ - ٣) .

المادة	الكمية (ملليجرام / لتر ماء)
فوسفات البوتاسيوم	١٣٦
نترات الكالسيوم	١٠٦٢
كبريتات المغنسيوم	٤٩٢
نترات البوتاسيوم	٢٩٣
كبريتات البوتاسيوم	٢٥٢
أيدروكسيد البوتاسيوم	٢٢٤

هذا .. ويبين جدول (٢٣ - ٥) المجال المناسب لتركيز مختلف العناصر فى المخاليل المغذية . ويتضح من الجدول أن العناصر الكبرى ، وهى النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنسيوم توجد بأعلى تركيز ، كما يوجد الصوديوم بصورة طبيعية فى الماء المستخدم فى تحضير المخاليل المغذية . وبرغم أن الحد الأقصى المسموح به يصل إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون ، إلا

أن التركيز المناسب يجب أن يكون عند الحد المُبين ، وهو ١٥٠ جزء فى المليون . أما العناصر المغذية الصغرى (أو الدقيقة) وهى : الحديد ، والبورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس ، والموليبدنم ، فإن تركيزاتها تكون منخفضة كثيرًا ، وأقلها الموليبدنم الذى قد يصل تركيزه فى المحاليل المغذية إلى ٠,٠٠١ جزء فى المليون (Douglas ١٩٧٦) . ويُبين نفس الجدول متوسط التركيز المناسب لمختلف العناصر الغذائية فى المحاليل المغذية ، نقلًا عن مصدر آخر (Jones ١٩٨٢) . ويلاحظ أن التركيزات المناسبة تميل لأن تكون فى جانب الحدود الدنيا للمجالات المناسبة ، كما تقل عنها فى حالات العناصر الدقيقة . وربما كان السبب أن الأرقام المبينة للتركيز المناسب ، خاصة بالمزارع المائية التى لا توجد فيها بيئة صلبة تنمو الجذور ، وإنما تكون فيها الجذور مغمورة فى المحلول المغذى .

جدول (٢٣ - ٥) : المدى المناسب لتركيز مختلف العناصر فى المحاليل المغذية .

العنصر	التركيز المناسب[١] (جزء فى المليون)	المدى المناسب لتركيز العنصر[٢] (جزء فى المليون)
النيتروجين	١٥٠	١٥٠ - ٣٠٠
الفوسفور	٥٥	٥٠ - ١٠٠
البوتاسيوم	١٧٥	١٠٠ - ٤٠٠
الكالسيوم	١٠٥	٣٠٠ - ٥٠٠
المغنسيوم	٩٠	٥٠ - ١٠٠
الكبريت	١٢٥	٢٠٠ - ١٠٠٠
الصوديوم		١٥٠ - ١٠٠٠
الحديد	١,٠	٢ - ١٠
البورون	٠,٠٠٨	٠,٠٥ - ٥,٠
المنجنيز	٠,٣٦	٠,٠٥ - ٥,٠
الزنك	٠,٤٦	٠,٠٥ - ١,٠
النحاس	٠,٠٢٩	٠,١ - ٠,٥
الموليبدنم	٠,٠٠١	٠,٠٠١ - ٠,٠٠٢

(١) عن Jones (١٩٨٢)

(٢) عن Douglas (١٩٧٦)

العوامل المؤثرة على اختيار التركيز المناسب للعناصر فى المحاليل المغذية

يتأثر التركيز المناسب للعناصر الغذائية فى المحاليل المغذية بالعوامل التالية :

١ - درجة الحرارة ، وشدة الإضاءة : فيزداد تركيز النيتروجين فى الجو الحار وتحت ظروف الإضاءة القوية ، عنه فى الجو البارد ، أو تحت ظروف الإضاءة الضعيفة . كما تفضل زيادة تركيز البوتاسيوم فى الجو المليد بالغيوم ومضاعفته إذا استمر الجو على هذه الحال لفترة طويلة . وعمومًا ..

يمكن زيادة تركيز المحاليل المغذية إلى ٢ – ٤ أضعاف التركيزات الموصى بها في الإضاءة المنخفضة ، أو إذا أريدت أقلمة الشتلات ، بينما يجب أن تكون التركيزات في الحدود الموصى بها أو نصفها في الإضاءة القوية ، نظرًا لزيادة النتح تحت هذه الظروف .

٢ – نوع الزرعة المائية : إذ تتوقف التركيزات المناسبة لمختلف العناصر الغذائية على نوع الزرعة المستعملة .

٣ – المحصول المزروع : فيزداد تركيز النيتروجين في المحاصيل الورقية ، كالخس ، عنه في مزارع الطماطم أو الخيار .

٤ – مرحلة النمو النباتي : فكثيرًا ما تجهز محاليل مغذية بتركيزات مختلفة لمراحل النمو المختلفة ، ويكون اختلاف هذه المحاليل في تركيز العناصر الستة الكبرى فقط ، بينما يظل تركيز العناصر الستة الصغرى ثابتًا دون تغيير .

فتستعمل في تغذية الطماطم ثلاثة محاليل هي : (أ) ويبلغ تركيزه ثلث التركيز الكامل ، ويستعمل في مرحلة نمو البادرات من الورقة الحقيقية الأولى (بعمر ١٠ – ١٣ يومًا) ، حتى يصل طول النبات إلى نحو ٣٥ – ٤٠ سم . (ب) ويبلغ تركيزه ثلثي التركيز الكامل ، ويستعمل بعد ذلك حتى يصل طول النبات إلى ٦٠ سم عندما تكون الثمار الأولى بقطر ٠,٥ – ١,٠ سم . (جـ) وهو بالتركيز الكامل ، ويستعمل بعد ذلك حتى نهاية عمر النبات .

ويستعمل في الخيار محلولان هما : (أ) ويبلغ تركيزه نصف التركيز الكامل ، ويستعمل حتى مرحلة عقد الثمرة الأولى على النبات . (ب) وهو بالتركيز الكامل ، ويستعمل بعد ذلك حتى نهاية عمر النبات .

كما يستعمل في الخضر الورقية محلولان أيضًا هما : (أ) وتركيزه نحو ثلثي التركيز الكامل ، ويستعمل إلى أن تكون النباتات بعمر ثلاثة أسابيع . (ب) وهو بالتركيز الكامل ، ويستعمل في ذلك (Resh ١٩٨١) .

أضرار نقص أو زيادة تركيز العناصر في المحاليل المغذية

سبقت مناقشة أعراض نقص العناصر تحت ظروف الحقل بالتفصيل في الفصل التاسع . ولا تختلف أعراض النقص في المزارع المائية عما سبق ذكره . هذا .. إلا أن طبيعة هذا النوع من المزارع يجعل من الممكن أن تظهر بها أعراض نقص بعض العناصر النادرة بصورة أكثر وضوحًا مما في الزراعات الحقلية ، نظرًا لأن التربة نادرًا ما تكون خالية تمامًا من الصور الميسرة من هذه العناصر ، بينما قد يحدث ذلك في المزارع المائية أحيانًا . ومن أمثلة أعراض نقص العناصر النادرة في محاصيل المزارع المائية ما يلي :

١ – تظهر أحيانًا تشققات دائرية سطحية جدًا في جلد ثمار الطماطم حول الأكتاف ، كما قد تظهر تشققات طولية مماثلة في ثمار الفلفل تكون واضحة بصفة خاصة في الصنف جالابينو Jalapeno . ويرجع ذلك إلى نقص عنصر البورون .

٢ – يحدث أحيانًا أن تتفلق ثمار الطماطم الناضجة في الجو الحار ، ويرجع ذلك إلى نقص النحاس الميسر عن ٠,٥ جزء في المليون .

وسبقت كذلك مناقشة أعراض التسمم الناتج الناشئة عن زيادة تركيز العناصر الغذائية في المزارع الحقلية في الفصل التاسع وفي الجزء (١٨ – ١ – ١) ، وهي لا تختلف أيضًا عما في المزارع المائية ، إلا أن طبيعة هذا النوع من المزارع واعتمادها على محاليل مغذية يتم تحضيرها أولًا بأول يزيد من احتمالات ظهور حالات التسمم الناتج بها بسبب عامل الخطأ الإنساني الذي قد يحدث في تحضير المحاليل المغذية ، أو عند تعديل تركيز العناصر في الحالات التي يستمر فيها استعمال نفس المحاليل لعدة أسابيع .

هذا .. ولا تظهر أعراض التسمم إلا بعد زيادة تركيز الأملاح السمادية إلى أكثر من ثلاثة إلى أربعة أضعاف التركيز المناسب . أما قبل ذلك ، فإن الأعراض لا تتعدى ظهور علامات التقسية أو الأقلمة على النباتات على شكل تقزم وتخشب في النمو ، مع تلون الأوراق باللون الأخضر القاتم .

ومما تجدر الإشارة إليه أن النباتات تتحمل الزيادة في تركيز عنصر ما عندما يكون باقي العناصر متوفرًا بالتركيزات المناسبة بدرجة أكبر مما لو كان هناك نقص في بعض هذه العناصر . وكمثال على ذلك .. نجد أن الطماطم تتحمل زيادة تركيز عنصر النحاس حتى جزء واحد في المليون عندما تتوفر العناصر الأخرى بالقدر المناسب ، بينما تظهر أعراض التسمم بالنحاس عند تركيز ٠,٢ جزء في المليون إن كان هناك نقص في العناصر الأخرى .

ومن أهم أعراض التسمم الناتج التي تنشأ عن زيادة تركيز العناصر في المحاليل المغذية ما يلي :

١ – تؤدي زيادة تركيز النيتروجين المتراكم في المراحل الأولى من نمو نباتات الطماطم (حتى ما قبل مرحلة عقد الثمار) إلى وقف امتصاص عنصر البورون ، وموت القمة النامية ، وقصر السيقان بوضوح ، وتضخم الأزهار ، مع قلة أو انعدام تكوّن حبوب اللقاح بها (Larsen ١٩٨٢) .

٢ – تؤدي زيادة عنصر الفوسفور إلى ترسيب الحديد ، وظهور أعراض نقصه .

٣ – يؤثر البوتاسيوم والكالسيوم على بعضهما البعض ، فتؤدي زيادة الكالسيوم إلى ظهور أعراض نقص البوتاسيوم ، والعكس صحيح .

٤ – تؤدي زيادة عنصر الحديد إلى الإضرار بالجذور ، وتقليل امتصاص المنجنيز ، وظهور أعراض نقصه ، كما قد يترسب الفوسفور ، وتظهر أعراض نقصه كذلك .

٥ – تظهر أعراض التسمم من البورون عند زيادة تركيزه عن ٢٠ جزءًا في المليون ، ويكون ذلك بظهور مناطق شفافة بأنسجة الأوراق على امتداد العروق لا تلبث أن تتحول إلى اللون البني .

٦ – تظهر أعراض التسمم بالزنك على شكل تلون بين العروق باللون الأخضر .

٧ – تظهر أعراض التسمم بالنحاس إذا زاد تركيزه عن جزء واحد في المليون ، ويكون ذلك على شكل اصفرار بين العروق ، مع تلون باقي أنسجة الورقة باللون الأخضر القاتم هذا .. وتكون النباتات أكثر حساسية لزيادة البورون في مزارع المحاليل المغذية ، عنه في المزارع الرملية .

أما عنصرا الكبريت والكلور ، فإن النباتات تتحمل زيادة تركيزهما إلى حد كبير .

ولعلاج حالات زيادة تركيز الأملاح يجب إما خفض التركيز المستعمل أو تخضير محاليل مغذية أخرى ، أو غسل البيئة التى تنمو فيها الجذور بالماء لعدة أيام . كما تعالج بعض الحالات الخاصة لزيادة العناصر كالتالى :

١ - تعالج زيادة تركيز البورون بإضافة سليكات الصوديوم إلى الماء المستخدم فى غسل بيئة نمو الجذور بمعدل ١٢ جم لكل ٤٥٠ لتر ماء .

٢ - تعالج زيادة تركيز عناصر الحديد ، والمنجنيز ، والزنك بمعاملة بيئة نمو الجذور بمحلول ١٠٪ حامض كبريتيك لمدة ٢٤ ساعة .

٢٣ - ٢ - ٤ : pH المحلول المغذى

يتراوح الـ pH المناسب للمحاليل المغذية من ٦ - ٦,٥ ، وهو يتأثر بدرجة كبيرة بالتوازن بين أيونى النترات NO_3^- ، والأمونيوم NH_4^+ . ويفضل دائمًا أن يكون النيتروجين الأمونيومى فى حدود ٢٥٪ من النيتروجين الكلى ، وألا يقل عن ١٠٪ . ويؤثر pH المحاليل المغذية على امتصاص العناصر الدقيقة ؛ فيؤدى انخفاض الـ pH عن ٥ إلى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى درجة السمية ، كما يؤدى ارتفاع الـ pH عن ٧,٥ إلى ترسيب الفوسفور ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والحديد ، والمنجنيز ، وجعلهم فى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات .

هذا .. ويختبر pH المحلول المغذى ويعدل عند الضرورة إما بحامض الكبريتيك ، أو بأيدروكسيد الصوديوم . وفى حالة المزارع المائية التى تستخدم فيها بيئة صلبة لنمو الجذور ، وتستعاد فيها المحاليل المغذية لإعادة استعمالها من جديد ، فإنه يلزم إمرار المحلول المغذى فى المزرعة لمدة ٥ - ١٠ دقائق بعد تخضيره ، ثم استعادته وقياس الـ pH مرة أخرى ، وتعديله للمجال المناسب إذا لزم الأمر (Collins & Jensen ١٩٨٣) .

٢٣ - ٢ - ٥ : طرق التعبير عن تركيز العناصر فى المحاليل المغذية

يمكن التعبير عن تركيز العناصر فى المحاليل المغذية بإحدى الطرق التالية :

١ - بالجزء فى المليون (part per million . واختصارًا .. ppm) : تخضر محلول بتركيز جزء واحد فى المليون بإذابة ١ جرام من المادة فى ١٠٠٠ لتر من الماء .

٢ - بالملى مولار (mM) : يخضر محلول بتركيز مولار واحد 1M (أو 1 molar) بإذابة الوزن الجزيئى للمادة فى لتر من الماء . ويخضر محلول بتركيز واحد ملى مولار 1 mM بإذابة الوزن الجزيئى للمادة فى ١٠٠٠ لتر من الماء .

٣ - بالملى مكافىء/ لتر (milliequivalents/ liter . واختصارًا .. me/l) : الوزن المكافىء بالجرام gram equivalent هو الوزن الجزيئى بالجرام مقسومًا على الشحنة valency . فمثلاً .. الوزن المكافىء لملح كلوريد البوتاسيوم الذى يتكون من أيونات أحادية هما البوتاسيوم (K^+) والكلور (Cl^-) هو نفسه الوزن الجزيئى أو المول . أما ملح كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4) الذى يوجد به أيون ثنائى الشحنة هو الكبريتات (SO_4^{--}) ، فإن وزنه المكافىء يكون مساويًا لنصف وزنه الجزيئى .

وبناء على ما تقدم . فإن محلولين من كلوريد البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم لهما نفس التركيز بالمللى مكافىء/لتر سيكون بكل منهما نفس التركيز من البوتاسيوم ، لكن سيكون أيون الكلور فى أحدهما ضعف تركيز أيون الكبريتات فى الآخر .

ويفضل التعبير عن التركيز بالمللى مكافىء/ لتر عند الرغبة فى مقارنة تركيز عنصر ما فى محاليل تحضر بإذابة أملاح مختلفة فى شحنات الأيونات المكونة لها .

٤ – بالضغط الإسموزى : ويعبر عن الضغط الإسموزى بوحدات الضغط الجوى ، علمًا بأن ١ ضغط جوى = ١٤,٧ رطل/بوصة مربعة (Resh ١٩٨١) .

٢٣ – ٢ – ٦ : النقاط التى يجب مراعاتها عند تحضير المحاليل المغذية

توجد أمور عامة تلزم مراعاتها عند تحضير المحاليل المغذية نوجزها فيما يلى :

١ – يفضل استعمال الأسمدة التجارية العادية كمصدر للعناصر الأولية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) لرخص ثمنها .

٢ – يفضل استعمال مساحيق الأسمدة ، مع تجنب استعمال الأسمدة الحبية granular لصعوبة إذابتها .

٣ – يمكن الاسترشاد بالقاعدة التالية عند تحضير محلول العناصر المغذية الكبرى (وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت) : تستعمل نترات الكالسيوم كمصدر للكالسيوم ، كما أنها توفر جزءًا من الأزوت فى صورة نترات . وتضاف الاحتياجات المتبقية من النترات فى صورة نترات البوتاسيوم التى توفر أيضًا بعضًا من احتياجات البوتاسيوم . أما باقى البوتاسيوم اللازم ، فيمكن الحصول عليه من كبريتات البوتاسيوم التى توفر أيضًا بعض الكبريت . أما باقى الكبريت اللازم ، فيحصل عليه من أملاح الكبريتات الأخرى ، مثل كبريتات المغنسيوم التى يمكن استعمالها كمصدر للمغنسيوم .

٤ – تتبع الخطوات التالية عند وزن وإذابة الأملاح السمادية المختلفة فى حالة المزارع المائية التى تستعاد فيها المحاليل المغذية ويكرر استعمالها .

(أ) توزن أملاح الأسمدة منفردة ، وترتب فى كومات على شرائح من البولى إثيلين ، حتى لا يفقد منها شىء . ويجب أن يكون الوزن بدقة ، وألا يتعدى الخطأ ± ٥٪ .

(ب) يملأ خزان المحلول بالماء إلى ٩٠٪ من حجمه النهائى .

(جـ) يذاب كل سماد منفردًا فى دلو كبير به ماء ، ثم يفرغ السماد المذاب فى خزان المحلول مع التقليب ، ويكرر ذلك مع كل سماد . ويستعمل ماء ساخن بالنسبة للأملاح الصعبة الذوبان .

(د) تذاب العناصر الصغرى أولًا ، ثم العناصر الكبرى .

(هـ) يمكن فى التحضيرات الصغيرة خلط كل أملاح الكبريتات معًا ، وكذلك كل أملاح النترات ، وكل أملاح الفوسفات .

٥ – أما فى حالة المزارع الثانية التى لا تستعمل فيها المحاليل المغذية المستعملة فى الرى ، فإنه يتم تحضير ثلاثة محاليل حمادية مركزة ، الأول خاص بالعناصر المغذية الكبرى فقط (النيتروجين والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنسيوم) والثانى خاص بالحديد فقط (وقد يخلط الحديد المخلبى مع محلول العناصر المغذية الكبرى) والثالث خاص بباقى العناصر الدقيقة (البورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس ، والموليبدنم) . ويحفظ بهذه المحاليل فى عبوات منفصلة (شكل ٢٣ – ١) ، ثم تخفف فى ماء الرى عند الاستعمال كما سبق بيانه فى الجزء (١٨ – ٨ – ٣) . ويؤدى ذلك إلى تجنب ترسيب العناصر ، لأن الأملاح السمادية تتفاعل مع بعضها بسرعة عند خلطها معًا وهى بتركيزات عالية ، أما عند وجودها بتركيزات مخففة مع ماء الرى ، فإنها تبقى ميسرة لمدة طويلة . كما قد تحضر أربعة محاليل قياسية مركزة stock solutions مختلفة تشمل كل العناصر الكبرى ، ومحلول قياسى خاص للحديد ، وسادس لباقى العناصر الدقيقة . وتخلط هذه المحاليل المركزة مع الماء بنسب معينة كلما أريد تحضير المحلول المغذى الذى يستعمل فى رى النباتات ، كما فى حالة محلول هوجلاند المغذى (الجزء ٢٣ – ٢ – ٩) .

شكل ٢٣ – ١ : عبوات المحاليل القياسية المركزة stock solutions للعناصر المغذية التى تخفف بنسب

٢٣ - ٢ - ٧ : طريقة حساب الكميات اللازمة من الأسمدة المختلفة لتحضير المحاليل المغذية

يمكن حساب الكميات اللازمة من الأملاح السمادية المختلفة لتحضير المحاليل المغذية ، كما فى المثال التالى :

إذا كان التركيز المطلوب للكالسيوم فى المحلول المغذى هو ٢٠٠ جزء فى المليون ، فإنه يلزم ٢٠٠ ملليجرام كالسيوم فى كل لتر من الماء . فإذا علمنا أن كل ١٦٤ ملليجرام من نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ يوجد بها ٤٠ ملليجرام كالسيوم Ca (من واقع الوزن الجزيئى لنترات الكالسيوم ، والوزن الذرى للكالسيوم ، ومع فرض ١٠٠٪ نقاوة) ، فإن أول خطوة تكون هى حساب كمية نترات الكالسيوم اللازمة للحصول على ٢٠٠ ملليجرام كالسيوم كالتالى :

١٦٤ ملليجرام نترات كالسيوم تعطى ٤٠ ملليجرام كالسيوم

× ملليجرام نترات كالسيوم تعطى ٢٠٠ ملليجرام كالسيوم

$\therefore \times = \frac{١٦٤ \times ٢٠٠}{٤٠} = ٨٢٠$ ملليجرام نترات كالسيوم .

فإذا أذيب ٨٢٠ ملليجرام نترات كالسيوم فى لتر من الماء ، فإننا نحصل على كالسيوم بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون .

وهذا بفرض أن ملح نترات الكالسيوم المستعمل نقى تمامًا . فإن لم يكن كذلك (وهو الأمر الغالب) لزم إضافة المزيد من نترات الكالسيوم لتعويض النقص الناشئ عن عدم النقاوة . فمثلًا .. إذا كانت درجة نقاوة نترات الكالسيوم ٩٠٪ ، فإنه يجب أن تكون الكمية المستعملة منها هى $\frac{١٠٠}{٩٠} \times ٨٢٠ = ٩١١$ ملليجرام . وبذلك .. فإنه عند إذابة ٩١١ ملليجرام من نترات كالسيوم ذات نقاوة ٩٠٪ فى لتر من الماء ، فإنها تعطى كالسيوم بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون .

وطبيعى أن نلزم فى معظم الأحوال كميات أكبر من لتر من المحلول المغذى ، ويتطلب ذلك معرفة الاحتياجات المائية أولاً ، ثم استعمال معامل خاص لتحويل الكمية اللازمة من السماد من ملليجرام/لتر إلى رطل/ جالون إنجليزى أو أمريكى . ويحسب هذا المعامل كالتالى :

للتحويل من ١ ملليجرام/ لتر إلى ١ رطل/ جالون إنجليزى :

١ ملليجرام = ٠,٠٠٠٠٠٢٢٠٤٦ رطل

١ لتر = ٠,٢١٩٩٨ جالون إنجليزى

$$\therefore \text{١ ملليجرام/ لتر} = \frac{\text{١ ملليجرام}}{\text{١ لتر}} \times \frac{\text{٠,٠٠٠٠٠٢٢٠٤٦ رطل}}{\text{١ ملليجرام}} \times \frac{\text{١ لتر}}{\text{٠,٢١٩٩٨ جالون إنجليزى}}$$

= ٠,٠٠٠٠١٠٠٢١٨٢ رطل/ جالون إنجليزى

= $\frac{١}{٩٩٧٨٠}$ رطل/ جالون إنجليزى ، وهذا هو معامل التحويل

للتحويل من ١ ملليجرام/ لتر إلى ١ رطل/ جالون أمريكى :

١ ملليجرام = ٠,٠٠٠٠٠٢٢٠٤٦ رطل

١ لتر = ٠,٢٦٤١٧ جالون أمريكى

$$\therefore \text{١ ملليجرام/ لتر} = \frac{\text{١ ملليجرام}}{\text{١ لتر}} \times \frac{\text{٠,٠٠٠٠٠٢٢٠٤٦ رطل}}{\text{١ ملليجرام}} \times \frac{\text{١ لتر}}{\text{٠,٢٦٤١٧ جالون أمريكى}}$$

= ٠,٠٠٠٠٠٨٣٤٥٣ رطل/ جالون أمريكى

= $\frac{١}{١١٩٨٢٨}$ رطل/ جالون أمريكى ، وهذا هو معامل التحويل .

فإذا كان المطلوب هو تحضير ١٠٠ جالون إنجليزى من المحلول المغذى السابق المحتوى على ٢٠٠ جزء فى المليون من الكالسيوم ، فإن كمية نترات الكالسيوم اللازمة تحسب كالتالى :

كمية نترات الكالسيوم اللازمة =

٩١١ ملليجرام/لتر × $\frac{١}{٩٩٧٨٠}$ = ٠,٠٠٩١٣ رطل/ جالون إنجليزى

= ٠,٠٠٩١٣ × ١٠٠ = ٠,٩١٣ رطل/ ١٠٠ جالون إنجليزى .

= ٠,٩١٣ × ١٦ = ١٤,٦٠٨ أوقية/١٠٠ جالون إنجليزى .

ويمكن دمج الخطوات السابقة فى معادلة واحدة كالتالى :

$$W = \frac{CM}{A} \frac{100}{P} K$$

حيث :

W = الوزن اللازم من السماد معبرًا عنه بالرطل/ جالون

C = التركيز المطلوب من العنصر ، معبرًا عنه بالجزء فى المليون

M = الوزن الجزيئى للسماد المستعمل

A = الوزن الذرى للعنصر المطلوب

P = نسبة نقاوة السماد المستعمل

K = عامل التحويل إلى أى من الجالون الإنجليزى أو الجالون الأمريكى .

وفى المثال السابق نجد أن :

$$W = \frac{٢٠٠ \times ١٦٤}{٤٠} \times \frac{١٠٠}{٩٠} \times \frac{١}{٩٩٧٨٠} = ٠,٠٠٩١٣ \text{ رطل/ جالون إنجليزى .}$$

وإذا كان المركب المستعمل يحتوى على أكثر من عنصر ضرورى للنبات (وتلك هى الحالة العالبة) ، فإنه يجب حساب الكميات التى تم تأمينها من العناصر الأخرى عندما تم توفير كافة الاحتياجات من العنصر الأول .

فنترات الكالسيوم التى استعملت تحتوى على كالسيوم ونيتروجين ، ولذلك .. فإن الخطوة التالية تكون حساب كمية النيتروجين التى أضيفت بعدما وفرت كل احتياجات الكالسيوم كالتالى :

الكمية المضافة من النيتروجين =

$$\frac{٢ \times ١٤}{١٦٤} \times ٨٢٠ = ١٤٠ \text{ ملليجرام/ لتر (جزء فى المليون) .}$$

وهذا الحساب يجب أن يتم مع استعمال نظام الجزء فى المليون كالتالى :

$$C_{E_2} = \frac{A_{E_2}}{M} \quad \frac{C_{E_1} M}{A_{E_1}} = \frac{A_{E_2} C_{E_1}}{A_{E_1}}$$

حيث إن :

C_{E_2} = الجزء فى المليون المتوفر من العنصر الثانى المطلوب

C_{E_1} = تركيز العنصر الأول المطلوب بالجزء فى المليون

A_{E_2} = الوزن الذرى للعنصر الثانى

A_{E_1} = الوزن الذرى الكلى للعنصر الأول

M = الوزن الجزيئى للمادة المستعملة .

والخطوة التالية تكون هى حساب الكميات الإضافية من العنصر السمادى الثانى التى يلزم توفيرها من مركب سمادى آخر . فمثلاً .. إذا كان المطلوب ١٥٠ جزء فى المليون من الأزوت فى المحلول المغذى ، ∴ الكمية المتبقية اللازمة = ١٥٠ − ١٤٠ = ١٠ جزء فى المليون من الأزوت . وهذه الكمية يمكن الحصول عليها من نترات البوتاسيوم ، فتكون كمية نترات البوتاسيوم اللازمة للحصول على ١٠ أجزاء فى المليون من النيتروجين هى :

$$W_{KNO_3} = \frac{C_N \; M_{KNO_3}}{A_N} \quad \frac{100}{p} \quad K_{Imp.}$$

$$= \frac{10 \times 101}{14} \quad \frac{100}{95} \quad \frac{1}{99780}$$

$$= 0.000\,761 \text{ lb /Imp. gallon}$$

أى حوالى ٠,٠٠٠٧٦١ رطل/ جالون إنجليزى ، وهكذا تستمر الحسابات بنفس الطريقة لجميع العناصر الضرورية .

وإذا أدى توفير الاحتياجات من أحد العناصر إلى زيادة تركيز أحد العناصر الأخرى عن الحد المناسب ، فإنه يجب توفير احتياجات العنصر الثانى أولاً ، ثم استعمال سماد آخر فى تأمين باقى الاحتياجات من العنصر الأول (Resh ١٩٨١) .

٢٣ - ٢ - ٨ : الأسمدة التى يشيع استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية

يتضمن جدول (٢٣ - ٦) قائمة بأسماء أهم الأسمدة المستخدمة فى تحضير المحاليل المغذية ، مع بيان الإسم التجارى ، والتركيب الكيميائى ، والوزن الجزيئى لكل منها ، وكذلك العناصر الغذائية التى توجد بها ، ودرجة ذوبانها فى الماء ، وتكلفتها . ويفيد هذا الجدول فى تخير الأسمدة التى يمكن استعمالها كمصادر للعناصر المختلفة .

كما يبين جدول (١٨ - ١١) كيفية حساب الكميات اللازمة من الأسمدة البسيطة إذا عرفت الكميات المطلوبة من العناصر أو العكس .

أما جدول (٢٣ - ٧) فإنه يعطى النسبة المئوية للنقاوة فى أهم الأسمدة التجارية المستخدمة كمصادر للعناصر الكبرى .

ولتسهيل العمليات الحسابية ، فإن جدول (٢٣ - ٨) يعطى الكمية اللازمة من الملح السمادى بالجرام لتحضير ١٠٠٠ لتر من المحلول المغذى بتركيز ١ جزء فى المليون من العنصر المعنى . ويشتمل الجدول على ٢١ سمادًا تعتبر أهم المصادر الشائعة الاستعمال لجميع العناصر الغذائية .

٢٣ - ٢ - ٩ : أمثلة للمحاليل المغذية المستعملة تجاريًا

تقترب معظم المحاليل المغذية فى تركيبها من محاليل هوجلاند المغذية ، ولذا فسنبدأ بشرح طريقة تحضيرها بالتفصيل ، ثم نتابع ذكر أمثلة للمحاليل الأخرى المستعملة تجاريًا . وللمزيد من أمثلة المحاليل المغذية - علاوة على تلك المقدمة فى هذا الجزء - فإنه يمكن مراجعة Hewitt (١٩٦٦) و Douglas (١٩٧٦) .

محاليل هوجلاند المغذية Hogland's Nutrient Solutions

يوجد اثنان من محاليل هوجلاند المغذية يكون النيتروجين فى إحداهما نتراتى فقط ، بينما يتوفر النيتروجين فى المحلول الثانى فى صورتيه النتراتية والأمونيومية . وتحضران من تسعة محاليل قياسية standard stock solutions مختلفة . هذا .. وتحضر المحاليل القياسية ، كما فى جدول (٢٣ - ٩) ، بينما يحضر محلولا هوجلاند من هذه المحاليل القياسية ، كما هو مبين فى جدول (٢٣ - ١٠) ، وهى التى تستعمل فى تغذية النباتات (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) . ويقتصر استعمال محاليل هوجلاند غالبًا على دراسات فسيولوجيا النبات .

جدول (٢٣ - ٦) : أهم الأسمدة المستخدمة فى تحضير المحاليل المغذية .

الاسم التجارى للسماد ورمزه الكيميائى	الوزن الجزيئى	العناصر التى يوفرها	درجة الذوبان فى الماء (ملح : ماء)	التكلفة	ملاحظات
		العناصر الكبرى			
نترات البوتاسيوم KNO_3	١٠١,١	$K^+ NO_3^-$	١ : ٤	منخفضة	سريع الذوبان ، رخيص الثمن
نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$	١٦٤,١	Ca^{++} $2(NO_3^-)$	١ : ١	متوسطة	
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$	١٣٢,٢	$2(NH_4^+)$ SO_4^{--}	١ : ٢	متوسطة	
فوسفات الأمونيوم ثانى الأيدروجين $NH_4 H_2 PO_4$	١١٥,٠	NH_4^+ $N_2 PO_4^-$	١ : ٤	متوسطة	لا تستخدم هذه المركبات إلا تحت ظروف الإضاءة الجيدة ، أو لعلاج حالة نقص الأزوت
فوسفات الأمونيوم أحادى الأيدروجين $(NH_4)_2 HPO_4$	١٣٢,١	$2(NH_4^+)$ HPO_4^{--}	١ : ٢	متوسطة	
فوسفات البوتاسيوم الأحادية KH_2PO_4	١٣٦,١	$K^+, H_2 PO_4^-$	١ : ٣	مرتفعة جدًا	
كلوريد البوتاسيوم KCl	٧٤,٥٥	$K^+ Cl^-$	١ : ٣	مرتفعة	يستعمل لعلاج حالات نقص البوتاسيوم ، وعندما تقل نسبة كلوريد الصوديوم فى الماء
كبريتات البوتاسيوم $K_2 SO_4$	١٧٤,٣	$2K^+, SO_4^{--}$	١ : ١٥	منخفضة	تجب إذابته فى الماء الساخن
فوسفات أحادى الكالسيوم $Ca(H_2PO_4)_2 H_2O$	٢٥٢,١	$Ca^{++}, 2H_2 PO_4^-$	١ : ٦٠	منخفضة	

جدول (٢٣ - ٦) : يتبع

الاسم التجارى للسماد ورمزه الكيميائى	الوزن الجزيئى	العناصر التى يوفرها	درجة الذوبان فى الماء (ملح : ماء)	التكلفة	ملاحظات
سوبر فوسفات ثلاثى $Ca\ H_4\ (PO_4)_2$	يختلف	Ca^{++} $2PO_4^{--}$	١ : ٣٠٠	منخفضة	لايستخدم غالبا لضعف ذوبانه فى الماء
كبريتات المغنسيوم $Mg\ SO_4.\ 7H_2\ O$	٢٤٦,٥	Mg^{++} SO_4^{--}	١ : ٢	منخفضة	
كلوريد الكالسيوم $Ca\ Cl_2$	٢١٩,١	Ca^{++} $2Cl^-$	١ : ١	مرتفعة	يستخدم لعلاج حالات نقص الكالسيوم عندما تقل نسبة كلوريد الصوديوم فى الماء
كبريتات الكالسيوم (الجبس) $Ca\ SO_4.\ 2H_2\ O$	١٧٢,٢	Ca^{++} SO_4^{--}	١ : ٥٠٠	منخفضة	لايمكن استخدامه فى المحاليل المغذية
حامض الفوسفوريك $H_3\ PO_4$	٨٩,٠	PO_4^{---}	حامض مركز		
		العناصر الصغرى			
كبريتات الحديدوز $Fe\ SO_4.\ 7H_2\ O$	٢٧٨,٠	Fe^{+3} SO_4^{--}	١ : ٤		
كلوريد الحديديك $Fe\ Cl_3.\ 6H_2\ O$	٢٧٠,٣	Fe^{+3} $3Cl^-$	١ : ٢		

جدول (٢٣ - ٦) : يتبع

الاسم التجارى للسماد ورمزه الكيميائى	الوزن الجزيئى	العناصر التى يوفرها	درجة الذوبان فى الماء (ملح : ماء)	التكلفة	ملاحظات
حديد مخلبى Fe EDTA (١٠,٥ ٪ حديد)	٢٨٢,١	Fe^{++}	سريع الذوبان	مرتفعة	أفضل مصادر الحديد يذاب فى الماء الساخن
حامض البوريك $H_3 BO_3$	٦١,٨	B^{+++}	١ : ٢٠	مرتفعة	افضل مصادر البورون يذاب فى الماء الساخن
بوراكس أو نترابورات الصوديوم $Na_2 B_4 O_7 . 10 H_2 O$	٣٨١,٤	B^{+++}	١ : ٢٥		
كبريتات النحاس $Cu So_4 . 5H_2O$	٢٤٩,٧	Cu^{++} SO_4^{--}	١ : ٥	منخفضة	
كبريتات المنجنيز $Mn So_4 . 4H_2O$	٢٢٣,١	Mn^{++} SO_4^{--}	١ : ٢	منخفضة	
كلوريد المنجنيز $MnCl_2 4H_2O$	١٩٧,٩	Mn^{++} $2Cl^{-}$	١ : ٢	منخفضة	
كبريتات الزنك $Zn So_4 . 7H_2O$	٢٨٧,٦	Zn^{++} SO_4^{--}	١ : ٣	منخفضة	
كلوريد الزنك $ZN Cl_2$	١٣٦,٣	Zn^{++} $2Cl^{-}$	١ : ١,٥	منخفضة	
موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6 Mo_7 O_{24}$	١١٦٣,٩	$6NH_4^{+}$ $7Mo^{+6}$	١ : ٢,٣	مرتفعة نوعا	
زنك مخلبى Zn EDTA	٤٣١,٦	Zn^{++}	سريع الذوبان	مرتفعة	
منجنيز مخلبى Mn EDTA	٣٨١,٢	Mn^{++}	سريع الذوبان	مرتفعة	

جدول (٢٣ – ٧) : نسبة النقاوة في بعض الأسمدة التجارية الهامة .

السماد	النقاوة (٪)
فوسفات الأمونيوم	٩٨
كبريتات الأمونيوم	٩٤
نترات الأمونيوم النقية	٩٨
نترات البوتاسيوم	٩٥
نترات الكالسيوم	٩٠
فوسفات أحادي الكالسيوم	٩٢
كبريتات البوتاسيوم	٩٠ (١)
كلوريد البوتاسيوم	٩٥
كبريتات المغنسيوم	٤٥
كلوريد الكالسيوم	٧٥
كبريتات الكالسيوم (الجبس)	٧٠
فوسفات أحادي الكالسيوم	٩٨

(١) استبعد ماء البلور عند حساب نسبة النقاوة .

جدول (٢٣ – ٨) : كمية السماد التي تلزم لتحضير محلول مغذ بتركيز ١ جزء في المليون من العنصر الذي يوفره السماد .

السماد وتحليله	العنصر الذي يوفره السماد	كمية السماد بالغرام اللازمة لتحضير ١٠٠٠ لتر من المحلول المغذي بتركيز ١ جزء في المليون من العنصر المعني
كبريتات الأمونيوم (٢١ - صفر - صفر)	نيتروجين	٤,٧٦
نترات الكالسيوم (١٥,٥ - صفر - صفر)	نيتروجين	٦,٤٥
	كالسيوم	٤,٧٠
نترات البوتاسيوم (١٣,٧٥ - صفر - ٣٦,٩)	نيتروجين	٧,٣٠
	بوتاسيوم	٢,٦٠
نترات الصوديوم (١٥,٥ - صفر - صفر)	نيتروجين	٦,٤٥
اليوريا (٤٦ - صفر - صفر)	نيتروجين	٢,١٧
سترفوسكا (١٥ - ١,٥ - ٢١,٥)	نيتروجين	٦,٦٠
	فوسفور	١٥,٠٠
	بوتاسيوم	٨,٣٠
فوسفات أحادي البوتاسيوم (صفر - ٢٢,٥ - ٢٨)	بوتاسيوم	٣,٥٣
	فوسفور	٤,٤٥
كبريتات البوتاسيوم (صفر - صفر - ٤٣,٣)	بوتاسيوم	٢,٥٠
كلوريد البوتاسيوم (صفر - صفر - ٤٩,٨)	بوتاسيوم	٢,٠٥
فوسفات أحادي الكالسيوم (صفر - ٢٠,٨ - صفر)	فوسفور	٤,٧٨
فوسفات أحادي الأمونيوم (١١ - ٢٠,٨ - صفر)	فوسفور	٤,٧٨
كبريتات الكالسيوم (الجبس)	كالسيوم	٤,٨٠
حامض البوريك	بورون	٥,٦٤
كبريتات النحاس	نحاس	٣,٩٠
كبريتات الحديدوز	حديد	٥,٥٤
حديد مخلبي ٩٪	حديد	١١,١٠
كبريتات المنجنيز	منجنيز	٤,٠٥
كبريتات المنجنيز المهدرج (ملح إبسون)	منجنيز	١٠,٧٥
ثالث أكسيد الموليبدنم وشبهه	موليبدنم	١,٥٠
موليبدات الصوديوم	موليبدنم	٢,٥٦
كبريتات الزنك	زنك	٤,٤٢

جدول (٢٣ - ٩) : طريقة تحضير الحاصيل القياسية اللازمة لعمل محلول هوجلاند (أ) ، (ب) .

رقم المحلول القياسي	المركب وتركيبه الكيميائي		الكمية اللازمة من المركب بالجرام لتحضير لتر من المحلول القياسي
١	نترات الكالسيوم	$Ca(NO_3)_2 . 4 H_2O$	٢٣٦,٢
٢	نترات البوتاسيوم	$K NO_3$	١٠١,١
٣	فوسفات أحادى البوتاسيوم	$KH_2 PO_4$	١٣٦,١
٤	كبريتات المغنسيوم	$Mg SO_4 . 7 H_2O$	٢٤٦,٥
٥	نترات الكالسيوم	$Ca(NO_3)_2 . 4 H_2O$	٢٣٦,٢
٦	فوسفات أحادى الأمونيوم	$NH_4 H_2 PO_4$	١١٥,٠
٧	كبريتات المغنسيوم	$Mg SO_4 . 7 H_2O$	٢٤٦,٥
٨	حامض البوريك	$H_3 BO_3$	٢,٨٦
	كلوريد المنجنيز	$Mn Cl_2 . 4 H_2O$	١,٨١
	كبريتات الزنك	$Zn SO_4 . 7 H_2O$	٠,٢٢
	كبريتات النحاس	$Cu SO_4 . 5 H_2O$	٠,٠٨
	حامض الموليبديك	$H_2 Mo O_4 . H_2O$	٠,٠٢
٩	حديد مخلبى		ما يكفى من المادة لأن يكون تركيز الحديد فى المحلول القياسى ٠,١ ٪[1]

(١) مثال : إذا استخدم المحضر المخلبى Sequestrene 330 كمصدر للحديد ، فإنه يلزم منه ١٠ جم مذاب فى الماء لعمل لتر من محلول الحديد القياسى ، نظرا لاحتواء هذا المركب على الحديد بنسب ١٠٪ .

جدول (٢٣ - ١٠) : طريقة تحضير محلول هوجلاند أ ، ب من المحاليل القياسية المبينة فى جدول (٢٣ - ٩) .

محلول هوجلاند[1]	المحلول القياسى (انظر جدول ٢٣ - ٩)	الكمية اللازمة بالملليلتر (مل) لتحضير لتر من المحلول المغذى
أ	١	٥
	٢	٥
	٣	١
	٤	٢
	٨	١
	٩	١
ب	٥	٤
	٦	٦
	٧	١
	٨	٢
	٩	١
	١	١

(١) لتحضير أى من المحلولين (أ) أو (ب) تضاف الكميات المبينة من المحاليل القياسية المضافة إلى ٨٠٠ مل ماء مقطر . ثم يكمل الحجم النهائى إلى لتر .

محلول هيوت Hewitt المغذى

يحضر محلول هيوت المغذى كما هو فى جدول (٢٣ - ١١) من الأملاح النقية والماء المقطر ، ويستخدم غالبًا فى دراسات فسيولوجيا النبات (Devlin ١٩٧٥) .

جدول (٢٣ - ١١) : الأملاح المستخدمة فى تحضير محلول هيوت Hewitt المغذى وتركيزاتها به .

الملح	التركيز		
	جم / لتر	جزء فى المليون	ملى مول / لتر
نترات البوتاسيوم KNO_3	٠,٥٠٥٠٠٠	البوتاسيوم = ١٩٥ النيتروجين = ٧٠	٥,٠
نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$	٠,٨٢٠٠٠٠	الكالسيوم = ٢٠٠ النيتروجين = ١٤٠	٥,٠
فوسفات الصوديوم $NaH_2PO_4 . 2H_2O$	٠,٢٠٨٠٠٠	الفوسفور = ٤١	١,٣٣
كبريتات المغنسيوم $MgSO_4 . 7H_2O$	٠,٣٦٩٠٠٠	المغنسيوم = ٢٤	٣,٠٠
سلفات الحديديك	٠,٠٢٤٥٠٠	الحديد = ٥,٦	٠,١
كبريتات المنجنيز $MnSO_4$	٠,٠٠٢٢٣٠	المنجنيز = ٠,٥٥	٠,٠١
كبريتات النحاس $CuSO_4 . 5H_2O$	٠,٠٠٠٢٤٠	النحاس = ٠,٠٦٤	٠,٠٠١
كبريتات الزنك $ZnSO_4 . 7H_2O$	٠,٠٠٠٢٩٦	الزنك = ٠,٠٦٥	٠,٠٠١
حامض البوريك H_3BO_3	٠,٠١١٨٦٠	البورون = ٠,٠٣٧	٠,٠٣٣
موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6MO_7O_{24}.4H_2O$	٠,٠٠٠٠٣٥	الموليبدنم = ٠,٠١٩	٠,٠٠٠٢
كبريتات الكوبالت $CoSO_4.7H_2O$	٠,٠٠٠٠٢٨	الكوبالت = ٠,٠٠٦	٠,٠٠٠١
كلوريد الصوديوم $NaCl$	٠,٠١٥٨٥٠	الكلور = ٣,٥٥	٠,٠١

محاليل مغذية تحتوى على جميع العناصر الضرورية للنبات ، ويشيع استخدامها فى جهات متفرقة من العالم

١ - فى كاليفورنيا يستعمل محلول مغذ يقارب فى قوته نصف قوة محلول هوجلاند مع بعض التغيير ، ويحضر بإضافة لتر من محلولين قياسيين (١) ، (٢) إلى ٢٠٠ لتر من الماء . وتخزن المحاليل القياسية فى أوعية منفصلة (يفضل أن تكون بلاستيكية أو مبطنة بالبلاستيك) لتجنب ترسيب العناصر . وبرغم أنه يمكن تخزين المحاليل المركزة دون مشاكل ، إلا أنه يكتفى عادة بتحضير كميات تكفى لعدة أسابيع فقط .

ويلزم لتحضير المحلول القياس رقم (١) الكميات التالية من الأملاح ومحلول العناصر الدقيقة المركزة :

	الكمية اللازمة لكل ٢٠٠ لتر ماء
نترات البوتاسيوم KNO_3	٩,٦ كجم
فوسفات البوتاسيوم KH_2PO_4	٥,٥ كجم
كبريتات المغنسيوم $MgSO_4.7H_2O$	٩,٦ كجم
محلول العناصر الدقيقة المركز	٢٠,٠ لتر

أما المحلول القياسى رقم (٢) ، فتستخدم فى تحضيره الكميات التالية من الأملاح :

	الكمية اللازمة لكل ٢٠٠ لتر ماء
نترات الكالسيوم التجارية $Ca(NO_3)_2$	١٧,٤ كجم
حديد مخلبى (Sequestrene 330)	٠,٩ كجم

هذا .. ويضاف الحديد المخلبى إلى كمية قليلة من الماء قبل إضافته إلى محلول نترات الكالسيوم المركز . ويستخدم فى تحضير محلول العناصر الدقيقة المركز الكميات التالية من الأملاح :

	الكمية اللازمة لكل ٢٠ لتر ماء (جم)
حامض البوريك H_3BO_3	٥٤,٠
كبريتات المنجنيز $MnSO_4.H_2O$	٢٨,٠
كبريتات الزنك $ZnSO_4.7H_2O$	٤,٠
كبريتات النحاس $CuSO_4.3H_2O$	١,٠
حامض الموليبديك $MoO_3.2H_2O$	٠,٥

يذاب حامض الموليبديك أولًا فى ماء مغلى . وتضاف الأملاح الأخرى إلى وعاء يتسع لعشرين لترًا ، وتقلب جيدًا فى نحو ١٢ لتر ماء ، ثم يضاف حامض البوريك المذاب ، ويكمل الوعاء ليصبح حجم المحلول ٢٠ لترًا .

وعند تحضير المحلول الغذائى ، فإن المحلولين القياسيين (١) ، (٢) لا يضافا إلى بعضهما البعض ، وإنما يضاف كل منهما منفردًا إلى الماء ، على أن تكون النسبة ١ محلول قياسى رقم (١) : ١ محلول قياس رقم (٢) : ٢٠٠ ماء ، مع ملاحظة أن زيادة نسبة المحاليل القياسية عن ذلك تؤدى إلى ترسيب بعض العناصر . ويحتوى المحلول المغذى الناتج على العناصر المختلفة بالتركيزات المبينة فى جدول (شكل ٢٣ - ١٢) .

٢ - فى فلوريدا يستعمل محلول مغذ تستخدم فى تحضيره الكميات التالية من الأملاح (عن Douglas ١٩٧٦) :

	الكمية بالجرام/ ١٠٠٠ لتر ماء
نترات البوتاسيوم	٣٦٥
كبريتات الأمونيوم	٨٠
فوسفات أحادى الكالسيوم	١٧٠
كبريتات المغنسيوم	١٦٠
كبريتات الكالسيوم	٩٠٠
مخلوط أملاح العناصر الدقيقة	١٨

جدول (٢٣ - ١٢) : تركيز العناصر فى المحلول المغذى المستعمل فى كاليفورنيا .

العنصر	التركيز بالجزء فى المليون	التركيز بالملل مكافىء/ لتر
الهيدروجين النيتراتى	١٠٣	٧,٥
الفوسفور (على صورة H_2PO_4)	٣٠	١,٠
البوتاسيوم	١٤٠	٣,٥
الكالسيوم	٨٣	٤,٠
المغنسيوم	٢٤	٢,٠
الكبريت (على صورة SO_4)	٣٢	٢,٠
الحديد	٢,٥	
البورون	٠,٢٥	
المنجنيز	٠,٢٥	
الزنك	٠,٠٢٥	
النحاس	٠,٠١	
المولبدنم	٠,٠٠٥	

ويحضر مخلوط أملاح العناصر الدقيقة بخلط الكميات التالية من الأملاح خلطًا جيدًا جدًا .

	الكمية بالجرام
كبريتات الحديد	١١٣
كبريتات المنجنيز	٧,٥
كبريتات النحاس	٣,٥
بوراكس (Sodium tetraborate)	٨٥
كبريتات الزنك	٣,٥

٣ – يستعمل فى تكساس المحلول المغذى التالى بنجاح (Witwer & Honma ١٩٧٩)

السماد	التحليل	كمية السماد بالجرام لكل ١٠٠ جالون من المحلول السمادى
نترات البوتاسيوم	١٣ – صفر – ١٤	٦٧
نترات الكالسيوم	١٥,٥ – صفر – صفر	٣٦٠
كبريتات البوتاسيوم والمغنسيوم	صفر – صفر – ٢٢	١٦٧
كبريتات البوتاسيوم	صفر – صفر – ٥٠	١٣٠
حديد مخلبى	١٠٪ حديد	١١,٥
حامض الفوسفوريك	٧٥٪ P_2O_5	٥٠ مل
كبريتات المنجنيز	٢٧٪ منجنيز	١,٥
حامض البوريك		٢,٢
كبريتات الزنك	٣٦٪ زنك	٠,٥
كبريتات النحاس	٢٥٪ نحاس	٠,٥
ثالث أوكسيد الموليبدنم	٦٦٪ موليبدنم	٠,٠٤

٤ – يستعمل فى إنجلترا المحلول الغذائى التالى بنجاح مع الطماطم والخيار (عن Jones ١٩٨٢) :

	نترات السماد بالجرام لكل ١٠٠ جالون من المحلول السمادى
نترات البوتاسيوم	٢٥٣,٦
كبريتات المغنسيوم	١١٧,٩
نترات الكالسيوم	٣٧٤,٧
فوسفات البوتاسيوم	٥٢,٩
حديد مخلبى	٦,٩
كبريتات المنجنيز	٠,٨
حامض البوريك	٠,٧
كبريتات الزنك	٠,١
كبريتات النحاس	٠,١
موليبدات الأمونيوم	٠,٠٣

٥ – يستعمل فى اليابان محلولان أحدهما للخضر الثمرية ، والثانى للخضر الورقية ، ويحضران كما يلى :

	الكمية بالجرام/١٠٠٠ لتر ماء
(أ) محلول الخضر الثمرية	
نترات البوتاسيوم	٨١٠
نترات الكالسيوم	٩٥٠
كبريتات المغنسيوم	٥٠٠
فوسفات الأمونيوم	١٥٥
(ب) محلول الخضر الورقية	
نترات البوتاسيوم	٨١٠
نترات الأمونيوم	٣٢٠
كبريتات المغنسيوم	٥٠٠
سوبر فوسفات مركز	٥٨٠

يضاف لكل من المحلولين حديد مخلبى بتركيز ٣ أجزاء فى المليون ، وبورون بتركيز ٠,٥ جزء فى المليون .

٦ – يستعمل فى الكويت محلول مغذ يحضر من الأملاح التالية :

	كمية الملح اللازمة (جم/ ١٠٠٠ لتر ماء)
كبريتات المغنسيوم	٣٣٩,٣٠
فوسفات أحادى الكالسيوم	١٢٨,٨٧
نترات الكالسيوم	٢٠٠٢,٠٠
نترات البوتاسيوم	٢٦٤,٠٠
كبريتات البوتاسيوم	١٨,٨٤
كلوريد الصوديوم	١٥٦,٦٠
حامض النيتريك المركز	١٣,٠٠ مل
حامض الأيدروكلوريك المركز	٢٠,٠٠ مل

ويمكن إحلال فوسفات أحادى البوتاسيوم بمعدل ١٣١,٦٩ جم/ ١٠٠٠ لتر ماء محل فوسفات أحادى الكالسيوم . وتضاف لما سبق العناصر الدقيقة بالمعدلات التالية :

	كمية الملح اللازمة (ملليجرام/ لتر ماء)
سترات الحديد والأمونيوم	
Ferric ammonium citrate	١,٠٠
كبريتات المنجنيز	٠,٥٠
كبريتات النحاس	٠,٠٥
كبريتات الزنك	٠,٠٥
مسحوق حامض البوريك	٠,٥٠
حامض الموليبديك	٠,٠١

٧ – يستعمل فى بولندا محلول مغذ يحضر من الأملاح التالية (عن Douglas ١٩٧٦) :

	كمية الملح اللازمة (جم/ لتر ماء)
نترات البوتاسيوم	٠,٦
نترات الكالسيوم	٠,٧
نترات الأمونيوم	٠,١
سوبر فوسفات ثلاثى	,٥
كبريتات المغنسيوم	٠,٢٥
كبريتات الحديد	٠,١٢
حامض البوريك	٠,٠٠٠٦
كبريتات المنجنيز	٠,٠٠٠٦
كبريتات الزنك	٠,٠٠٠٦
كبريتات النحاس	٠,٠٠٣٠
موليبدات الأمونيوم	٠,٠٠٠٦

ويمكن زيادة حموضة هذا المحلول بإضافة حامض الفوسفوريك إليه بمعدل ١٠٠ مل لكل ١٠٠٠ لتر من المحلول المغذى . كذلك يمكن حذف نترات الأمونيوم شتاءً ، وزيادة كبريتات النحاس صيفًا ، وإضافة ٠,٣ جم كبريتات بوتاسيوم فى الجو المليد بالغيوم .

محاليل مغذية تحتوى على العناصر الكبرى فقط

تستعمل فى تحضير هذه المحاليل الدرجات التجارية من الأسمدة ، وهى التى تتوفر فيها العناصر الدقيقة فى صورة شوائب . وتتشابه هذه المحاليل مع بعضها البعض إلى حد كبير (عن Turner & Henry ١٩٣٩) :

	كمية الملح (جم/ ١٠٠٠ لتر ماء	تركيز الملح (ملل مول)
محلول رقم (١)		
كبريتات المغنسيوم	٢٦٠	١,٠
سوبر فوسفات ثلاثي	٣١٠	١,٠
نترات البوتاسيوم	٨٨٠	٨,٠
كبريتات الأمونيوم	٢٨٠	٢,٠
محلول رقم (٢)		
كبريتات المغنسيوم	٦٥	٠,٥
سوبر فوسفات ثلاثي	١٥٥	٠,٥
نترات البوتاسيوم	١١٠٠	١٠,٠
كبريتات الكالسيوم (الزراعي)	٧٦٠	٤,٠
كبريتات الأمونيوم	١٤٠	١,٠
محلول رقم (٣)		
كبريتات المغنسيوم	٥٢٠	٤,٠
سوبر فوسفات ثلاثي	٦٢٠	٢,٠
نترات البوتاسيوم	٦٦٠	٦,٠
نترات الكالسيوم	٧٢٠	٤,٠
كبريتات الأمونيوم	٧٠	٠,٥
محلول رقم (٤)		
كبريتات المغنسيوم	٦٥	٠,٥
سوبر فوسفات ثلاثي	١٥٥	٠,٥
نترات البوتاسيوم	٦٦٠	٦,٠
نترات الكالسيوم	٧٢٠	٤,٠
كبريتات الأمونيوم	١٦٠	٢,٠

محلول رقم (٥)	تركيز الملح (مللى مول)
نترات البوتاسيوم	٦٧٢
كبريتات الأمونيوم	١٦٨
كبريتات المغنسيوم	٥٦
فوسفات أحادى الكالسيوم	١١٢
نترات الكالسيوم	١١٢
كبريتات الحديدوز	٣ ملاعق كبيرة
كبريتات المنجنيز (محلول ١٪)	٣٠٠ مل

محاليل مغذية تستعمل تجاريًا مع محاصيل خاصة وفى مراحل معينة من نموها

يبين جدول (٢٣ - ١٣) طريقة تحضير أربعة محاليل مغذية هى : (أ) ، (ب) ، (جـ) ، (د) تستخدم فى الأغراض التالية :

١ - يستعمل المحلول (أ) فى تغذية الطماطم من مرحلة البادرة حتى مرحلة عقد الثمار الأولى على النبات .

٢ - يستعمل المحلول (ب) فى تغذية الطماطم من مرحلة عقد الثمار الأولى حتى نهاية المحصول .

٣ - يستعمل المحلول (جـ) فى تغذية الخيار من مرحلة البادرة حتى مرحلة عقد الثمار الأولى .

كما يستخدم أيضًا بنفس التركيب فى تغذية الخضر الأخرى غير الورقية ، وللخضر الورقية بعد زيادة مستوى النيتروجين به من ١١٤ إلى ٢٠٠ جزء فى المليون .

٤ - يستعمل المحلول (د) فى تغذية الخيار من مرحلة عقد الثمار الأولى إلى نهاية المحصول . هذا .. ويبين جدول (٢٣ - ١٤) طريقة تحضير محلول العناصر الدقيقة الذى يضاف بمعدل ١٥٠ مل لكل ١٠٠٠ لتر من أى من المحاليل الأربعة السابقة الذكر (عن Collins & Jensen ١٩٨٣) .

٢٣ - ٣ : أنواع المزارع المائية

المزارع المائية هى أى نظام يتبع لإنتاج النباتات فى بيئة غير التربة ، مع ريها بالمحاليل المغذية ، بدلًا من الماء العادى ، سواء استعملت مادة صلبة (مثل الرمل ، والحصى ، والفيرميكيوليت ، والبيت ، والصوف الصخرى ... إلخ) لتوفير دعم للنمو النباتى ، أم لم تستعمل .

وتقسم المزارع المائية حسب وجود أو عدم وجود المادة الصلبة إلى :

١ - نظم توجد فيها بيئة صلبة تنمو الجذور Aggregate Systems

٢ - نظم لا توجد فيها بيئة صلبة تدعم الجذور Liquid System ، ويتم فيها تدعيم وتثبيت الجذور بوسائل خاصة .

كما تقسم المزارع المائية حسبما إذا كان المحلول المغذى يستعمل فيها مرة واحدة ، أو يعاد استخدامه عدة مرات إلى :

١ – النظم المفتوحة Open Systems : حيث لا يستعمل فيها المحلول المغذى سوى مرة واحدة . وهذه المزارع تسقى نباتها بخلن أثناء الرى بالمحاليل القياسية المركزة للعناصر الغذائية كما سبق بيانه فى الجزء (٢٣ – ٢ – ٩) . ولا تلزم لها خزانات كبيرة للمحاليل المغذية ، بل تكفى تلك التى تستخدم فى تخزين المحاليل القياسية المركزة .

٢ – النظم المغلقة Closed Systems : حيث يستعاد فيها المحلول المغذى ، ويعاد استخدامه عدة مرات ، مع تعديل تركيز العناصر به كلما دعت الضرورة (Collins & Jensen ١٩٨٣) . ونظرًا لأن هذه المزارع تسقى بالمحاليل المغذية المخففة مباشرة ، لذا فإنها لا تحتاج إلى أجهزة خلط المحاليل السمادية المركزة بالماء ، ولكن تلزم لها خزانات كبيرة لحفظ المحاليل المغذية المستعملة فى الرى .

جدول (٢٣ – ١٣) : طريقة تحضير محاليل مغذية خاصة بمحاصيل فى مراحل معينة من نموها[1] .

المركب السمادى (الدرجة التجارية) وتركيبه الكيماوى وتحليله (ن - فو - بو)	المحلول والتركيز							
	(أ)		(ب)		(جـ)		(د)	
	جزء فى المليون	جم/ ١٠٠٠ لتر	جزء فى المليون	جم/ ١٠٠٠ لتر	جزء فى المليون	جم/ ١٠٠٠ لتر	جزء فى المليون	جم/ ١٠٠٠ لتر
كبريتات المغنسيوم (ملح إبسوم) $MgSO_4 . 7H_2O$	مغ ٥٠	٥٠٠	مغ ٥٠	٥٠٠	مغ ٥٠	٥٠٠	مغ ٥٠	٥٠٠
فوسفات أحادى البوتاسيوم (صفر - ٢٢,٥ - ٢٨) KH_2PO_4	بو ٧٧ فو ٦٢	٢٧٠	بو ٧٧ فو ٦٢	٢٧٠	بو ٧٧ فو ٦٢	٢٧٠	بو ٧٧ فو ٦٢	٢٧٠
نترات البوتاسيوم (١٣,٧٥ - صفر - ٣٦,٩)	بو ٧٧ ن ٢٨	٢٠٠	بو ٧٧ ن ٢٨	٢٠٠	بو ٧٧ ن ٢٨	٢٠٠	بو ٧٧ ن ٢٨	٢٠٠
كبريتات البوتاسيوم[2] (صفر - صفر - ١٣,٣) K_2SO_4	بو ٤٥	١٠٠	بو ٤٥	١٠٠	–	–	–	–
نترات الكالسيوم (١٥,٥ - صفر - صفر) $Ca(NO_3)_2$	ن ٨٥ كا ١٢٢	٥٠٠	ن ٨٥ كا ١٦٥	٦٨٠	ن ١١٦ كا ١٦٥	٦٨٠	ن ٢٣٢ كا ٣٣٠	١٣٥٧
حديد مخلبى[3] Sequestrene 330	ح ٢,٥	٢٥	ح ٢,٥	٢٥	ح ٢,٥	٢٥	ح ٢,٥	٢٥
محلول العناصر الدقيقة[4]	–	١٥٠مل	–	١٥٠مل	–	١٥٠مل	–	١٥٠مل

(١) أنظر مزيد الكتاب بخصوص استعمالات هذه المحاليل .

(٢) استعمال كبريتات البوتاسيوم اختيارى .

(٣) قد يتطلب الأمر زيادة تركيز الحديد إلى ٥ جزء فى المليون إذا كان وسط الزراعة جويًا .

(٤) أنظر جدول (٢٣ – ١٤) بخصوص طريقة تحضير محلول العناصر الدقيقة .

جدول (٢٣ - ١٤) : طريقة إعداد محلول العناصر الدقيقة الذى يستخدم فى تحضير المحاليل المغذية المبينة فى جدول (٢٣ - ١٣) .

الملح ورمزه الكيميائى	العنصر الذى يوفره الملح	تركيز العنصر بالجزء فى المليون فى المحاليل المبينة فى جدول ٢٣ - ١٣	عدد جرامات الملح فى محلول أملاح العناصر الدقيقة[1]
حامض البوريك H_3BO_3	البورون	٠,٤٤	٧,٥٠
كلوريد المنجنيز $MnCl_2.4H_2O$	المنجنيز	٠,٦٢	٦,٧٥
كلوريد النحاس $CuCl_2.2H_2O$	النحاس	٠,٠٥	٠,٣٧
أكسيد الموليبدنم MoO_3	الموليبدنم	٠,٠٣	٠,١٥
كبريتات الزنك $ZnSO_4.7H_2O$	الزنك	٠,٠٩	١,١٨

(١) يضاف محلول العناصر الدقيقة إلى المحاليل المغذية المبينة فى جدول (٢٣ - ١٣) بنسبة ١٥٠ مل منه لكل ١٠٠٠ لتر من المحاليل المغذية .

(٢) يحوى المخلوط على ١٥,٩٥ جراما من الأملاح التى تضاف إلى ٤٠٠ مل ماء ، وتقلب جيدا مع التسخين ، ثم يعدل حجم محلول العناصر الدقيقة بعد أن يبرد إلى ٤٥٠ مل بإضافة الماء إليه .

٢٣ - ٤ : المزارع الرملية

تعتبر المزارع الرملية Sand Culture أكثر المزارع الأرضية شيوعا ، وهى من النظم المفتوحة التى لا تستعمل فيها المحاليل المغذية سوى مرة واحدة . وفيها تنمو النباتات فى الرمل الخالص ، وتسقى بماء يخفن أثناء عملية الرى بالمحاليل القياسية المركزة Stock Solutions للعناصر المغذية ، ويكون الرى فيها بطريقة التنقيط . وسنقتصر مناقشتنا فى هذا الجزء على المزارع الرملية التجارية ، أما تلك المستخدمة فى دراسات تغذية النبات ، فإنه يمكن الإطلاع على التفاصيل الخاصة بها فى Hewitt (١٩٦٦) .

جدول (٢٣ - ١٥) : التوزيع المثالى لحجم حبيبات الرمل فى المزارع الرملية .

حجم حبة الرمل (بالملليمتر)	التوزيع (٪)
أكثر من ٤,٧٦٠	١
٤,٧٦٠ - ٢,٣٨٠	١٠
٢,٣٨٠ - ١,١٩٠	٢٦
١,١٩٠ - ٠,٥٩٠	٢٠
٠,٥٩٠ - ٠,٢٧٧	٢٥
٠,٢٧٧ - ٠,١٤٩	١٥
٠,١٤٩ - ٠,٠٧٤	٢
أقل من ٠,٠٧٤	١

والمزارع الرملية المثالية هي التي يكون توزيع حجم حبيبات الرمل فيها كما هو مُبين في جدول (٢٣ - ١٥) ، ويساعد ذلك التوزيع على تحسين التهوية والنهوية ، مع الاحتفاظ بالقدر المناسب من الرطوبة في بيئة نمو الجذور . وعمومًا .. فإن الرمال المستعملة يجب أن تغسل جيدًا من السلت والطين .

وتقام المزارع الرملية بإحدى الطرق الآتية :

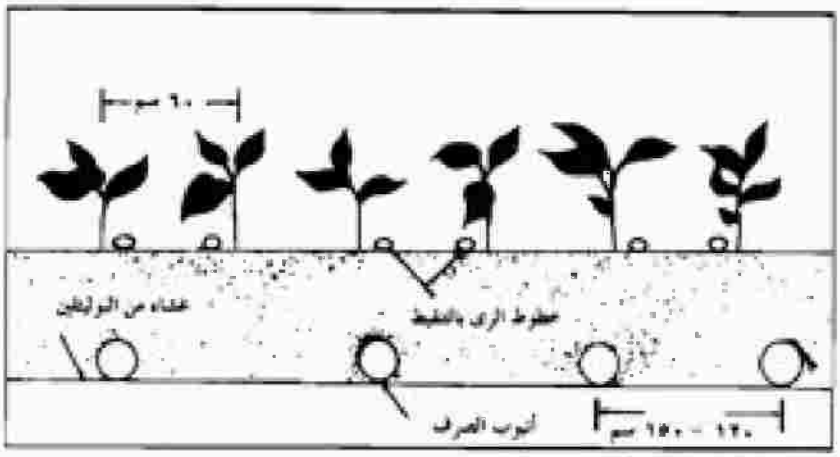
١ - بالزراعة مباشرة في رمال الشواطىء بعد غسلها جيدًا بالماء كما كان عليه الحال في المزارع الرملية بجزيرة السعديات في « أبو ظبي » (Foates ١٩٧٣) . ولا تختلف الزراعة في هذا النوع من المزارع كثيرًا عن الزراعة في البيوت المحمية العادية .

٢ - بالزراعة على سطح أرض البيت بعد فرشه بالبلاستيك ، ثم بالرمل المستخدم كبيئة للزراعة . وفي هذه الطريقة تحضر الأرض أولًا بالتسوية الجيدة ، مع ميل يبلغ ١٥ سم لكل ٣٠ مترًا للمساعدة على تحسين الصرف وغسل المزرعة إذا دعت الضرورة لذلك . تفرش الأرض بعد ذلك بشرائح بولثيلين سوداء بسمك ١٥٠ ميكرون ، مع جعل الشرائح المتجاورة متداخلة لمسافة متر تقريبًا . توضع بعد ذلك أنابيب للصرف بقطر $\frac{1}{2}$ ١ - ٢ بوصة على سطح البلاستيك في خطوط تبعد عن بعضها البعض بمسافات موحدة من ١٢٠ - ١٥٠ سم ، ويتوقف ذلك على طبيعة الرمل المستخدم في المزرعة . ويجب أن تكون خطوط الأنابيب مع اتجاه ميل الأرض . وتوصل هذه الأنابيب في الجانب ذي المستوى المنخفض من البيت بأنبوب صرف رئيسي . وقد تصمم المزرعة بحيث يكون انحدارها من الجانبين نحو الوسط ، حيث يوضع أنبوب رئيسي للصرف يكون متصلًا بأنابيب فرعية متعامدة عليه من الجانبين المائلين ، مع جعل أرضية البيت كلها مائلة من أحد جانبي أنبوب الصرف الرئيسي نحو الجانب الآخر لتسهيل حركة ماء الصرف . هذا .. وتحتوي أنابيب الصرف على ثقوب من جانبها السفلي تسمح بدخول الماء الزائد إليها . ويفيد هذا الوضع السفلي للثقوب في تقليل فرصة نمو جذور النباتات خلالها . ويجب أن تكون أطراف أنابيب الصرف بارزة فوق سطح التربة من بدايتها (من عند الأطراف التي توجد في مستوى مرتفع من المزرعة) حتى يمكن تنظيفها كلما دعت الضرورة . تملأ تلك المساحة كاملة بالرمل لعمق ٣٠ سم ، مع مراعاة أن يكون سطح الرمل منحدرًا بنفس انحدار سطح البيت المغطى بالبلاستيك . ويلاحظ أن نقص عمق طبقة الرمل عن ٣٠ سم في بعض المناطق يجعل من الصعب الاحتفاظ بمستوى واحد من الرطوبة في كل أرجاء المزرعة ، كما تزيد فرصة نمو جذور النباتات داخل أنابيب الصرف (شكل ٢٣ - ٢) .

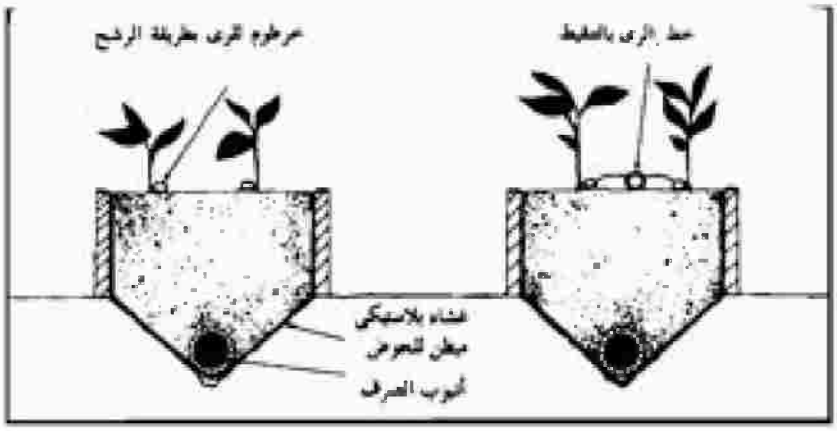
وتروى النباتات في هذا النوع من المزارع بطريقة التنقيط ٤ مرات يوميًا لمدة ٥ - ٨ دقائق في كل مرة ، مع حقن ماء الري بالمغاليل المغذية كما سبق الذكر . هذا .. ولا يعاد استخدام ماء الصرف في هذا النظام وإن كان من الممكن جمعه وتخزينه لحين استعماله في الزراعات المكشوفة .

٣ - بالزراعة في أحواض خاصة تصمم إما على سطح التربة مباشرة (شكل ٢٣ - ٣) ، أو على مناضد خاصة . وتُبطن هذه الأحواض بالبولثيلين الأسود ، كما في الطريقة السابقة . ويكون قاع الحوض مائلًا بمقدار ١٥ سم لكل ٦٠ مترًا ، ويوضع أنبوب للصرف في القاع بامتداد طول

الحوض . هذا .. وتتصل أنابيب الصرف الخاصة بالأحواض المختلفة بأنبوب صرف رئيسى يسمح بتجميع الماء الزائد . وتكون الأحواض بعرض ٦٠ – ٧٥ سم ، وبعمق ٣٠ – ٤٠ سم . وقد يكون القاع مستويًا ، أو مستديرًا ، أو على شكل حرف ٧ ، مع وضع أنبوب الصرف فى الوسط .



شكل ٢٣ – ٢ : مزرعة رملية مقامة على أرض البيوت المحمية بعد فرشها بالبلاستيك ، ثم بالرمل الذى يستخدم كبيئة للزراعة .



شكل ٢٣ – ٣ : مزرعة رملية فى أحواض خاصة على شكل حرف ٧ ، ومقامة على سطح الأرض مباشرة .

هذا .. وفى جميع أنواع المزارع الرملية تعطى النباتات فى كل رية محلولاً مغذيًا بالقدر الذى يكفى لشرب ٨ - ١٠٪ فقط من كمية المحلول المضافة ، وبذلك نضمن غسل الأملاح المتجمعة أولاً بأول ، دون الإسراف فى استعمال المحاليل المغذية . ويجب فحص ماء الصرف مرتين أسبوعيًا لمعرفة تركيز الأملاح به ، فإذا زادت عن ٢٠٠٠ جزء فى المليون ، وجب غسل المزرعة كلها بالماء إن كانت الأملاح الزائدة أساسها الصوديوم ، فإن لم تكن كذلك ، فإنه يكفى الرى بالماء العادى لعدة أيام إلى أن تقوم النباتات نفسها بامتصاص الأملاح وخفض تركيزها فى المزرعة .

ويجب كذلك فحص جهاز حقن المحاليل السمادية المركزة فى ماء الرى مرتين أسبوعيًا للتأكد من دقة عمله . كما يجب فحص تركيز الأملاح الذائبة فى الماء المستخدم فى الرى بعد حقنها بالمحاليل السمادية المركزة .

وبرغم أن حقن المحاليل السمادية المركزة فى ماء الرى تعد أفضل طريقة لإيصال المحلول المغذى للنباتات فى هذا النوع من المزارع ، إلا أنه لا يوجد ما يمنع من تخزين محلول مغذ مخفف ليستعمل فى الرى مباشرة . وفى هذه الحالة يجب أن تكون الخزانات بسعة تكفى احتياجات جميع النباتات لمدة أسبوع واحد على الأقل . وإذا وجد أكثر من محصول واحد مزروع فى نفس البيت وكل منهم ذو احتياجات سمادية خاصة به ، لزم أن يكون لكل منهم محلوله المغذى الخاص ، ونظامه المستقل للرى ، بما فى ذلك خزانات المحاليل المغذية ، لكن لا يكون من السهل فى هذه الحالة تغيير تركيز العناصر فى ماء الرى حسب متطلبات النمو النباتى والعوامل الجوية ، بينما يمكن تحقيق ذلك بسهولة عند اتباع نظام الحقن .

هذا .. ولا توجد معاملات خاصة بالمحاليل المغذية بعد تحضيرها سوى تقدير الـ pH كل فترة إن كان الماء المستخدم فى تحضير هذه المحاليل قلويًا بدرجة عالية . كما يلزم تنظيف خزانات المحاليل السمادية من المواد العالقة والمترسبة كل فترة ، خاصة قبل إعادة تحضيرها من جديد . وفى حالة احتواء الرمل على نسبة عالية من الجير وجب إعطاء عناية خاصة للعناصر التى يمكن أن تثبت تحت هذه الظروف ، مثل : الحديد ، والفوسفور وغيرهما .

وتعقم المزارع الرملية بطرق التعقيم العادية بالمركبات الكيميائية ، مثل : بروميد الميثايل ، والفابام والأخير يمكن المعاملة به من خلال نظام الرى ، لكن كلاهما لا يفيد فى التخلص من فيروس تبرقش الدخان وتبرقش الخيار إن وجدا فى البيئة الرملية ، حيث يلزم للتخلص منهما بالتعقيم بالبخار .

٢٣ - ٥ : مزارع الحصى

تعتبر مزارع الحصى Gravel Culture ثانى أكثر المزارع المائية انتشارًا ، وهى من النظم المغلقة Closed Systems التى تستعاد فيها المحاليل المغذية ، ويعاد استعمالها عدة مرات . وتتكون بيئة نمو الجذور فى هذه المزارع من حصى صغير يكون أغلبه بحجم حبة البسلة .

وأفضل أنواع الحصى لهذه المزارع هو الجرانيت المجروش فى صورة حبيبات صغيرة غير منتظمة تتراوح فى قطرها من ١,٦ مم - ١٨ مم ، على أن يكون أكثر من نصف الحصى المستعمل بقطر ١٢ مم تقريبًا ، وأن يكون من نوعية صلبة لا تتفتت مع الاستعمال .

وتصمم مزارع الحصى بحيث تسقى النباتات فيها إما بطريقة الرى تحت السطحى ، أو بطريقة التنقيط ، لكن غالبية المزارع يتبع فيها النظام الأول ، حيث يضخ المحلول المغذى من أسفل حتى يصل مستواه إلى نحو ٢,٥ سم من سطح المزرعة ، ثم يسمح له بالصرف ثانية إلى خزان المحلول ليعاد ضخه من جديد بعد فترة ... وهكذا يستمر استعمال نفس المحلول لمدة تتراوح من ٢ – ٦ أسابيع ، ثم يتم التخلص منه ، وتحضر محلول جديد .

وتؤثر الفترة بين الريات تأثيرًا كبيرًا على إمداد النباتات بحاجتها من الماء والعناصر الغذائية والأكسجين اللازم لتنفس الجذور . وتتأثر الفترة المناسبة بدورها بعدد من العوامل هى :

١ – حجم الحبيبات

٢ – مسطح الحبيبات

٣ – الفصول المزروع

٤ – مقدار النمو النباتى

٥ – العوامل الجوية

٦ – الوقت من اليوم

فالحبيبات المنتظمة الشكل الكبيرة تحتاج لتكرار الرى على فترات متقاربة ، عما إذا كانت الحبيبات غير منتظمة الشكل ، وصغيرة ، وذات مسطح كبير . وتحتاج النباتات الطويلة (التى تنمو رأسيًا كالطماطم والخيار) للرى على فترات متقاربة ، عما فى حالة النباتات القصيرة (كالخس) لزيادة المسطح الورقى فيها ، بالمقارنة بالنباتات القصيرة النمو ، كما تتقارب الريات فى الجو الحار وفى وسط النهار ، حيث ترتفع درجة الحرارة ، وتزداد شدة الإضاءة .

هذا .. ويتراوح عدد مرات الرى لمعظم مزارع الحصى من ٣ – ٤ مرات يوميًا خلال فصل الشتاء – حينما يكون الجو مليئًا بالغيوم – إلى كل ساعة على الأكثر نهارًا فى الجو الحار أثناء الصيف ، ولا حاجة للرى ليلًا . ونظرًا لأن النباتات تمتص الماء بسرعة أكبر مما تمتص العناصر المغذية ، لذا فإننا نجد أن تركيز الأملاح يزداد تدريجيًا فى الغشاء المائى المحيط بحبات الحصى بعد كل ربة . وتزداد سرعة تركيز الأملاح مع زيادة معدل النتح ، لكن الربة التالية تخفض تركيز الأملاح فى الغشاء المحيط بحبات الحصى إلى المستوى الموجود فى المحلول المغذى . ومن الضرورى التحكم فى الفترة بين الريات ، بحيث لا يزداد تركيز الأملاح بهذا الغشاء إلى الحد الذى يضر بالنباتات ، أو يؤدى إلى استنزاف العناصر المغذية منه ، وهو الأمر الذى قد يحدث عند تأخير الرى كثيرًا فى الجو الملبد بالغيوم ، خاصة عندما تكون الرطوبة النسبية قريبة من درجة التشبع .

وبرغم أن الرى يعيد تركيز الأملاح فى الغشاء المحيط بالحصى إلى ما هى عليه الحال فى المحلول المغذى ، إلا أن تكرار الرى بنفس المحلول يؤدى حتمًا إلى تغيرات فى تركيبه ، بما فى ذلك تركيز الأملاح ، ونسبة العناصر لبعضها البعض ، والـ pH ، ولهذا تحتاج المحاليل المغذية إلى عمليات خدمة خاصة للمحافظة عليها قريبة من الصورة التى كانت عليها بعد تحضيرها مباشرة .

هذا .. وتؤثر سرعة ضخ المحلول المغذى فى بيئة الحصى وانصرافه منها على توفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور والنمو الطبيعى للنباتات . فنجد عند ضخ المحلول المغذى من أسفل أنه يدفع أمامه الهواء الموجود فى المسافات البينية وهو يحتوى على نسبة أقل من الأكسجين ، ونسبة أعلى من ثانى أكسيد الكربون عما يوجد فى الهواء الجوى . وعندما ينصرف المحلول المغذى ، فإن الهواء الجوى الغنى بالأكسجين يحل محله تدريجيًا ، وبذلك تتحقق التهوية اللازمة لتنفس الجذور . وكلما ازدادت سرعة تحرك المحلول المغذى فى البيئة ، ازدادت سرعة التهوية ، لكن تقصير المدة بين الريات كثيرًا قد يؤدى إلى قلة التهوية ، نظرًا لأن المسافات البينية الصغيرة تكون ما زالت محتلة بالمحلول المغذى قبل الرية التالية ، وبذلك لا يتجدد الهواء فى البيئة .

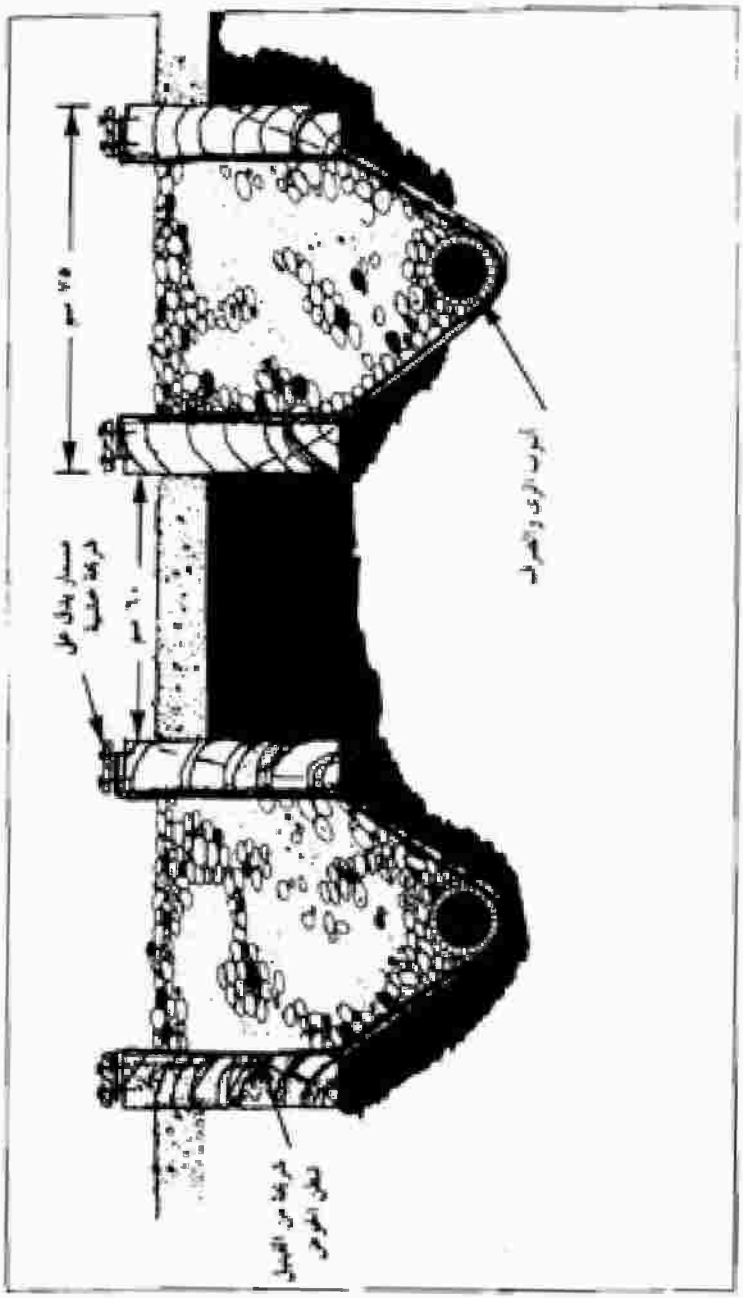
ويكفى عادة مدة ٢٠ – ٣٠ دقيقة لضخ المحلول المغذى ، وصرف الزائد منه بالكامل ، بحيث لا يتبقى منه سوى غشاء رقيق يحيط بالحصى حتى الرية التالية . ويمكن تحقيق ذلك بوضع أنابيب صرف كبيرة فى قاع مزرعة الحصى .

وقد سبق أن ذكرنا أن المحلول المغذى يجب أن يصل مستواه إلى أسفل سطح مزرعة الحصى بنحو ٢,٥ سم . ويفيد ذلك فى بقاء سطح المزرعة جافًا ، فلا تنمو عليه الطحالب ، كما يقلل فقد الماء بالتبخر ، ويساعد على خفض الرطوبة النسبية عند قاعدة النبات ، ويمنع نمو الجذور فى الطبقة السطحية من الحصى . وترجع أهمية ذلك إلى أن الحصى قد ترتفع درجة حرارته كثيرًا فى الجو الحار ؛ مما يضر بالجذور . ويمكن التحكم فى المستوى الذى يصل إليه المحلول المغذى فى بيئة الزراعة بوضع أنابيب لصرف المحلول الزائد عند المستوى المرغوب .

ويجب ألا تقل درجة حرارة المحلول المغذى أبدًا عن درجة حرارة الهواء المحيط بالنبات ، لأن الحرارة الشديدة الانخفاض قد تؤدى إلى ذبول النباتات . ويفضل تخزين الماء اللازم لتجديد المحاليل المغذية منذ الصباح حتى ترتفع درجة حرارته أثناء النهار . وإذا لزم الأمر تدفئته صناعيًا ، فإنه يمكن إجراء ذلك بسهولة بالطرق الكهربائية ، على ألا يكون ملفات التسخين أية طبقات من الرصاص أو الزنك ، لأنها قد تسبب تسمم النباتات بهذه العناصر . ويفضل أن تكون الملفات من الصلب الذى لا يصدأ ، أو أن تكون مغلفة بالبلاستيك .

تصمم أحواض الزراعة على شكل حرف ∨ (شكل ٢٣ – ٤) ، وتصنع من الخشب المبطن بالبلاستيك ، أو من الأحسن المسلح ، لأن جميع الأجزاء المعدنية تتآكل بسرعة نتيجة لوجود الأملاح السمادية فى المحاليل المغذية ، كما أن الأجزاء المعدنية المجلفنة والمغطاة بالنحاس يمكن أن تؤدى إلى تسمم النباتات من جراء إحداثها لزيادة كبيرة غير مرغوبة فى تركيز عنصرى الزنك والنحاس ، وهما عنصران لا يحتاجهما النبات إلا بتركيزات منخفضة للغاية ، ولهذا يفضل أن تكون جميع المواد المستخدمة فى صنع هذه المزارع من البلاستيك ، بما فى ذلك أنابيب ضخ وصرف المحاليل المغذية التى تصنع من البولى فينايل كلورايد (PVC) ، وتكون بقطر ٣ بوصة ، وتوضع فى قاع الحوض .

هذا وتكون الأحواض بعرض لا يقل عن ٦٠ سم ، وبعمق ٣٠ – ٣٥ سم ، وبطول لا يزيد عن ٣٦ – ٤٠ مترًا ، وبميل قدره ٢,٥ – ٥ سم كل ٣٠ مترًا .



شكل ٢٣ - ٤ : مزرعة حقلي لزرع بطريقة الري تحت السطحي.

ويتم دخول المحلول المغذى من الأنابيب إلى البيئة ، ثم يصرف منها إلى الأنابيب ثانية من خلال ثقوب صغيرة يتراوح قطرها من ٦ – ١٢ مم فى الثلث السفلى من الأنابيب ، وتوزع هذه الثقوب كل ٣٠ – ٦٠ سم على امتداد الأنابيب .

وقد تكون الأحواض محفورة فى الأرض (الرملية عادة) ، وقد تقام على مناصب مرتفعة عن سطح الأرض . وفى كلتا الحالتين تبطن الأحواض (بعد إقامتها حسب التصميم والميل المناسبين) بشرائح الفينايل سمك نصف ملليمتر (٥٠٠ ميكرون) ، ثم توضع أنبوبة الـ PVC فى مكانها بالقاع ، على أن تكون ثقوبها لأسفل ، حتى لا تنمو فيها جذور النباتات بسهولة . أما بطانة الفينايل ، فإنها تثبت على حافة جانبى الحوض من أعلى بمسامير .

تملأ الأحواض حتى مستوى يقل عن حافتها بمقدار ٢,٥ سم من جانب خزان المحلول المغذى ، وبمقدار ٥ سم من الجانب الآخر . ويؤدى ذلك إلى جعل مستوى المحلول المغذى على بعد ٢,٥ سم من قمة الحصى بامتداد حوض الزراعة ، لأن قاع الحوض يكون منحدرًا ، بينما يكون مستوى المحلول المغذى أفقيًا ، وبذلك يمكن المحافظة على مستوى واحد للرى والرطوبة الأرضية بامتداد الحوض .

ويجب أن تبرز أنابيب الرى والصرف أعلى مستوى المزرعة من جانب الأحواض القريب من خزان المحلول المغذى ، حتى يمكن تنظيفها كلما دعت الضرورة . وتجرى ذلك مرة واحدة سنويًا بطريقة آلية يستعمل فيها جهاز يُدير فُرش خاصة داخل الأنابيب .

ومن الضرورى أن يكون الخزان المستعمل فى حفظ المحلول المغذى كبيرًا بدرجة تسع لضعف كمية المحلول اللازمة لملء أحواض الزراعة ، حتى يتوفر الأمان الكافى بالنسبة للرى والتغذية . كما يجب أن تكون طلمبة ضخ المحلول قادرة على ملء المراقد حتى المستوى المطلوب فى خلال ١٠ – ١٥ دقيقة ، وأن تكون أنابيب الصرف قادرة على تصريف كل المحلول الزائد فى خلال ١٠ – ١٥ دقيقة أخرى . ويفضل أن تخصص مضخة للمحلول المغذى لكل ٣٥٠ – ٣٧٥ متر مربع من المزرعة .

أما عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط ، فإن المنقطات توضع بالقرب من قاعدة النبات ، ويتصرف المحلول الزائد من أسفل من أنابيب الـ PVC . ولا يختلف تصميم هذا النظام عن سابقه ، إلا أن حبيبات الحصى يجب أن تكون أصغر حجمًا (بقطر يتراوح من ٣ – ٦ مم) لتسمح بالحركة الأفقية للمحلول المغذى . وتتميز طريقة الرى بالتنقيط بأن أنابيب الرى لا تسد بنمو الجذور فيها ، كما أن التهوية تكون أفضل مما فى طريقة الرى تحت السطحى . ويعاب عليها قلة الحركة الأفقية للماء فى منطقة نمو الجذور بسبب كبر المسافات بين حبيبات الحصى ، مما يؤدى إلى كثرة النمو الجذرى فى القاع ، حيث تتوفر الرطوبة ، وهو الأمر الذى يؤدى فى النهاية إلى انسداد ثقوب أنابيب الصرف بنمو الجذور فيها .

وتعقم مزارع الحصى بين الزراعات المتتالية بمحلول مركز نسبيًا من هيبوكلوريد الصوديوم ، أو حامض الأيدروكلوريك بتراوح تركيز الكلور فيه من ١٠٠٠٠ – ٢٠٠٠٠ جزء فى المليون . وتغسل المراقد والخزانات عدة مرات بالمحلول كل منها لمدة ٢٠ دقيقة ، ثم تصفى وتغسل جيدًا بالماء عدة مرات ، وتترك بعد ذلك مهوأة لمدة ١ – ٢ يوم قبل استعمالها فى الزراعة مرة أخرى . ومع

تراكم الجذور الميتة في الحصى سنة بعد أخرى لا يصبح التعقيم بهيبوكلوريد الصوديوم مجديًا ، ويلزم حينئذ التعقيم ببروميد الميثايل أو بالفابام .

وفي حالة رش النباتات أو تعفيرها أو تبخيرها بأية مادة لمدة طويلة ، فإنه يجب الإسراع بغسل المزرعة جيدًا بالماء بعد المعاملة مع صرف الماء المستعمل في الغسيل ، حتى يتم التخلص من أية مادة قد تضر بجذور النباتات .

ومن أهم عيوب مزارع الحصى ما يلي :

١ - ارتفاع التكاليف الإنشائية .

٢ - تراكم الجذور في الحصى مع تكرار الزراعة سنة بعد أخرى ، وهو الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى انسداد الثقوب التي توجد بأنابيب الري والصرف ، مع العلم بأن التخلص من هذه الجذور يعد أمرًا غاية في الصعوبة .

٣ - احتمال الانتشار السريع لبعض الآفات المرضية التي تصيب النباتات عن طريق الجذور ، مثل : الفطريات المسببة للذبول الفيوزاري ، وذبول فيرتيسيليم (Reib ١٩٨١) .

٢٣ - ٥ - ١ : عمليات خدمة المخاليل المغذية في مزارع الحصى

تستعمل المخاليل المغذية في مزارع الحصى (كما في جميع النظم المقفلة Closed Systems) عدة مرات ولمدة طويلة ، مما يؤدي إلى إحداث تغيرات كبيرة في التركيز الكلي للعناصر بها ، وفي التركيز النسبي لكل عنصر وال pH . وتتوقف سرعة حدوث هذه التغيرات على العوامل التي تؤثر على سرعة النتح ، وسرعة امتصاص العناصر ، وهي :

١ - العوامل الجوية من حرارة ، وضوء ، ورطوبة نسبية .

٢ - الفصول المزروع .

٣ - مرحلة النمو النباتي .

ونظرًا لأن امتصاص النباتات للماء يكون أسرع من امتصاصها للعناصر ، فإن التركيز العام للعناصر بالمحلول المغذي يزداد مع استمرار استعماله في الري . ولهذه الأسباب ... فإن المخاليل المغذية في النظم المقفلة تخضع لعمليات خدمة خاصة كما يلي :

تعديل تركيز العناصر في المحلول المغذي وتجديده على فترات

تجدد المخاليل المغذية على فترات كالتالي :

١ - أسبوعيًا عند استعمالها في تغذية النباتات القوية النمو وهي في مرحلة الإثمار ، خاصة تحت الظروف الجوية المناسبة للنمو .

٢ - كل ٢ - ٣ أسابيع عند استعمالها في الظروف الجوية العادية ، وفي مراحل النمو الأخرى .

٣ - كل ٢ - ٣ أشهر كحد أقصى عند استعمالها في الحالات التي تتخذ فيها إجراءات خاصة كالتالي :

(أ) تحليل المحلول المغذى للتعرف على العناصر التى يتناقص تركيزها ، وتلك التى يتزايد تركيزها النسبى فى المحلول المغذى .

(ب) إضافة الأسمدة التى تعوض العناصر التى تستنفذ بسرعة من المحلول المغذى .

(جـ) عند تحليل العناصر وتسجيل درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى يوميًا أو كل ٢ – ٣ أيام لمراقبة تركيز العناصر التى يتزايد تركيزها النسبى ، نظرًا لعدم امتصاص النبات لها بنفس معدل امتصاصه للعناصر الأخرى ، مع عدم السماح بزيادة درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى عن ٤ ملل موز/سم ، علمًا بأن المجال المناسب يتراوح من ٢ – ٤ ملليموز/ سم . ويجدد المحلول عادة كل شهرين مع تعديل تركيزه أسبوعيًا بالتحليل المنتظم . وتقل الفترة عن ذلك إذا كان حصى المزرعة قد سبق استخدامه فى الزراعة من قبل (يراجع Douglas ١٩٧٥ فيما يتعلق بالطرق العملية المتبعة فى تقدير تركيز العناصر المغذية الكبرى كل منها على حدة) .

المحافظة على حجم المحلول المغذى

يجب الإبقاء على كمية المحلول المغذى ثابتة لمنع تركيز الأملاح به . ويتوقف مقدار الماء المضاف على كمية الماء التى تمتصها النباتات ، والتى تتراوح عادة من ٥ – ٣٠٪ من حجم المحلول المغذى يوميًا .

ويمكن تعويض الماء الممتص بإحدى الطرق التالية :

١ – بإعادة المحلول المغذى إلى حجمه الأصلى يوميًا .

٢ – بإعادة المحلول المغذى إلى أكثر من حجمه الأصلى أسبوعيًا ، حيث يتناقص إلى أقل من حجمه الأصلى مع نهاية الأسبوع قبل إضافة الماء إليه من جديد .

٣ – بتزويد خزان المحلول المغذى بمصدر للماء ذى صمام تتحكم فيه عوامة طافية تغلق الصمام عند وصول مستوى المحلول المغذى إلى المستوى المطلوب ، وهى أفضل طريقة .

وكإجراء وقائى للتغلب على مشكلة نقص حجم المحلول المغذى ، فإنه يفضل استعمال كمية كبيرة منه بتخصيص ما لا يقل عن ٧ لترات لكل نبات ، ويفضل زيادتها إلى ١٥ – ٢٠ لترًا ، حيث يمكن فى هذه الحالة إعادة استخدام المحلول المغذى عدة مرات بدون مشاكل .

المحافظة على pH المحلول المغذى فى المجال المناسب

تؤدى كثرة استعمال المحلول إلى تغيرات فى الـ pH ، نتيجة عدم امتصاص النباتات للعناصر بنفس القدر ، كما تزداد هذه التغيرات عند المحافظة على حجم المحلول بإضافة ماء يحتوى على نسبة مرتفعة من الكالسيوم والبيكربونات ، لذلك فإنه يلزم اختبار pH المحلول المغذى أسبوعيًا للوقوف على أى تغير فيه مع تعديله إذا لزم الأمر ليكون دائمًا فى المجال المناسب ، وهو من ٦ – ٦,٥ . وأفضل وسيلة لتعديل الـ pH هى باستخدام الأحماض والقلويات (Johnson ، ١٩٧٩ Resh ، ١٩٨١) . ويمكن الرجوع إلى Douglas (١٩٧٦) بخصوص الطرق العملية لتقدير pH المجاميل المغذية باستعمال الدلائل .

٢٣ - ٦ : مزارع بالات القش

تعتبر مزارع بالات القش Straw Bale Culture من النظم المفتوحة Open Systems التي لا يعاد فيها استعمال المحاليل المغذية .

وقد استخدمت مزارع بالات القش في أوروبا وفي بعض البلدان العربية ، كالعراق ، لغرض إنتاج الخيار . ومن أهم عيوبها أن القش يكون سريع التحلل ؛ فلا يمكن استعماله إلا لموسم زراعي واحد ، لكن هذا التحلل يساعد على رفع درجة حرارة جذور النباتات ، وزيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الصوبة .

تفرش أرضية البيت أولًا بشرائح البولثيلين ، ثم توضع بالات قش القمح أو الشعير عليها في موضع خطوط الزراعة ، على أن يزيد عرض شرائح البولثيلين عن عرض البالات المستعملة بمقدار ٣٠ سم من كل جانب ، ثم تشبع البالات جيدًا بالماء ، ويلزم لذلك عادة ٦٠ لتر ماء يوميًا لكل بالة (زنة ٢٠ كجم) لمدة أربعة أيام . وبعد ذلك تضاف نترات الأمونيوم بمعدل ١٤٠ - ١٧٠ جم لكل بالة ، ثم تروى يوميًا لعدة أيام . ويضاف في كل من اليومين السابع والعاشر نحو ٨٥ جرامًا أخرى من نترات الأمونيوم ، كما تضاف أيضًا في اليوم العاشر الكميات التالية من الأسمدة لكل ٢٠ كيلو جرامًا من القش :

٣٠٠ جم سوبر فوسفات أحادي

٣٠٠ جم نترات بوتاسيوم

٨٥ جم كبريتات مغنسيوم

٥٥ جم كبريتات الحديدوز

ثم تروى النباتات يوميًا إلى أن تصبح بالات القش جاهزة للزراعة . ويجب عدم استخدامها في الزراعة قبل أن تنخفض درجة حرارتها إلى ٣٨°م ، لأنها قد تصل إلى ٦٠°م وهي في ذروة التحلل .

وتجرى الزراعة بوضع نباتات الخيار أو الطماطم في حفرة صغيرة تعمل في البالة وتتسع لصلية الجذور . وقد تضاف التربة لهذه الحفرة إن كانت الجذور بدون صلية حولها . وتروى النباتات بعد ذلك بطريقة التنقيط مع حقن الماء المستعمل في الري بالمحاليل المغذائية القياسية المركزة .

ويراعى في هذا النظام عمل حساب النقص الذي يحدث في ارتفاع البالة نتيجة التحلل بجعل الخيوط التي ترفع عليها النباتات مرخية قليلًا ، حتى لا يؤدى تحلل البالة ونقص ارتفاعها إلى نزع النباتات من جذورها خارج القش . كما يراعى أن الاحتياجات المائية تكون أكبر ، نتيجة لزيادة مسطح التبخر من بالات القش .

ومن أهم ميزات هذا النظام في الزراعة عدم الحاجة إلى تعقيم المزرعة ، إلا أن القش المستخدم يجب أن يكون خاليًا تمامًا من بقايا مبيدات الحشائش (Winner & Honma ١٩٧٩) .

هذا .. وتروى مزارع القش بطريقة الرش مع إضافة الأسمدة الصلبة إلى سطح البالات لتذوب تدريجيًا في ماء الري . وفي هذه الحالة .. فإن مزارع بالات القش لا تعد من المزارع المائية ، برغم استمرار كونها من المزارع اللاأرضية .

٢٣ - ٧ : مزارع الصوف الصخرى

تعتبر مزارع الصوف الصخرى Rockwool Culture من النظم المفتوحة Open Systems التى لا يعاد فيها استعمال المحاليل المغذية . وفيها تنمو جذور النباتات فى بيئة صناعية تسمى بالصوف الصخرى Rockwool (يشبه القطن) وتسقى مماً يحقن أثناء عملية الرى بالمحاليل المغذية المركزة للعناصر المغذية ، ويكون الرى فيها بطريقة التنقيط .

وقد بدأت مزارع الصوف الصخرى فى الدانمرك فى الخمسينيات من هذا القرن وانتشرت فى السنوات الأخيرة فى دول أخرى كثيرة ، وحلّت جزئيًا محل مزارع تقنية الغشاء المغذى (الجزء ٢٣ - ٩ - ٣) التى ترتفع تكاليفها الإنشائية ، وتعتمد كثيرًا على الطاقة فى تشغيلها .

ويصنع الصوف الصخرى بتسخين الحجر الجيرى وصخر البازلت معاً إلى درجة ١٦٠٠°م ، حيث ينصهرا ، ثم يتدفقا فى جهاز يدور بسرعة عالية جدًا ، حيث تتكون من السائل المنصهر ألياف رفيعة تضاف لها مواد أخرى قبل أن تبرد لتجعلها قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة . وعندما يتجمد المنتج النهائى ، فإنه يكون على شكل وسائد طولية من ألياف بقطر ٥ ميكرون ، وتحتوى على ٩٧٪ مسافات بينية مملوءة بالهواء ، وتبلغ كثافتها ٧٠ كجم/ متر مكعب . وتكون الألياف فى وسائد الصوف الصخرى المستعمل فى الأغراض الزراعية رأسية لتسمح بتحرك الماء ونمو الجذور رأسيًا بصورة جيدة . أما الألياف الأفقية ، فإن الجذور لا تتعمق خلالها كثيرا ، بل تميل للنمو الأفقى .

هذا .. ولا يتحلل الصوف الصخرى بيولوجيًا ، ولا يحتوى على أية مواد ذائبة ، وعليه .. فإنه لا يمد النبات بأى غذاء ، كما أنه لا يدمص العناصر المغذية ، لأن سعته التبادلية الكاتيونية لا تذكر . ويتراوح الـ pH فيه من ٧ - ٨,٥ . وفى بداية الزراعة نجد أن الصوف الصخرى يؤدى إلى رفع pH المحلول المغذى الذى يبله لأول مرة بمقدار وحدة pH . وهذا .. فإنه يجب أن يقل pH المحلول المغذى بها القدر عند أول استخدام للوسائد .

ويتوفر الصوف الصخرى على الأشكال التالية :

١ - على شكل حبيبات صغيرة تفيد فى زيادة التهوية بمخاليط الزراعة التى تستعمل فى الأصص ، حيث تضاف للمخاليط بنسبة ٣٣٪ بالحجم .

٢ - على شكل مكعبات طول ضلعها ٤ أو ٧,٥ سم لأغراض إنتاج الشتلات . ترص المكعبات الصغيرة على طاولات الزراعة ، أما الكبيرة ، فإنها تغلف من جوانبها بالبولثيلين لمنع التبخر والنمو الجانبى للجذور فى المكعبات المجاورة . ويمكن أن تجهز المكعبات الكبيرة بانخفاضات صغيرة فى مركزها لتوضع بها المكعبات الصغيرة .

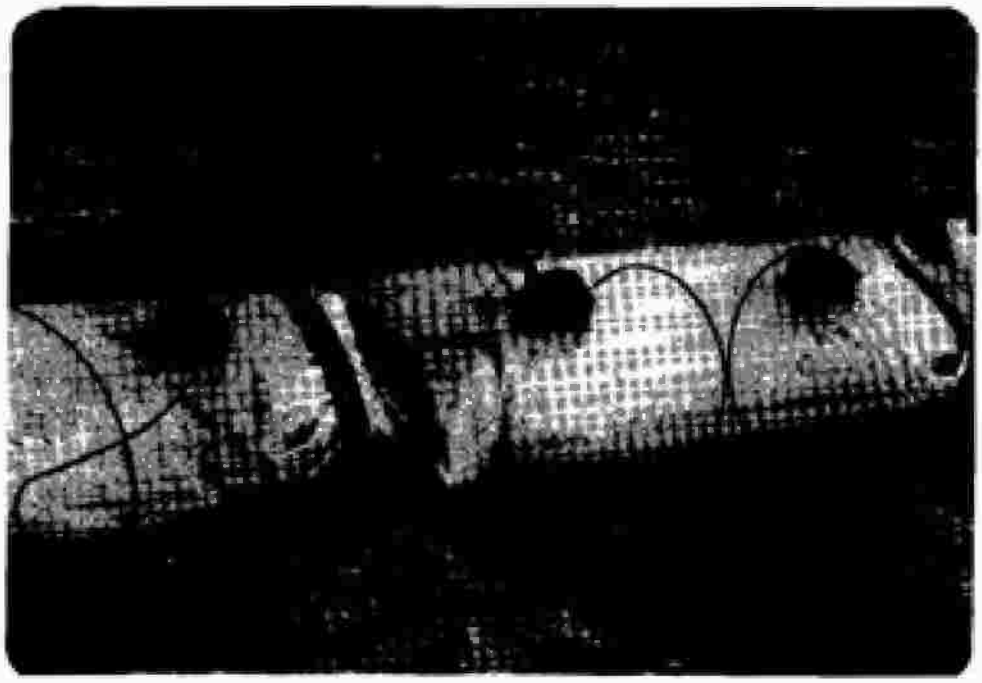
٣ - على شكل وسائد بسمك ٧,٥ سم ، وعرض ١٥ - ٣٠ سم ، وبطول ٧٥ ، ١٠٠ ، ١٢٥ سم .

تنتج الشتلات أولًا فى المكعبات الصغيرة بزراعة البذور فى حفر تعمل فى المكعبات ، وتغطى بصوف صخرى مجبب ، ثم توزع الشتلات على مكعبات أكبر (شكل ٢٣ - ٥) . ويتم أثناء ذلك إعداد البيت بفرشة بالبلاستيك ، وتوزيع الوسائد على خطوط الزراعة بعد تغليفها بالبلاستيك

(شكل ٢٣ - ٦) ، ثم توضع الشتلات بمكعباتها على سطح الوسائد فى فتحات تعمل فى الغلاف البلاستيكى على المسافات المرغوبة . ويراعى أن تكون جذور الشتلة بارزة من المكعبات عند الشتل . ويزرع عادة بكل وسادة نباتا خيار (شكل ٢٣ - ٧) . أو ثلاثة نباتات طماطم (شكل ٢٣ - ٨) . ويكون الرى بطريقة التنقيط باستعمال أنابيب رفيعة (أشكال ٢٣ - ٨ ، ٢٣ - ٩ ، ٢٣ - ١٠) . ويوضح شكل (٢٣ - ١١) التصميم العام للمزرعة .

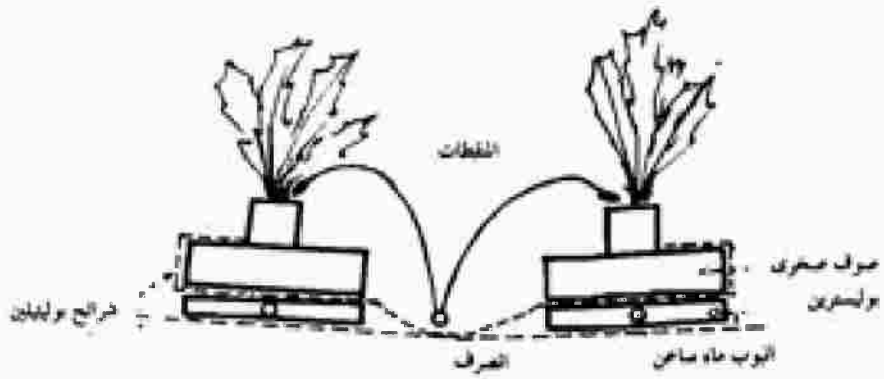
شكل ٢٣ - ٩ : وسائد الصوف الصخري المغلفة بالبلاستيك ، وقد وزعت على أرضية البيت بعد فرشها بالبلاستيك .

شكل ٢٣ – ٨ : نباتات طماطم مربلة رأسيًا فى مزرعة صوف صخرى بمعدل ثلاثة نباتات بكل وسادة . يلاحظ فيها أنابيب الرى بالتنقيط التى تزود كل نبات على حدة بحاجته من المحلول المغذى .

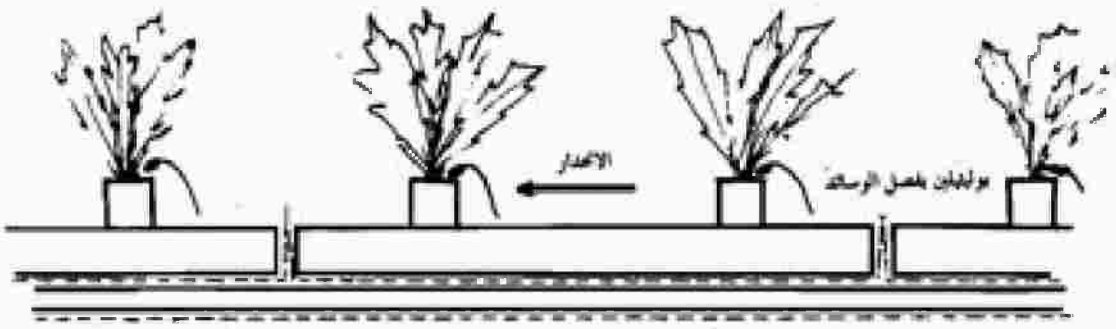


شكل ٢٣ – ٩ : خيار مشتول حديثًا فى مزرعة صوف صخرى . يلاحظ بالصورة أن القطعة التى قطعت فى كيس الوسادة بقدر مساحة مكعب النشطة دون زيادة أو نقصان ، وأن كل نبات يروى على حدة بأنبوب خاص يمده بالمحلول المغذى بطريقة التنقيط .

شكل ٢٣ – ١٠ : رى نبات الفلفل فى مزرعة صوف صخرى بطريقة التنقيط .



مقطع خط الزراعة



منظر جانبى لخط الزراعة

شكل ٢٣ – ١١ : تصميم مزرعة الصوف الصخرى .

ويؤدى تغليف وسائد الصوف الصخرى بالبولیثيلين إلى منع تسرب المحلول المغذى إلى المناطق المنخفضة ومنع انتشار الأمراض . وتشق فتحات صغيرة فى الغلاف البلاستيكى للوسائد قرب القاعدة بالجانبين فى منتصف المسافة بين النباتات ، وكذلك فى نهايتى كل وسادة للمساعدة على تحسين الصرف ، وتشجيع الحركة الأفقية للمحلول المغذى فى الوسادة .

تسقى النباتات دائمًا بالمحاليل المغذية بنظام حقن المحاليل القياسية المركزة فى ماء الرى أثناء عملية الرى . وتحتاج النباتات إلى ثلاث ريّات يوميًا فى المتوسط ، لكن عند الريات قد تختلف عن ذلك حسب حجم النباتات ودرجة حرارة الجو . ويجب أن يتوقف الرى عندما يبدأ تنقيط المحلول المغذى من الوسادة ، مع إعطاء ربة غزيرة كل فترة لغسل تراكم الأملاح داخل الوسائد .

هذا .. ولا يكون توزيع المحلول المغذى متجانسًا فى كل الوسادة . فعندما يكون سمك الوسائد ١٥ سم نجد أن الـ ٢,٥ سم السفلية تكون مشبعة كلية بالماء ، ثم تقل درجة التشبع بالماء تدريجيًا كلما اتجهنا لأعلى إلى أن تصل إلى ١٠٪ فقط من المسافات البينية فى الـ ٢,٥ سم العلوية . أما عندما تكون الوسائد بسمك ٧,٥ ، فإن المحلول المغذى يضاف لها بما يكفى لملء ٧٧٪ من المسافات البينية ، ويترك الباقى مملوءًا بالهواء . ولهذا السبب فإنه يجب عند استعمال مكعبات صغيرة فى إنتاج الشتلات أن توضع على سطح مسامى لتحسين التهوية بها .

ومن الضرورى سحب عينات أسبوعية من المحلول المغذى من داخل الوسائد بحقن خاصة لاختبار تركيز العناصر به ومعرفة أى تغير فى الـ pH . ويتم تعديل معدل حقن المحاليل السمادية المركزة فى ماء الرى ، تبعًا لنتائج التحليل ، بحيث تظل درجة التوصيل الكهربائى دائمًا فى حدود ١,٧ – ٢,٠ ملل موز .

هذا .. ويمكن استخدام وسائد الصوف الصخرى لمدة سنة فى إنتاج الخيار ، ولمدة سنتين فى إنتاج الطماطم . وفى حالة استعمالها لمدة سنتين ، فإنه يجب تعقيمها بعد انقضاء السنة الأولى . ومن المفضل رى المحصول خلال الأيام الأخيرة بالماء فقط للعمل على خفض مستوى الأملاح بالوسائد للزراعة التالية . ويمكن التخلص من الماء الزائد فى الوسائد قبل التعقيم بمنع الرى خلال الأيام الثلاثة الأخيرة من المحصول السابق . كما يساعد وضع الوسائد على جانبها فى سرعة التخلص من الماء الموجود بها . ويجرى التعقيم باستعمال بروميد الميثايل أو بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة بعد رص الوسائد فوق بعضها البعض وتغطيتها بغطاء مناسب لهذا الغرض . ويفضل قلب الوسائد على الجانب الآخر قبل استعمالها فى الزراعة الثانية (Nelson ١٩٨٥) .

٢٣ – ٨ : مزارع مخاليط البيت والمواد الأخرى

تعتبر مزارع مخاليط البيت Peat Mixtures والمواد الأخرى ، كالرمل ، والفيرميكوليت ، والبرليت ، والبوليسترين ، ونشارة الخشب من النظم المفتوحة Open Systems التى لا تستعمل فيها المحاليل المغذية سوى مرة واحدة . وفيها تنمو النباتات فى مخاليط خاصة أساسها البيت موس غالبًا . وقد يكون أى من المخاليط التى لا تحتوى على تربة معدنية وسبق بيانها فى الجزء (١٢ – ٧) . كما يمكن استعمال الخلوط التين فى جدول (٢٣ – ١٦) فى معظم هذه النوعيات من المزارع . هذا .. وتسقى هذه المزارع دائمًا بماء يحقن أثناء الرى بالمحاليل القياسية المركزة للعناصر المغذية ، ويكون الرى بطريقة التنقيط .

جدول (٢٣ - ١٦) : مخلوط من البيت والعناصر الغذائية للاستخدام فى مزارع مخاليط البيت .

المادة	الكمية بالكجم لكل متر مكعب من البيت موس	تركيز العنصر فى المخلوط بالجزء فى المليون
طباشير مسحوق	٤,٢	–
حجر جيرى دولومى	٣,٠	٣٢٦ مغ
سوبر فوسفات أحادى	٤,٧٥	٣٧٠ فو
نترات الأمونيوم	٠,٤٥	١٥٠ ن
كبريتات البوتاسيوم	١,٥	٥٩٠ بو
فرتر العناصر الصغرى Fritt WM 255	٠,٤	–

ومن الضرورى تقدير pH مخاليط الزراعة قبل استعمالها وتعديله إذا لزم الأمر إلى المجال المناسب ، وهو من ٦ - ٦,٥ ، ويكون ذلك بإضافة مسحوق الحجر الجيرى أو الكربيت الزراعى حسب المعدلات التالية :

لرفع pH مخلوط الزراعة من - إلى	تلزم إضافة الكميات التالية من مسحوق الحجر الجيرى بالكيلو جرام لكل ١٠ م٣ من مخلوط الزراعة
٥ - ٦,٠	٢,٢٥
٥ - ٦,٥	٢,٧٠
٦ - ٦,٥	٠,٤٥

لخفض pH مخلوط الزراعة من - إلى	تلزم إضافة الكميات التالية من الكبريت الزراعى بالكيلو جرام لكل ١٠ م٣ من مخلوط الزراعة
٨ - ٧,٠	٠,٧٥
٨ - ٦,٥	١,٣٠
٨ - ٦,٠	١,٨٠

ويلزم الرى جيدًا بعد المعاملة ، مع العلم بأن أثر الكبريت يظهر بعد نحو ٦ - ٩ أسابيع من إضافته (Collins & Jenson ١٩٨٣) .

ونقدم فيما يلى عرضًا موجزًا لأهم أنواع هذه المزارع ، والتى تعد جميعها من المزارع اللاأرضية .

٢٣ - ٨ - ١ : مزارع الأغوار

الغور trough هو المكان المنخفض الطويل الضيق ومزارع الأغوار Trough Cultures هى زراعات تتم فى أحواض بهذا الشكل بعد ملئها بمخلوط زراعة مناسب يكون أساسه البيت موس غالبًا .

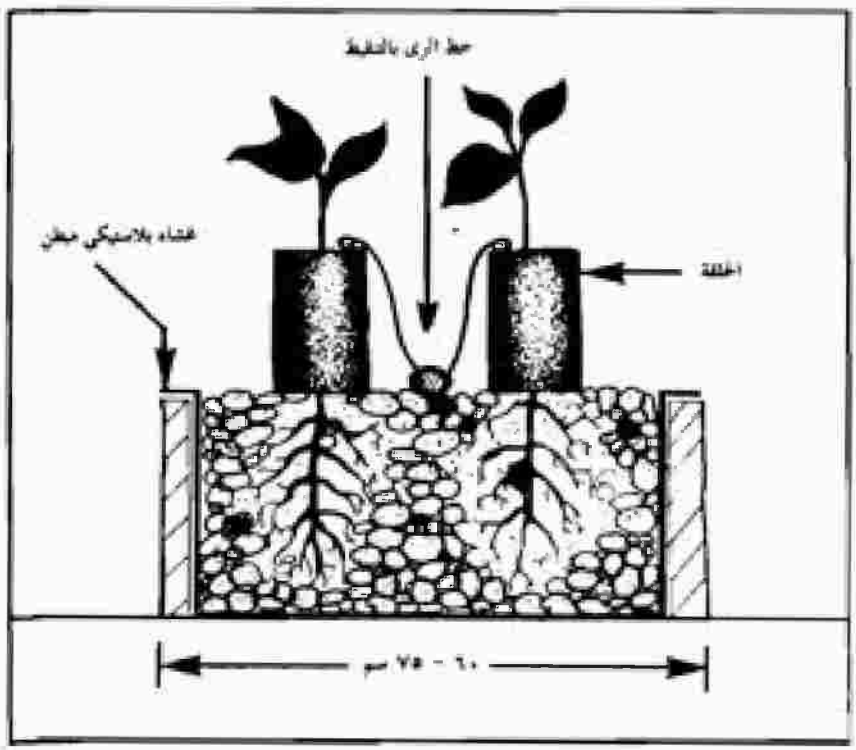
وتقام جوانب الأحواض بعوارض خشبية أو أسمنتية ، وقد تكون من الفيبرجلاس أو المطوب (الطابوق) ، وتبطن من الداخل بغشاء من البولثيلين الأسود بسمك ١٠٠ ميكرون ليفصل المحلول عن التربة . يبلغ عمق الحوض حوالى ٢٥ سم ، وعرضه حوالى ٧٥ سم . ويتراوح الطول المناسب من ٤٠ – ٦٠ مترًا . ويعتمد الصرف على ثقوب يتم عملها فى جوانب الحوض من أسفل ، أو على أنبوب للصرف يوضع بالقاع بعد فرش بطانة البولثيلين وقبل إضافة مخلوط الزراعة . ويلزم فى هذه الحالة تصميم الأغوار بحيث تكون منحدرة قليلاً لتحسين الصرف .

ولا تختلف مزارع الأغوار عن الزراعات الحصى العادية سوى فى إمكانية التحكم الكامل فى بيئة الجذور وتجنب العديد من الإصابات المرضية التى تعيش مسبباتها فى التربة .

ولتفاصيل الخاصة بطريقة إقامة الأغوار وإنتاج الطماطم بها يراجع Sheldrake & Dalby (١٩٦٩) .

٢٣ – ٨ – ٢ : مزارع الحلقات

لا تختلف مزارع الحلقات Ring Cultures عن مزارع الأغوار سوى فى وجود أسطوانات مفتوحة الطرفين من البلاستيك أو الورق غير الشفط المقوى تكون بقطر ٢٠ – ٢٥ سم ، وتوضع على سطح مخلوط الزراعة فى الأغوار وتملأ بنفس المخلوط . تزرع النباتات فى هذه الحلقات التى تشجع على زيادة النمو الجذرى ، وترتفع درجة حرارتها بسرعة أكبر أثناء النهار خلال فصل الشتاء وبداية الربيع . وتروى النباتات عند هذه الحلقات بطريقة التنقيط (شكل ٢٣ – ١٢) .



شكل ٢٣ – ١٢ : مقطع عرضى فى مزرعة حلقات Ring culture .

٢٣ - ٨ - ٣ : مزارع الأكياس

يطلق على الأكياس المستخدمة فى مزارع الأكياس Bag Culture اسم peat modules ، نظرًا لأنها تملأ بمخاليط أساسها البيت موس . وهى أكياس بلاستيكية ، وتكون عادة بطول متر ، وبعرض ٢٠ سم ، وتتسع لزراعة نباتى خيار ، أو ثلاثة نباتات طماطم ، لكن توجد أنواع أخرى من الأكياس ، منها ما هو بطول حوالى ٧٠ سم ، وعرض حوالى ٣٥ سم ، وحجم ٥٠ لتر (شكل ٢٣ - ١٢أ). وتوضع هذه الأكياس على الأرض بامتداد خط الزراعة (شكل ٢٣ - ١٢ب). وقد استعملت كذلك أكياس صغيرة رأسية بحجم ثلثى قدم مكعب وتتسع لنبات واحد . وعمومًا .. فإن أفضل حيز لهو الجذور فى هذا النوع من المزارع يقدر بنحو ١٤ لترًا لكل نبات طماطم .

شكل ٢٣ - ١٢ أ : كيس من مخلوط للزراعة أساسه البيت موس peat module بحجم ٥٠ لتر .

تستعمل فى هذه المزارع أكياس بلاستيكية خاصة لونها الداخل أسود ليناسب نمو الجذور ،

شكل ٢٣ - ١٢ ب : مزرعة أكياس Bag Culture (دائرة الزراعة والإنتاج الحيوانى - العين - الإمارات العربية المتحدة) .

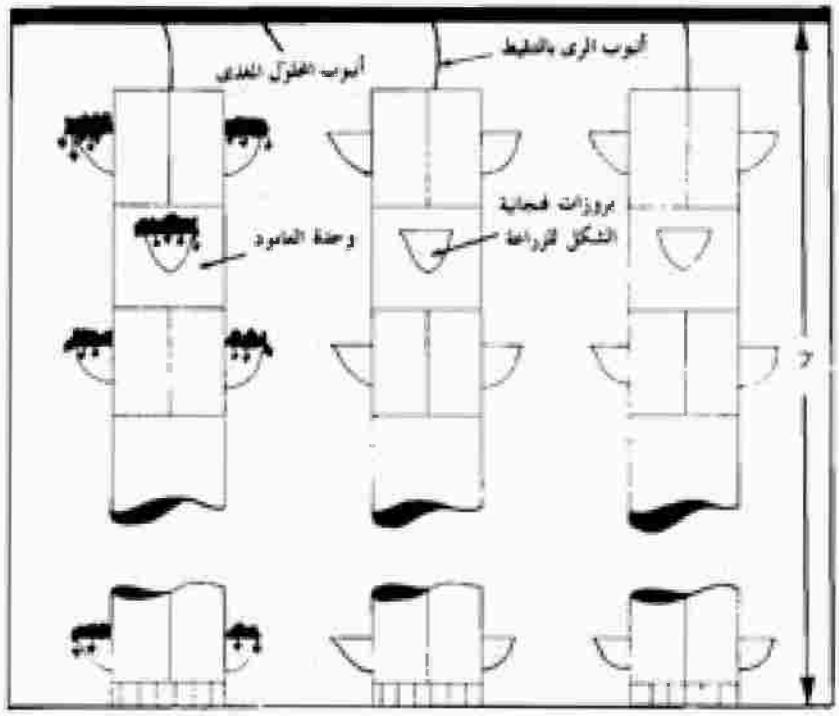
٢٣ - ٨ - ٤ : مزارع الأعمدة

تنمو النباتات فى هذا النوع من المزارع (Column Culture) فى أعمدة رأسية وقد تطورت هذه الطريقة للزراعة فى أوروبا ، خاصة فى إيطاليا ، وإسبانيا .

تستخدم حاليًا أنابيب من الأسبستوس asbestos تثبت فوق بعضها البعض ، ويكل منها عدد من البراويز على شكل فتحات تزرع فيها النباتات ، وتوزع هذه البراويز حلزونيًا على امتداد الأنبوبة وتملأ الأنابيب بخلطة أساسها البيت موس ، وتسقى بمحلول مغذ بطريقة التنقيط من أعلى الأنبوبة . وتسمح هذه الطريقة للزراعة بصرف المحلول المغذى الزائد من قاع العمود (شكل ٢٣ - ١٣) . ويصلح هذا النظام خاصة لزراعة الشليك .

٢٣ - ٨ - ٥ : مزارع الأجولة المدلاة

تعتبر مزارع الأجولة المدلاة Sac Culture طريقة محورة عن مزارع الأعمدة ، وتتميز بأنها أكثر بساطة ، وفيها تستخدم أجولة sacs ، بدلًا من الأنابيب . تصنع الأجولة من البولثيلين (باللون المناسب للدرجة الحرارة السائدة) ، وبسمك ١٥٠ ميكرون ، وتكون بقطر ١٥ سم وطول ٢,٠ متر ، وتملأ بمخلوط البيت مع الفيرميكيوليت ، ويربط طرفها السفلى لمنع سقوط بيئة الزراعة ، وتثبت من طرفها العلوى فى هيكل البيت ، وتترك لتتدلى لأسفل . وتزرع النباتات من خلال ثقوب بقطر ٢,٥ - ٥ سم على محيط هذه الأجولة .



٢٠ - ٢٥ سم

شكل ٢٣ - ١٣ : مزرعة أعمدة Column Culture .

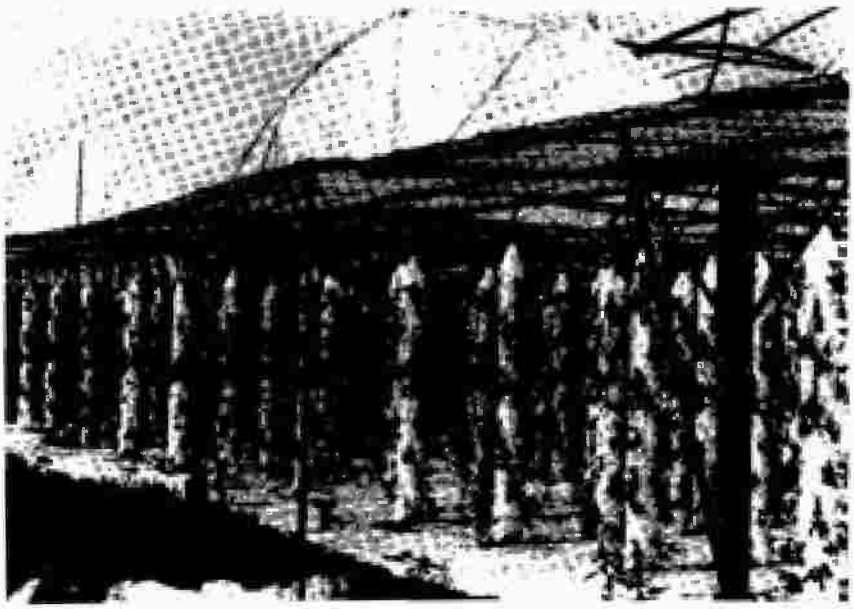
يجرى الري بطريقة التنقيط وتستغرق دورة الري من ٢ - ٥ دقائق ، ويتم فيها تنقيط نحو ١ - ٢ لتر من المحلول المغذي في كل جوال ، ولا يعاد استخدام المحلول الزائد ، بل يصرف من أنبوب خاصة لهذا الغرض . هذا .. ويتم غسل الأجولة جيدًا بالماء مرة كل شهر للتخلص من الأملاح المتراكمة ويفيد هذا النظام خاصة مع الخس والشليك (٢٣ - ١٤) ، وهي محاصيل لا ترتفع كثيرًا في نموها عن سطح الأرض ، وبذلك لا يستفاد جيدًا من الحيز المتحكم فيه داخل البيوت ، لكن الزراعة الرأسية بهذا النظام تسمح بالاستغلال الأمثل لبيئة البيت المحمي .

وقد قامت الشركات الزراعية بتطوير هذا النظام في الزراعة ، واستخدمت لذلك أجولة مبدلة: مملوءة بالبرليت ، ومربوطة بأحزمة من منتصفها تمنع تكدس البرليت في جزئها السفلي (شكل ٢٣ - ١٥) .

ويعمل هذا النوع من المزارع على خفض استهلاك الماء بنسبة قد تصل إلى ٨٠٪ ، مع تسهيل عملية الحصاد ، والمحافظة على نظافة الثمار . ويفيد خاصة مع الشليك الذي يعتبر شديد الحساسية للتلوث بالتربة . وقد قُدِّر في المملكة العربية السعودية أنه يمكن إنتاج محصولين من الشليك في السنة بإنتاجية تصل إلى ٧ كجم لكل متر مربع ، أو ما يعادل تقريبًا ٧٠ طنًا من الثمار للهكتار ، بالمقارنة

بنحو ١٣ – ١٤ طنًا للهكتار فى الزراعات المكشوفة فى المناطق الباردة (Arab World Agribusiness العدد الرابع ١٩٨٥) .

شكل ٢٣ – ١٤ : إنتاج الشليك فى مزارع الاجولة المدلاة (شركة .j.r. provence – فرنسا) .



شكل ٢٣ - ١٥ : منظر عام لمزرعة أجولة مدلاة (شركة Topad Agrodevelopment ، عن مجلة الزراعة فى الشرق الأوسط - العدد الرابع ، ١٩٨٥) .

٢٣ - ٩ : المزارع المائية التى لاتستخدم فيها بيئات صلبة لتثبيت الجذور

نناقش فى هذا الجزء أنواع المزارع المائية التى تنمو فيها الجذور فى المحاليل المغذية مباشرة ، ولا نستعمل فيها بيئات صلبة لدعم النبات وتثبيت جذوره . وتلك هى المزارع المائية الحقيقية من بين جميع أنواع المزارع اللاأرضية . وهى تعتبر من النظم المغلقة التى يستخدم فيها المحلول المغذى لمدة طويلة قبل التخلص منه وتحضير غيره من جديد . وفيها تسقى النباتات بالمحلول المغذى مباشرة ، فلا حاجة لحقن محاليل سمادية مركزة فى ماء الرى ، لكن تكون هناك حاجة لخزانات كبيرة تسع لضعف كمية المحلول المغذى التى تحتاجها جميع نباتات المزرعة يوميًا لتحقيق نوع من الأمان بالنسبة لتغذية النباتات. وتثبت النباتات فى مكانها فى هذه النوعية من المزارع بجعل منطقة التاج (قاعدة الساق) تستند إلى طبقة رقيقة من وسط صلب يكون غالبًا هو غطاء المجرى أو المكان الذى تنمو فيه الجذور .

ويلزم لنجاح هذه النوعية من المزارع المائية تحقيق شرطين أساسيين هما :

١ - توفير الأكسجين الكافى لنمو الجذور ، نظرًا لأنها تستنفد ما يوجد بالمحلول المغذى من أكسجين خلال فترة قصيرة ، فى حين يستمر استعماله لمدة طويلة . وتختلف طرق توفير احتياجات الأكسجين اللازمة لتنفس الجذور حسب نوع المزرعة . وسنناقش الطريقة المناسبة لكل نوع من المزارع فى حينها .

٢ - حجب الضوء عن الجذور : يمكن للنباتات أن تنمو بصورة طبيعية ، بغض النظر عما إذا كانت جذورها معرضة للضوء ، أم أنها تنمو فى الظلام ، لكن المهم هو أن تبقى جذورها دائمًا مغمورة فى الماء ، أو أن يكون الجو المحيط بها مشبعًا تمامًا بالرطوبة . وترجع أهمية حجب الضوء إلى أن الظلام يمنع نمو الطحالب ، بينما يساعدها الضوء على النمو . ويؤدى نموها إلى منافسة النباتات على العناصر الغذائية وإلى رفع pH المحلول المغذى ، كما أنها تنافس النباتات على الأكسجين ليلًا . ويؤدى تحللها إلى إنتاج مواد سامة قد تتعارض مع النمو الطبيعى للنباتات .

هذا .. وتخدم المخاليل المغذية فى هذه المزارع - كما فى جميع النظم المقفلة - بنفس الطرق التى سبق شرحها تحت مزارع الحصى فى الجزء (٢٣ - ٥ - ١) .

ومن أهم مزايا المزارع المائية ذات النظم المقفلة أنه يمكن التحكم التام فى بيئة الجذور من حيث محتواها من العناصر الغذائية ، ودرجة حرارتها ، وضمان خلوها من مسببات الأمراض التى تصيب النباتات عن طريق الجذور .

فمن حيث محتوى المحلول المغذى من العناصر الغذائية ، فإنه يمكن تحضير المحلول المثالى الذى يناسب المحصول ومرحلة النمو النباتى (الجزء ٢٣ - ٢ - ٩) ، مع مراقبته وتعديل تركيبه كلما لزم الأمر أثناء الاستعمال (الجزء ٢٣ - ٥ - ١) .

كما يمكن التوفير فى تدفئة البيوت المحمية شتاءً فى زراعات الطماطم بخفض درجة حرارة البيت ليلًا إلى ١٦ - ١٨°م مع رفع درجة حرارة المحلول المغذى إلى ٢٣ - ٢٨°م من الشتل حتى بداية موسم الحصاد . ورغم أن إجراء هذه المعاملة تسبب فى تأخير الحصاد ، إلا أنها أدت إلى زيادة المحصول الكلى وعائد الزراعة . وقد ساعد الاستمرار فى رفع درجة حرارة المحلول المغذى إلى نهاية موسم الحصاد (مع الحرارة المناسبة للنموات الخضرية) إلى زيادة المحصول بنحو ١٠٪ . هذا .. مع العلم بأن تدفئة المحلول المغذى سهلة وميسورة وأقل تكلفة من تدفئة هواء الصوبة ، كما أن الحرارة التى تفقد من المحلول المغذى تتسرب إلى هواء البيت ، وهو الأمر الذى قد لا يتحقق عند تدفئة التربة (Resh ١٩٨٦) .

كذلك يفيد التحكم فى درجة حرارة المحلول المغذى فى الحد من انتشار بعض الأمراض الهامة وقد أمكن بهذه الطريقة الحد من انتشار أعفان جذور السباغ المتسببة عن الفطريات **Pythium** **aphanidermatum** و (Gold & Stanghellini) **P. dissotocum** ١٩٨٥) .

وفضلًا عن أن المخاليل المغذية تكون فى البداية خالية تمامًا من جميع المسببات المرضية ، فإنه قد يكون من الممكن تعقيمها بصورة أيسر مما فى حالة تعقيم التربة أو بيئات الزراعة الأخرى . وتوجد محاولات لتعقيم المخاليل المغذية بتعريضها للأشعة فوق البنفسجية . فمثلًا .. وجد Buyanovsky وآخرون (١٩٨١) أن معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية (572 $Jm^{-2}h^{-1}$) لمدة ٣ ساعات يوميًا طوال فترة زراعة الطماطم أحدثت نقصًا فى عدد الكائنات الدقيقة بالمحلول المغذى من ٥٠٠ - ٨٠٠ × ٣١٠ إلى ١٠ - ٥٠ × ٣١٠/ مل ، لكن Collins & Jensen (١٩٨٣) يذكران أنه بينما كانت معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية مجدية فى تقليل أعداد البكتريا المسببة للأمراض فى تغذية العشاء المغذى فى الخيار ، فإن هذه المعاملة لم تكن مفيدة فى أريزونا لأنها أحدثت نقصًا فى أعداد البكتريا خلال اليومين الأولين فقط من المعاملة أعقبته زيادة أعداد البكتريا بعد ذلك إلى

ما كانت عليه قبل الإشعاع ، حتى مع استمرار الإشعاع . وبينما تسببت المعاملة في قتل الجراثيم السابحة (zoospores) لفطر الـ **Pythium** في المحاليل المغذية ، إلا أنها تسببت أيضًا في تحويل الحديد إلى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات ، وهو الأمر الذي تطلب إضافة المزيد من الحديد بعد كل معاملة تعريض للأشعة .

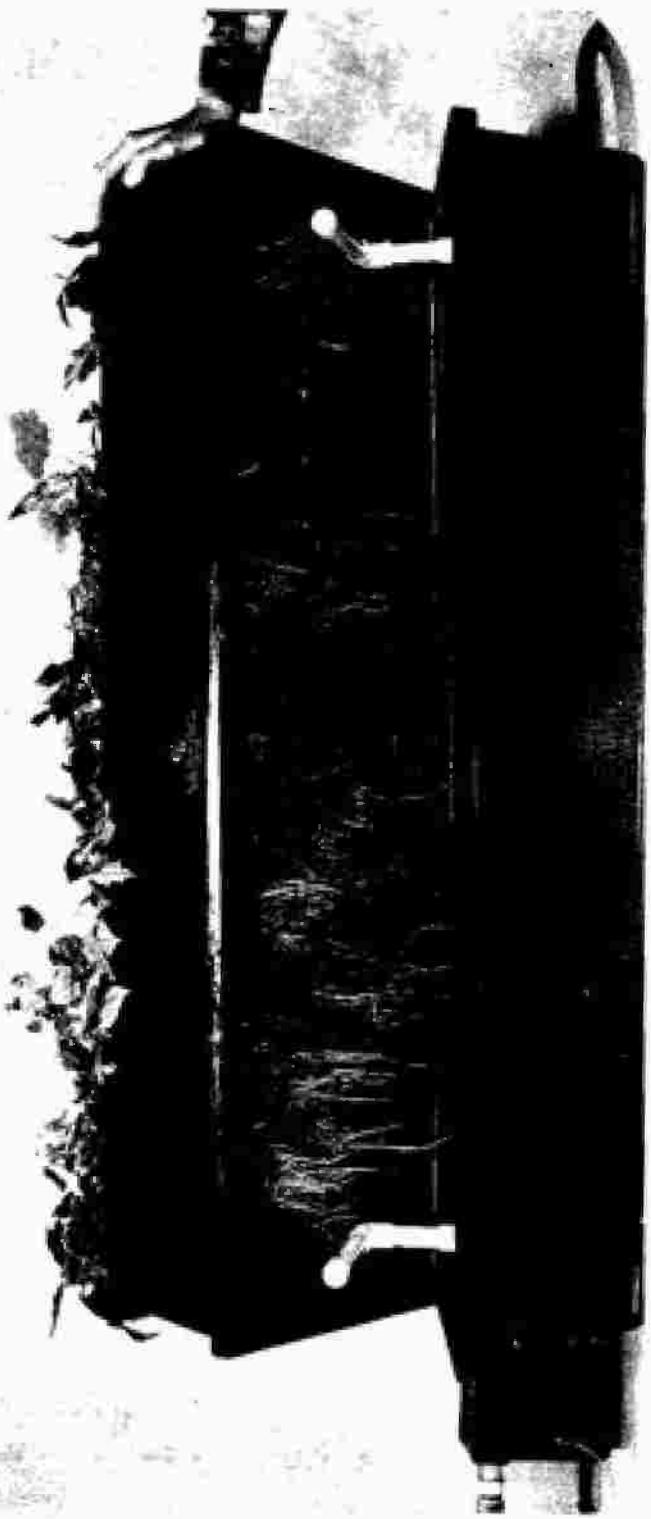
٢٣ - ٩ - ١ : مزارع المحاليل المغذية

تعتبر مزارع المحاليل المغذية Nutrient Solution Culture أول أنواع المزارع المائية استخدامًا على النطاقين البحثي والتجاري ، وفيها تبقى الجذور في المحلول المغذي داخل حيز مغلق قد يكون وعاءًا بلاستيكيًا بحجم مناسب (للأغراض البحثية والتعليمية ، شكل ٢٣ - ١٦)أو أحواض أسمنتية مطلية بالبيتومين (الزفت) تصلح للإنتاج التجاري . وتختلف الأحواض المستعملة لهذا الغرض في العرض من ٣٠ - ١٠٠ سم ، وفي الطول من ٦٠ - ٢٥٠ سم ، وفي العمق من ١٥ - ٢٢,٥ سم . وهي تملأ بالمحلول المغذي لعمق ١٠ - ١٥ سم ، وتترك مسافة ٥ - ٧,٥ سم حتى غطاء الحوض الذي يكون صالحًا لكل من زراعة البذور ، أو تثبيت الشتلات حسب طريقة الزراعة المتبعة (شكل ٢٣ - ١٧) .

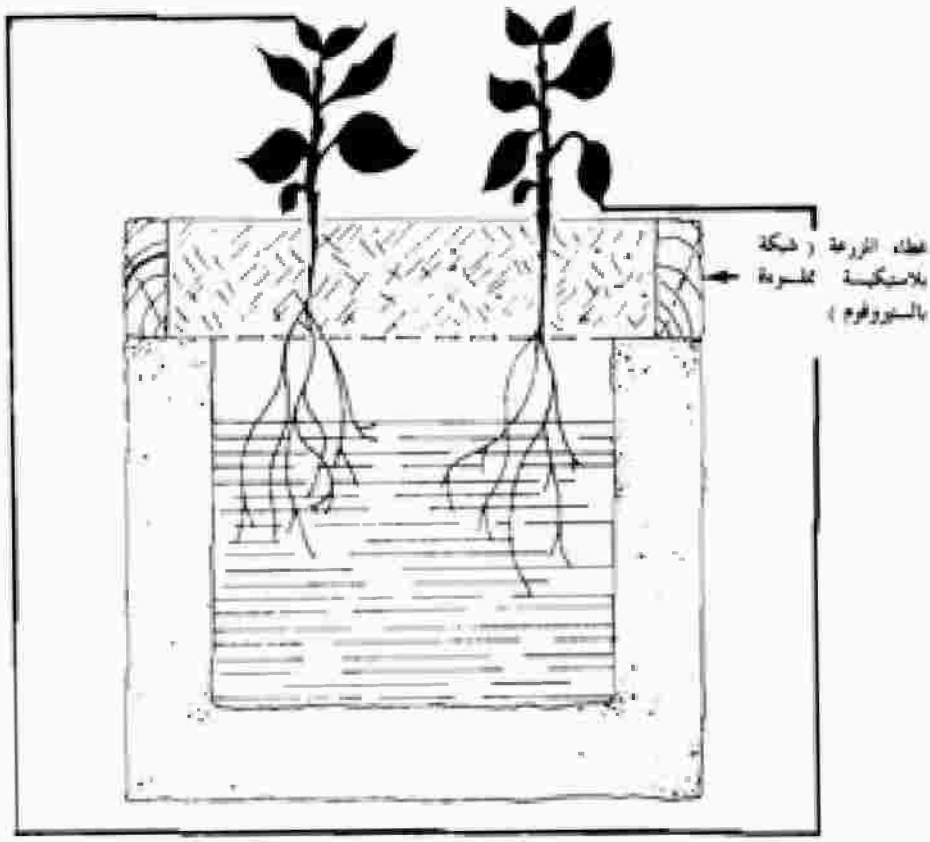
يتكون غطاء الحوض (يطلق عليه اسم طاولة مهاد الزكام المبعثر litter tray) من شبكة بلاستيكية (بدلًا من شباك السلك المخلفن التي كانت تستعمل سابقًا ، حتى يمكن تلافي مشكلة التسمم من الزنك) تملأ بالستيروفوم styrofoam وجزيئات بلاستيكية أخرى (بدلًا من القش ، وبرى الخشب ، ونشارة الخشب ، والبيت موس ، وقشور الأرز ، وهي المواد التي كانت تستعمل سابقًا) . تكون الشبكة بما فيها من مواد مالئة بسمك ٥ - ١٠ سم ، ويمكن أن تزرع فيها البذور مباشرة أو تثبت فيها الشتلات .

وفي البداية (بعد زراعة البذور أو الشتل) يكون مستوى المحلول المغذي في الحوض مرتفعًا إلى ما يقرب من ١ - ٢,٥ سم من الجانب السفلي لشبكة الغطاء ، لكن دون أن يبللها . ومع نمو الجذور ينخفض مستوى المحلول المغذي تدريجيًا إلى أن تصبح المسافة بين الجانب السفلي للشبكة وسطح المحلول المغذي في الحوض من ٥ - ٧,٥ سم . ويمكن التحكم في مستوى المحلول المغذي وإبقائه ثابتًا في الحوض باستعمال أنبوب لتصريف المحلول الزائد عن المستوى المرغوب (Resh ١٩٨١) .

هذا .. ويتم توفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور في هذا النوع من المزارع بواسطة مضخة صغيرة تعمل بصفة دائمة ، وتدفع الهواء من خلال ثقوب توجد في أنبوب بقاع حوض الزراعة ، فيخرج على شكل فقاقيع ؛ فينوب بذلك جزء من الأكسجين في المحلول المغذي . وقد حقق مركز بحوث وتطوير الخضر الأسيوي (AVRDC) تطورًا كبيرًا في مجال هذا النوع من المزارع المائية في التوصل إلى طريقة لنمو النباتات في محاليل مغذية ، دون الحاجة لتهويتها وفي هذه الطريقة تزرع النباتات بحيث تمتد جذورها خلال حيز هوائي عريض تحصل منه على احتياجاتها من الأكسجين قبل أن تمتد في المحلول المغذي (شكل ٢٣ - ١٨) (Asian Veg. Res. Dev. Center ١٩٨٦) .



شكل ٢٣ - ١٩ : مزرعة عمالية مغلقة للأغراض البحثية والتعليمية .

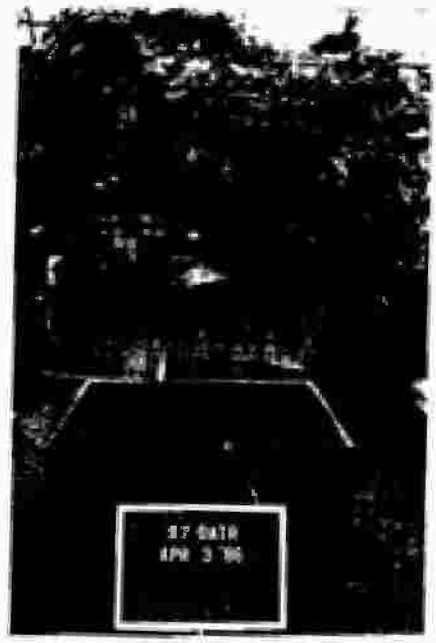


شكل ٢٣ - ١٧ : مقطع عرضي في مزرعة محلول مُغذٍّ لجارية .

٢٣ - ٩ - ٢ : مزارع الأنابيب

تستعمل في مزارع الأنابيب Tube Cultures أنابيب من البولي فينايل كلورايد (PVC) بقطر ٤ بوصة تشق طوليًا إلى نصفين ، ويغطى مكان القطع بالبلاستيك الأسود لمنع نفاذ الضوء . وتستخدم هذه الأنصاف في زراعة النباتات ذات النمو الخضري والجذري المحدودين ، كالخس والشليك . ويتم عمل ثقوب في البلاستيك تثبت فيها النباتات وتبقى الجذور داخل الأنبوبة التي يمر فيها المحلول المغذي بصورة دائمة ، وهذا .. فإنها يجب أن تكون مائلة بمقدار ٧,٥ سم كل ٣٠ مترًا لتعمل على حسن انسيابه فيها . هذا .. ويعاد استعمال هذه الأنابيب في الزراعة بعد تعقيمها ببيوكلوريد الصوديوم ، لكن يستعمل معها غطاء بلاستيكي جديد .

وتتحقق التهوية اللازمة للمحلول المغذي في هذه النوعية من المزارع أثناء مروره من الأنابيب إلى خزان المحلول . ويساعد وضع عدد من الحواجز في طريقه إلى زيادة اختلاطه بالهواء (Resh ١٩٨١) .



شكل ٢٣ - ١٨ : نباتات الطماطم وقد أنتجت نموًا جذريًا كثيفًا فى مزرعة محلول مُعلَّق . يلاحظ أن الجزء العلوى من المجموع الجذرى لا يكون مغمورًا فى المحلول المغذى ، وبذلك تحصل الجذور على حاجتها من الأكسجين من الهواء الجوى مباشرة (AVROC ١٩٨٦) .

٢٣ - ٩ - ٣ : تقنية الغشاء المغذى

تتواجد جذور النباتات فى تقنية الغشاء المغذى Nutrient Film Technique (اختصارًا NFT) بين طبقتين من البلاستيك تحصران بينهما حيزًا ضيقًا ينساب فيه المحلول المغذى بصورة دائمة على شكل غشاء بسمك ٣ ملليمتر فقط . وقد توصل إلى هذه الطريقة Allen Cooper فى الـ Glasshouse Crops Research Institute بإنجلترا عام ١٩٦٥ . ويطلق على هذا النظام أحيانًا اسم تقنية تدفق المحلول المغذى Nutrient Flow Technique . وقد انتشرت تقنية الغشاء المغذى الآن فى أوروبا وأمريكا وفى بقاع أخرى من العالم .

مزايا وعيوب تقنية الغشاء المغذى

من أهم مميزات تقنية الغشاء المغذى ما يلى :

١ - لا حاجة للتعقيم بين الزراعات المتتالية ، نظرًا لأن الأغشية البلاستيكية لا يعاد استعمالها . وفى ذلك توفير فى الطاقة والجهد والوقت ، بالإضافة إلى تقليل احتمالات تلوث البيئة ومصادر المياه بالمبيدات المستخدمة فى التعقيم . ويكفى مجرد غسل قنوات الزراعة وخزان المحلول المغذى والأنابيب بالفورمالين بتركيز ٢٪ بين الزراعات المتتالية .

٢ – التوفير فى الماء ، نظرًا لأن المحلول المغذى يمر فى نظام مغلق ؛ فلا يتعرض للتبخر .

٣ – يحضر المحلول المغذى ويختبر ويعدل فى نقطة واحدة ، ويمكن أن يجرى ذلك آليًا ، كما يمكن تدفئته بسهولة إلى الدرجة المناسبة (وهى ٢٥°م للطماطم ، و ٢٩°م للخيار) ، وبذلك يمكن التوفير فى الطاقة .

٤ – يمكن مكافحة الآفات بسهولة بإضافة المبيدات الجهازية التى تمتص عن طريق الجذور إلى المحلول المغذى .

٥ – قلة التكاليف الإنشائية نسبيًا .

ومع نجاح هذه النوعية من المزارع فى أوروبا وأمريكا ، فإنها تعد أيضًا من أنسب أنواع المزارع المائية لدول الشرق الأوسط التى تكون أراضيها الرملية جيرية ، أو تقل فيه المياه الصالحة للزراعة .

ومن أهم عيوب تقنية الغشاء المغذى ما يلى :

١ – سرعة انتشار الأمراض التى تصيب النباتات عن طريق الجذور ، لكن يفترض دائمًا أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع وصول هذه الأمراض إلى المزرعة ، خاصة أنها تكون فى البداية خالية تمامًا منها .

٢ – احتمال إصابة قاعدة ساق النبات بما يشبه الاحتراق collar burn نتيجة تراكم الملح على قاعدة النبات بالقرب من مكان تلامس الساق مع غشاء المحلول المغذى . ولا يحدث ذلك إلا إذا كان المحلول راكدًا فى هذه المنطقة (وهو الأمر الذى يحدث إن كان بها انخفاضًا) ، أو إذا كان غشاء المحلول المغذى أسمك من اللازم . وتعالج هذه المشكلة بالاهتمام بهندسة النظام لضمان تدفق المحلول المغذى فى غشاء بالسمك المناسب .

تصميم مزارع تقنية الغشاء المغذى

يتم أولًا إعداد قنوات مستوية تمامًا وخالية من أية تعرجات ، وتوضع على أرضية من الأحسن مائلة بمقدار ١٪ . وتصنع هذه القنوات من الخشب ، أو البلاستيك ، أو المعدن ، أو الأحسن (شكل ٢٣ – ١٩) . وترجع أهمية استواء القنوات إلى عدم إعطاء أية فرصة لتوقف المحلول المغذى بأية انخفاضات قد توجد بها ، نظرًا لأن البقع الراكدة تصبح خالية من الأكسجين بعد فترة قصيرة من تغذى الجذور .

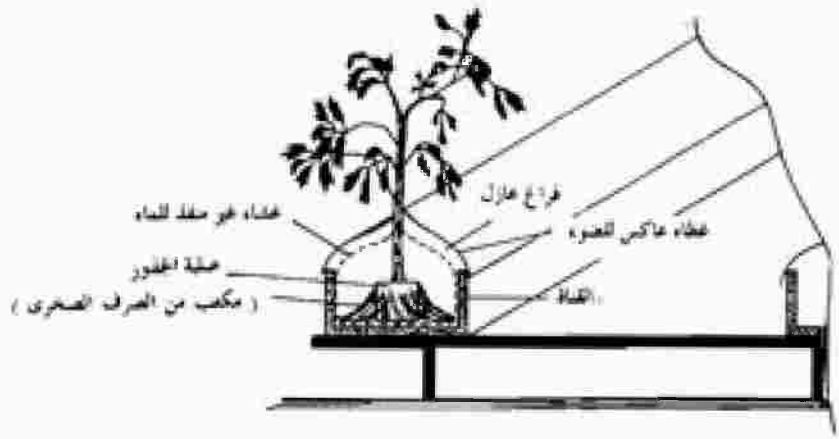
يبلغ عرض القنوات عادة ٢٣ سم ، وارتفاعها ٥ سم فى مزارع الطماطم والخيار ، أما طولها ، فيجب ألا يزيد عن ٣٠ – ٤٠ مترًا كحد أقصى ، ويجب أن تكون غير منفذة للماء . وفى حالة صنعها من مواد منفذة للماء ، فإنه يلزم تبطينها بغشاء بلاستيكى . وفى هذه الحالة يجب أن يكون الغشاء عريضًا بالقدر الذى يكفى لتغطية قمة القناة ومكعبات إكثار الشتلات . ويستعمل لذلك الغرض غشاء بلاستيكى بسمك ١٣٠ ميكرون على الأقل ، لأن الأغشية الأقل سمكًا من ذلك يمكن أن تلتصق بها الجذور وتتشابك ، مما يجعل المحلول المغذى يمر من حول الجذور ، بدلًا من أن يمر من خلالها . أما القنوات التى تصنع من مواد غير منفذة للماء ، فإنها لا تحتاج إلى تبطين ، ولكنها تحتاج إلى غطاء ، وقد يكون هذا الغطاء من البلاستيك أو أية مادة غير صلبة . وترجع أهمية أغطية القنوات

إلى أنها :

١ - تمنع فقد الماء بالبخر .

٢ - تحجب الضوء عن القنوات ، فتمنع بذلك نمو الطحالب التى تمتص الغذاء ، وتؤدى إلى بعض أسباب غشاء الحلول المغذى .

٣ - تساعد على التحكم فى درجة حرارة الجذور .

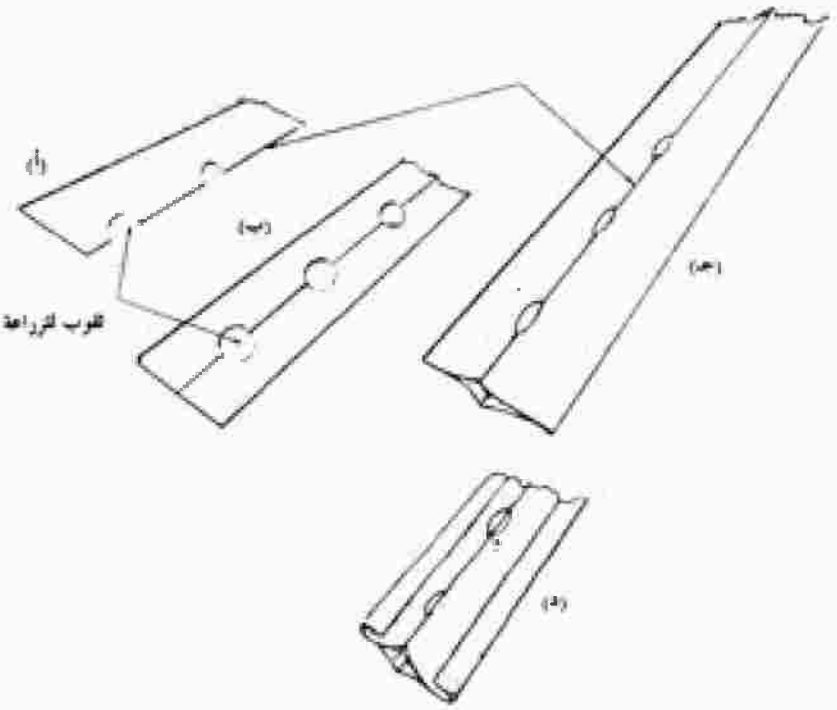


شكل ٢٣ - ١٩ : قناة تقنية الغشاء المغذى ، وقد بطنت بالبولثيلين .

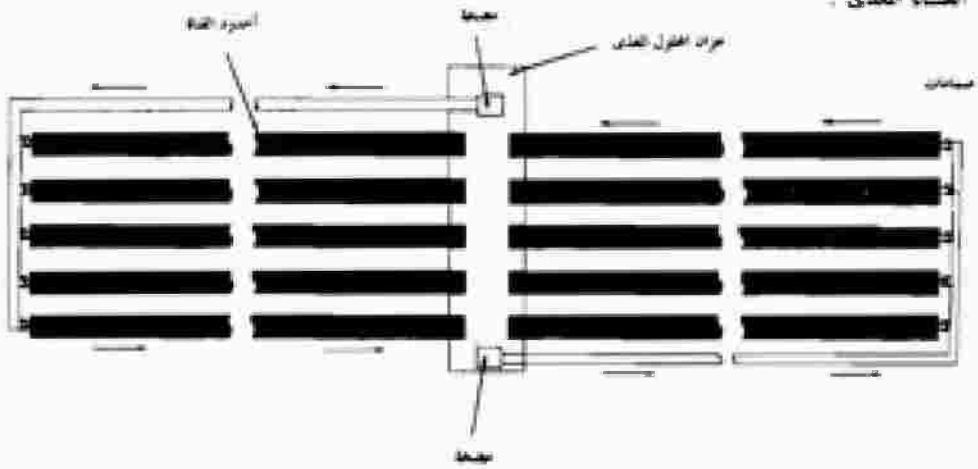
ومن المفضل أن يكون السطح الخارجى لأغطية القنوات أبيض أو فضى اللون لتقليل اكتساب الحرارة ، وللعمل على عكس الضوء وتشتيته حول النباتات التى قد تكون بحاجة إليه فى المناطق والظروف التى تقل فيها شدة الإضاءة . هذا .. بينما يؤدى الغطاء الأسود إلى رفع درجة حرارة الهواء كثيرًا داخل القنوات فى الأيام الحارة صيفًا إلى القدر الذى قد يضر بالجذور . أما الغطاء البلاستيكى الأبيض فإنه لا يحجب الضوء بالقدر الكافى . وعليه .. فإن الغشاء البلاستيكى المستعمل فى تغطية القنوات يكون ذا لون أسود من الداخل وأبيض من الخارج . وقد تستعمل فى المناطق الشديدة الحرارة أغطية للقنوات عازلة للحرارة تتكون من غشاءين من البلاستيك بينهما مسافة من الهواء الساكن . هذا .. وتتوفر بالأسواق شرائط بولثيلين جاهزة للاستعمال فى تقنية الغشاء المغذى (شكل ٢٣ - ٢٠) .

ويتجمع المحلول المغذى بالجاذبية الأرضية فى خزان يوضع فى نهاية القنوات ، ثم يعاد ضخه من الخزان إلى قناة رئيسية تكون متعامدة على النهايات العلوية للقنوات ، وتزودها بالمحلول من خلال أنابيب رفيعة أو صمامات خاصة (شكلا ٢٣ - ٢١ ، ٢٣ - ٢٢) . ويتم ضبط معدل تدفق المحلول المغذى بحيث يكون على صورة غشاء بسمك ٣ مم على امتداد قاع القناة ، لأن زيادة سمكه عن ذلك تؤدى إلى حجب الأكسجين عن الجذور . ولتحقيق ذلك يفضل أن يكون معدل تدفق المحلول

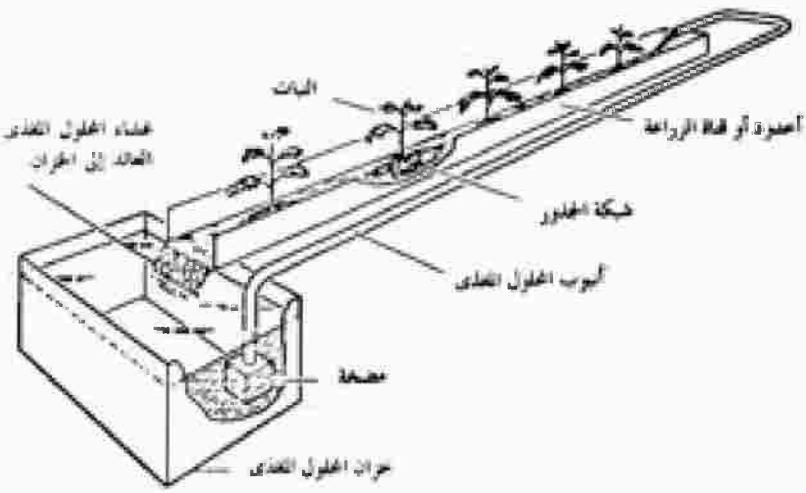
المغذى حوالى ٢ لتر/ دقيقة بكل فتحة . ويستمر تدفق المحلول طول الوقت أحيانًا أو لمدة ١٠ دقائق كل ١٥ دقيقة فى أحيان أخرى . هذا .. وتخدم كل مضخة مساحة من المزرعة تتراوح من ١٩٠٠ - ٢٠٠٠ متر مربع (Wittwer & Honma ١٩٧٩ ، Nelson ١٩٨٥ ، مجلة الزراعة فى الشرق الأوسط - العدد الرابع ١٩٨٥) .



شكل ٢٣ - ٢٠ : خطوات إعداد شرائط البولييثيلين الخاصة التى تستخدم فى تكوين قنوات تغذية الغشاء المغذى .



شكل ٢٣ - ٢١ : تصميم مزرعة تقنية الغشاء المغذى .



شكل ٢٣ – ٢٢ : التصور العام لكيفية تصميم قناة الزراعة فى تقنية الغشاء المغذى ، وحركة المحلول المغذى على شكل غشاء رقيق بها .

المحلول المغذى

اقترح A. Cooper استعمال المحلول المغذى المبينة مكوناته فى جدول (٢٣ – ١٧) ، والذى يطبق تركيز مختلف العناصر به كما فى جدول (٢٣ – ١٨) . وقد استعمله Cooper مع أكثر من ٥٠ نوعًا من الخضر ونباتات الزينة لمدة ثلاث سنوات متصلة دون أية مشاكل . هذا .. وتوجد تحضيرات تجارية جاهزة من أملاح المخاليل المغذية خاصة بتقنية الغشاء المغذى ، وتباع عادة فى مخلوطين منفصلين يضاف كل منهما منفردًا إلى خزان المحلول لمنع ترسب الأملاح . وفيما عدا ذلك . فإن المخاليل المستعملة فى تقنية الغشاء المغذى لا تخرج فى جوهرها عما سبق بيانه فى الجزء (٢٣ – ٢ – ٩) .

تستعمل هذه المخاليل عادة لمدة أسبوعين ، ثم يستغنى عنها وتحضر مخاليل جديدة ، وقد تستعمل لمدد أطول من ذلك وفى كل الحالات يلزم تعويض الماء المفقود بالنتح يوميًا ، حتى يظل حجم المحلول ثابتًا . ويمكن أن يتم ذلك بأن يركب على مصدر الماء الذى يصب فى خزان المحلول صمام يفتح ويغلق آليًا بواسطة عوامة خاصة .

وسواء استعمل المحلول المغذى لمدة أسبوعين أم لمدة أطول من ذلك ، فإنه يلزم اختباره يوميًا لتقدير الـ pH ، ودرجة التوصيل الكهربائى (EC) . فالـ pH يجب أن يظل دائمًا فى حدود ٦ – ٦,٥ ، ويعدل عند الضرورة بإضافة أيدروكسيد البوتاسيوم فى حالة انخفاض الـ pH عن ٦ ، أو حامض الكبريتيك عند ارتفاعه عن ٦,٥ . كما أن درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى المقترح استعماله (جدول ٢٣ – ١٧) تقدر بنحو ٣ ملل موز ، فإذا انخفضت مع الاستعمال إلى ٢ ملل موز لزمت إضافة جميع التركيبات المستعملة فى تحضير المحلول بالقدر الذى يكفى لإعادة القراءة إلى ٣ ملل موز . ويمكن أن يتم ذلك كله آليًا .

جدول (٢٣ - ١٧) : كميات الأملاح اللازمة لتحضير المحلول المغذى المثالى لمزارع تقنية الغشاء المغذى .

المركب	التركيب الكيميائى	الكمية اللازمة بالجرام / ١٠٠٠ لتر
فوسفات البوتاسيوم ثنائى الأيدروجين Potassium dihydrogen phosphate	KH_2PO_4	٢٦٣
نترات البوتاسيوم	KNO_3	٥٨٣
نترات الكالسيوم	$Ca(NO_3)_2 . 4H_2O$	١٠٠٣
كبريتات المغنسيوم	$MgSO_4 . 7H_2O$	٥١٣
الحديد المخلبى EDTA iron	$[CH_2 . N(CH_2 . COO)_2]_2 FeNa$	٧٩
كبريتات المنجنيز Manganous sulphate	$MnSO_4 . H_2O$	٦,١
حامض البوريك	H_3BO_3	١,٧
كبريتات النحاس	$CuSO_4 . 5H_2O$	٠,٣٩
موليبدات الأمونيوم	$(NH_4)_6 Mo_7O_2 . 4H_2O$	٠,٣٧
كبريتات الزنك	$ZnSO_4 . 7H_2O$	٠,٤٤

جدول (٢٣ - ١٨) : التركيزات المناسبة للعناصر فى المحاليل المغذية التى تستعمل فى تقنية الغشاء المغذى .

العنصر	الرمز	التركيز (جزء فى المليون)
النيتروجين	ن N	٢٠٠
الفوسفور	فو P	٦٠
البوتاسيوم	بو K	٣٠٠
الكالسيوم	كا Ca	١٧٠
المغنسيوم	مغ Mg	٥٠
الحديد	ح Fe	١٢
المنجنيز	من Mn	٢
البورون	ب B	٠,٣
النحاس	نح Cu	٠,١
الموليبدنم	مو Mo	٠,٢
الزنك	ز Zn	٠,١

أما بالنسبة لتوفر الأكسجين اللازم لتنفس الجذور ، فإنه لا يقل فى تقنية الغشاء المغذى عما فى الأراضى الجيدة الصرف ، لأن المحلول المغذى يتعرض دائمًا للهواء ، كما أنه يمتزج ويختلط بالهواء فى أماكن تساقط المحلول فى الخزان وفى الغشاء المغذى الذى ينحدر قليلًا على امتداد قاع القناة .

هذا .. وبينما نجد أن الأكسجين يصل إلى جذور النباتات النامية فى التربة مباشرة من فراغات التربة المملوءة بالهواء ، فإنه يصل إلى جذور النباتات النامية فى المحلول المغذى مع تيار المحلول المحتوى على الأكسجين الذائب . وعليه .. فإن المحلول المغذى يجب أن يتحرك بحرية حول الجذور ، حتى يمدها بحاجتها من الغاز . فإذا توقفت حركة المحلول ما بين تفرعات الجذور الكثيفة ، فإن الأكسجين يقل كثيرًا حولها ، بينما يزداد تركيز الغازات الناتجة من نشاط وتنفس الجذور ، مثل ثانى أكسيد الكربون ، والإيثيلين ، وأكسيد ثنائى النيتروجين dinitrogen oxide .

وقد وجد بالفعل أن الأصص الصغيرة المحتوية على بيتات قوامها البيت والرمل ، والتى تستخدم فى تثبيت النباتات فى تقنية الغشاء المغذى كانت سيئة التهوية ، وقل فيها كثيرًا تركيز الأكسجين . وقد أدى استبدال هذه البيتات بأخرى غير عضوية أكثر مسامية ، مثل البرليت ، أو الصوف الصخرى ، أو الكابوجرو Capogro إلى التخلص تمامًا تقريبًا من أعراض سوء التهوية (Jackson وآخرون ١٩٨٤) ، إلّا أن كثافة النمو الجذرى فى مجرى القناة قد تحول دون سرعة انسياب المحلول المغذى من خلالها ؛ مما يؤدى إلى حدوث نقص فى الأكسجين فى المحلول الموجود فى المنطقة المحيطة بالجذور مباشرة ، ويؤدى جعل المحلول المغذى على صورة غشاء لا يزيد سمكه عن ٣ مم إلى أن تكون معظم الجذور معرضة دائمًا للهواء ، وبذلك تحصل منه على حاجتها من الأكسجين .

طريقة الزراعة فى مزارع تقنية الغشاء المغذى

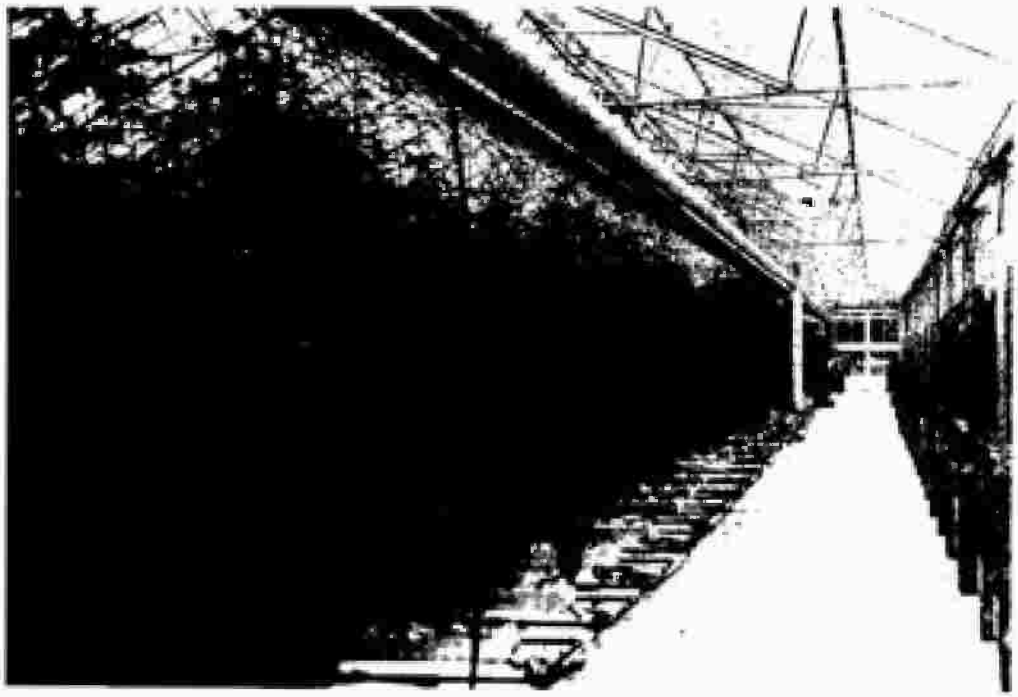
تكثر النباتات التى يراد زراعتها فى مزارع تقنية الغشاء المغذى فى أوعية خاصة ، مثل : أصص البيت ، أو مكعبات الصوف الصخرى ، أو أقراص الجفى . ويفضل استعمال مكعبات الصوف الصخرى ، حتى لا يؤدى البيت موس الموجود فى الأوعية الأخرى إلى انسداد قنوات الزراعة وسوء التهوية كما سبق بيانه . وتوضع الأصص فى القناة ، ويحافظ على النباتات فى مكانها بضم البلاستيك بمشابك الغسيل أو بالدبابيس (شكلا ٢٣ - ٢٣ ، ٢٣ - ٢٤) مع ربطها من قاعدتها فى خيوط تتدلى من الأسلاك العلوية لتبقى نامية رأسيًا (شكل ٢٣ - ٢٥) .

٢٣ - ٩ - ٤ : المزارع الهوائية

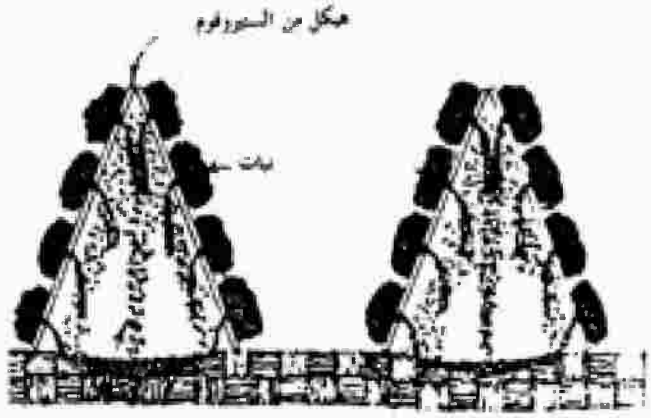
تظل جذور النباتات فى المزارع الهوائية Aeroponics عالقة فى حيز مغلق مع تعريضها بصورة منتظمة للمحلول المغذى فى صورة ضباب ، وبذلك تحصل النباتات على حاجتها من الماء والغذاء والأكسجين اللازم لتنفس الجذور التى تبقى فى هواء رطوبته النسبية ١٠٠٪ ويحقق هذا النظام أكبر استفادة ممكنة من المساحة المتوفرة من البيوت المحمية ، نظرًا لأن النباتات تثبت فى ثقوب على جانبى هيكل على شكل حرف A (شكل ٢٣ - ٢٦) . وقد استخدمت هذه المزارع فى إنتاج الخس (شكل ٢٣ - ٢٧) (Collins & Jensen ١٩٨٣) .

شكل ٢٣ – ٢٣ : وضع شتلات الطماطم على المسافات المرغوبة في قاع قناة تغذية الغشاء المغذي ، ثم ضم البلاستيك عليها باستعمال دباسة (مجلة الزراعة في الشرق الأوسط) .

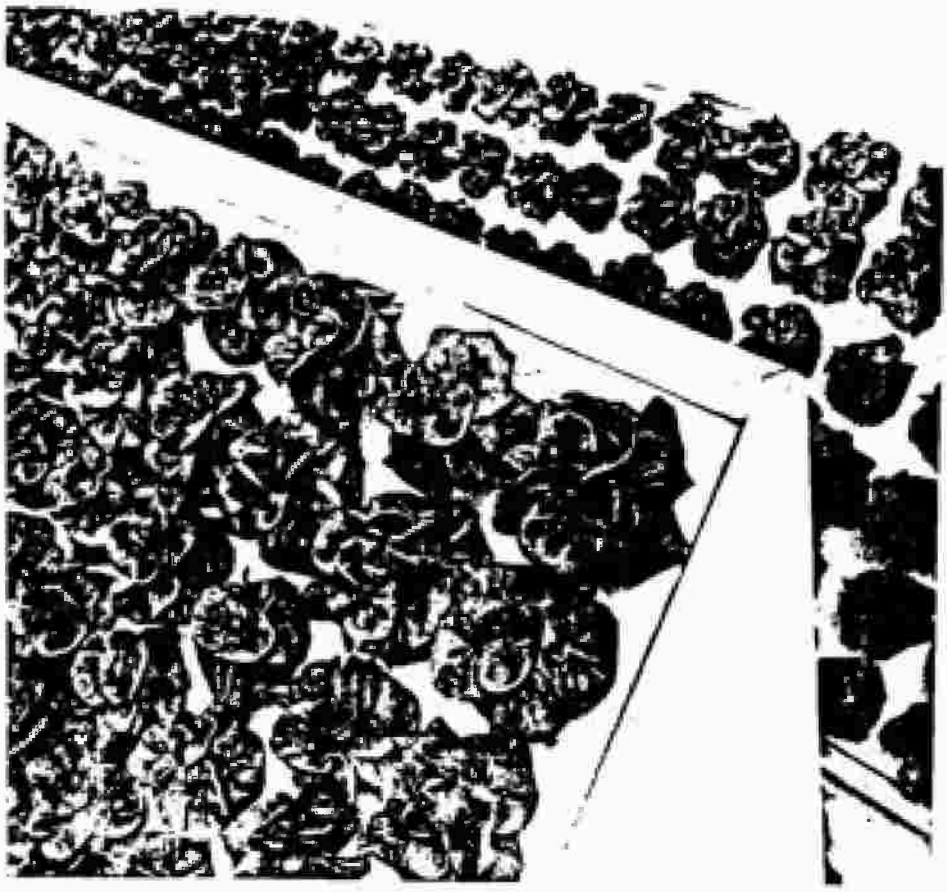
شكل ٢٣ – ٢٤ : إنتاج الخيار في مزارع الغشاء المغذي بالمملكة العربية السعودية (عن مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي – العدد الأول ، السنة الخامسة ١٩٨٦) .



شكل ٢٣ - ٢٥ : تربية الطماطم رأسياً فى مزارع الفضاء المغلق .



شكل ٢٣ - ٢٦ : تصميم المزارع الهوائية . تزرع النباتات على حائلى هياكل بشكل حرف ٨ ، وتروى برش المحلول المغذى على جذورها فى شكل ضباب .



شكل ٢٣ - ٢٧ : إنتاج الخس في المزارع المائية.

٢٣ - ١٠ : المراجـــع

Asian Vegetable Research and Development Center. 1986. Hydroponics breakthrough. Centerpoint 5 (1): 5.

Buyanovsky, G., J. Gale and N. Degani. 1981. Ultra violet radiation for the inactivation of microorganisms in hydroponics. Plant and soil 60: 131-136.

Carpenter, T.D. 1982 Analyzing and managing nutrition of vegetables grown in upright polyethylene bags. J.Plant Nutrition 5: 1083-1089

Collins, W.L. and M.H. Jensen. 1983. Hydroponics. a 1983 technology overview. The Environmental Research Laboratory, Univ. Ariz., Tucson. 119.p

Devlin, R.M 1975. Plant Physiology. D. Van Nostrand Co. N.Y. 600p.

Douglas, J.S. 1976. Advanced guide to hydroponics. Pelham Books, London. 333p.

Fontes, M.R. 1973. Controlled-environment horticulture in the Arabian desert of Abu Dhabi. HortScience 8: 13-16.

Gold, S.E. and M.E. Stanghellini: 1985. Effects of temperature on Pythium root rot of spinach grown under hydroponic conditions. Phytopathology 75: 333-337.

Hewitt, E.J. 1966. Sand and water culture methods in the study of plant nutrition. Commonwealth Agr. Bureaux. Farnham Royal, England. 547p.

Jackson, M.B., P.S. Blackwell, J.R. Charimes and T.V. Sims. 1984. Poor aeration in NFT and a means for its improvement. J.Hort. Sci, 59: 439-448.

Johnson, H. 1979. Hydroponics: a guide to soilless culture systems. Div. Agr. Sci., Univ. Calif. leaflet No. 2947. 15p.

Jones, J.B. 1982. Hydroponics: its history and use in plant nutrition studies. J.Plant Nutrition 5: 1003-1030.

Larsen, J.E. 1982. Growers problems with hydroponics. J. Plant Nutrition 5: 1077-1081.

Lorenz, O.A. and D.N Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Nelson, P.V. 1985. (3rd ed.). Greenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia. 598p.

Nieman, R.H. 1962. Effect of osmotic concentration on the top weight of various plants. Bot. Gaz. 121: 279-285.

Resh, H.M. 1981. (2nd ed.). Hydroponic food production. Woodbridge Press Pub. Co., Santa Barbara, California. 335p.

Sheldrake, R. Jr. and S. Dallyn. 1969. Production of greenhouse tomatoes in ring culture or in trough culture. Cornell Vetetable Crops Mimeo 149. 12p.

Snyder R.G. and W.L. Bauerle. 1985. Watering frequency and media volume affect growth, water status, yield, and quality of greenhouse tomatoes. HortScience 20: 205-207.

Turner, W.I. and V. M. Henry. 1939. Growing plants in nutrient solutions. Wiley, N.Y. 154p.

Wittwer, S.H. and S. Honma 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State Univ. Press, East Lansing. 225p.

القسم السادس
نمو وتطور محاصيل الخضر

فسيولوجيا صفات الجودة

برغم أن صفات الجودة من الأمور الرئيسية التى تحظى باهتمام المشتغلين بالتداول والتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد ، إلا أن هذه الصفات تتأثر كثيرًا بظروف النمو النباتى السابقة للحصاد ، كما أنها تتأثر بمرحلة النمو والنضج التى يجرى عندها الحصاد ، وبالظروف التى تتعرض لها المنتجات بعد الحصاد . وسنتناول فى هذا الفصل فسيولوجيا صفات الجودة من حيث تأثير العوامل البيئية المختلفة عليها ، ولما لها من علاقة مباشرة بمراحل النمو النباتى . ويقودنا ذلك بالتالى إلى دراسة العيوب الفسيولوجية فى محاصيل الخضر .

٢٤ - ١ : اللون

يرجع اللون الذى يتميز به كل محصول من الخضر إلى صبغات خاصة تحفز شبكية العين على الإحساس باللون ، ويوجد منها نوعان : صبغات بلاستيدية ، وأخرى بالعصير الخلوى .

٢٤ - ١ - ١ : الصبغات البلاستيدية

توجد الصبغات البلاستيدية على أسطح البلاستيدات . وجميعها صبغات غير قابلة للذوبان فى الماء وتذوب فى الدهون ، وتوجد منها أربعة أنواع رئيسية هى كما يلى :

١ - الكلوروفيل Chlorophyll : وهو الصبغة الخضراء ، ويوجد منه كلوروفيل (أ) ، وكلوروفيل (ب) ويوجد عنصر المغنسيوم بكل منهما فى وسط الجزىء مع حلقة بيرول pyrrole ring بها نيتروجين نحو الخارج . ووظيفة الكلوروفيل هى اكتساب الطاقة الضوئية أثناء عملية البناء الضوئى .

٢ - الكاروتين Carotene .

٣ - الزانثوفيل Xanthophyll .

كلاهما صبغات صفراء ويوجد الكاروتين مصاحبًا للكلوروفيل ، وعليه .. فإنه يوجد فى الأنسجة الخضراء ، كما أنه يخزن فى جذور الجزر والأصناف الصفراء من البطاطا ، واللفت ، والروتاباجا ، وفى ثمار الطماطم .

٤ - الليكوبين Lycopene : هو أحد الصبغات التى توجد فى الأصناف الحمراء من الطماطم والبطيخ .

٢٤ - ١ - ٢ : الصبغات التي توجد بالعصير الخلوي

تعرف الصبغات التي توجد في العصير الخلوي باسم الصبغات الفلافونية flavonoides ، وهي قابلة للذوبان في الماء ، ويوجد منها نوعان رئيسيان هما :

١ - الأنثوسيانينات Anthocyanins : وهي الصبغات المسئولة عن اللون الأحمر والأزرق والقرمزي في العديد من الأزهار والثمار والجذور ، مثل البنجر .

٢ - الأنثوزانثينات Anthoxanthins : وهي الصبغات المسئولة عن اللون الأصفر والعاجي .

هذا .. وكل من الأنثوسيانينات، والأنثوزانثينات معقدة التركيب ، ويدخل السكر في تركيبها (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٢٤ - ٢ : النكهة

تعرف النكهة Flavor بأنها الإحساس بالمذاق Taste . والرائحة Odour ، بالإضافة إلى الإحساس باللمس Touch ، والألم Pain ، والبرودة والدفء ، وهي العوامل التي تضيف قليلًا إلى الإحساس بالمذاق . ويتحدد الإحساس بالمذاق بواسطة اللسان ، أما الإحساس بالرائحة ، فيكون بواسطة الأنف .

ويوجد من أنواع المذاق الحلو ، والحامضي ، والمر . وجميعها - عدا المرارة - يمكن قياسها بسهولة . أما المرارة ، فإنها تقاس نسبة إلى تركيز معروف من مادة مرة ، مثل : كبريتات الكينوتين quinine sulphate .

هذا .. ويمكن للإنسان أن يميز أكثر من ١٠٠٠٠ رائحة مختلفة . كما يمكن للإنسان أن يتعرف على بعضها وهي بتركيزات منخفضة جدًا تصل إلى $^{-٩}١٠$ ملليجرام ، مثل : مركب الإيثايل مركبتان ethyl mercaptan (Arthey ١٩٧٥) .

٢٤ - ٢ - ١ : المركبات المتطايرة المسئولة عن الرائحة المميزة للخضر

تتحدد الرائحة المميزة لكل محصول من الخضر بمحتوياته من المركبات المتطايرة Volatile Substances . وبرغم أنه قد أمكن عزل عدد كبير من المركبات المتطايرة من مختلف محاصيل الخضر ، إلا أن معظمها لا علاقة له ، أو لا تؤثر كثيرًا على الرائحة المميزة للمحصول . ويتحدد مدى أهمية المركب بكل من تركيزه وقوة رائحته potency . ويقدر التركيز بأجهزة الكروماتوجراف الغازية Gas Chromatography ، أما القوة ، فتقدر باختبارات التذوق . هذا .. وتوجد معظم المركبات المتطايرة بتركيز يقل عن جزء واحد في المليون . ويُبيِّن جدول (٢٤ - ١) أمثلة للمركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة المميزة في بعض محاصيل الخضر .

وقد توجد المركبات المتطايرة في الأنسجة السليمة بصورة طبيعية ، أو قد تتكون إنزيميًا بعد حدوث جرح أو تهتك للأنسجة ، أو قد تتكون بعد حدوث تغير في التركيب الكيميائي لبعض

المركبات الأخرى بفعل الحرارة . ويتكون المركب الواحد بأى من الطرق السابقة ، وقد يتكون بأكثر من طريقة . وأيًا كانت المركبات المتطايرة المتكونة ، فإنه لا يهم منها سوى تلك المسئولة عن النكهة المميزة للخضر .

جدول (٢٤ ـ ١) : أمثلة للمركبات المسئولة عن النكهة المميزة فى بعض محاصيل الخضر (عن Wills وآخرين ١٩٨١) .

المحصول	المركبات المسئولة عن النكهة المميزة
الخيار	2,6- Nonadienal
الكرنب	Allyl isothiocyanate
عيش الغراب	1-Octen-3- ol , Ienthionine
البطاطس	2- Methoxy-3-ethyl pyrazine, 2,5-dimethyl pyrazine
القجل	4- Methylthio-trans-3- butenyl isothiocyanate
البصل	مركبات الـ Sulfides
الكرفس	مركبات الـ Phthalides

تمثيل المركبات المتطايرة

١ – المركبات المتطايرة التى توجد بصورة طبيعية فى الأنسجة السليمة : تنشأ هذه المركبات من خلال ثلاثة طرق بنائية على الأقل هى :

(أ) الـ Isoprenoid pathway : يؤدى هذا الطريق إلى إنتاج مركبات الـ terpenoids . وقد أمكن عزل التربينات terpenes فى عدد من الخضروات ، ومثال ذلك ما يلى :

الخضر	التربينات terpenes التى أمكن عزلها
الفاصوليا الخضراء	pulegone, linalool ∝-terpineol, ∝-phellandrene
الطماطم	citronellal, neral, nerol, geranial, geraniol, ß- pinene, linalool
الكرفس	neral, citronellal, carvone, d- limonene, myrcene

(ب) الـ Shikimic Acid pathway : ويؤدى هذا الطريق إلى إنتاج المركبات الأروماتية Aromatic ، والتى من أمثلتها فى محاصيل الخضر ما يلى :

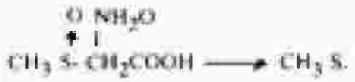
Benzyl alchol, benzaldehyde, phenylacetaldehyde, phenethyl alchol.

(جـ) الـ ß oxidation : ويؤدى هذا الطريق إلى إنتاج الكثير من الكحولات البسيطة والألدهيدات .

٢ – المركبات المتطايرة التى تنتج إنزيميًا .

يوجد العديد من الأدلة على أن الكثير من المركبات المتطايرة ذات العلاقة بالنكهة المميزة للخضر تتكون إنزيميًا بعد حدوث جرح أو تهتك للأنسجة ، ومثال ذلك ما يلى :

(أ) في البصل تتكون مركبات : ميثيل دايسلفيد ، وبروبيل دايسلفيد من التحطم الإنزيمي لمركبات أخرى كالتالي :



S-methyl - L - cysteine sulfoxide — methyl disulfide

S-n. propyl-L - cysteine sulfoxide — propyl disulfide

methyl disulfide + propyl disulfide — methylpropyl disulfide

(ب) يمكن أن تنشأ المركبات الأروماتية المتطايرة من تحلل الأحماض الأمينية الأروماتية ، ومثال ذلك ما يلي :

(١) ينتج الـ phenylacetaldehyde من الـ phenylalanine

(٢) ينتج الـ 3- methyl butanal من الـ leucine .

(جـ) تنتج العديد من المركبات المتطايرة من الأكسدة الإنزيمية للأحماض الدهنية ذات السلاسل الطويلة ، ومن أمثلة ذلك ما يلي :

الحامض الدهني	المركبات التي تنتج منه
Oleic	Propanal, pentanal, Hexanal, Heptanal, Nonanal, 2- Octenal, 2- Nonenal, 2- Decenal.
Linoleic	Acetaldehyde, Propanal, Pentanal, Hexanal, 2- Propenal, 2- Pentenal, 2- Hexenal, 2- Heptenal, 2- Octanal, 2- Nonenal, 2- Decenal, Non- 2, 4- dienal, Dec- 2,4 -dienal, Undec- 2,4- dienal, Oct-1- en-3-ol.
Linolenic	Acetaldehyde, Propanal, Butanal, 2- Butenal, 2- Pentenal, 2- Hexenal, 2- Heptenal, 2- Nonenal, Hex-1,6- dienal, Hept-2,4- dienal, Non-2,4-dienal, Methyl ethyl ketone.

(د) من المعتقد أن الخيار تتكون به بعض المركبات المتطايرة بعد حدوث تهتك لأنسجة الثمرة ، ومن أمثلة هذه المركبات ما يلى :

Hex-2enal non-2-enal non-2,6- dienal

وهى التى يعتقد أنها تنشأ من التحطم الإنزيمى لحامض الـ linolenic .

(هـ) يبدو أن العديد من المركبات المتطايرة تتكون فى الطماطم من أكسدة الـ carotene polyenes ومن أمثلة هذه المركبات ما يلى :

6- methylhept- 5- en- 2- one, neral, geranial, α- ionone, β- ionone, geranylacetone, farnesal, farnesylacetone.

٣ - المركبات المتطايرة التى تتكون بفعل الحرارة : من أمثلة ذلك ما يلى :

(أ) تنتج مركبات متطايرة أثناء إعداد وطهى الخضر بفعل حرارة الطهى . وهذه المركبات أهمية فى إكساب الخضر نكهتها المميزة . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

(١) ينتج فى الطماطم المعلبة المركبات :

Hydrogen sulfide, methyl sulfide وهما ينتجان من المركب S- methyl methionine sulfonium

(٢) ينتج فى الفاصوليا المعلبة المركبات التالية :

furfural, furfurol, 5- methyl furfural, 2- methoxy furfural, 2- methyltetrahydrofuran

(ب) تنتج العديد من المركبات عند تسخين المركبات الكربوهيدراتية ، ومن أمثلة ذلك المركبات التالية :

Formaldehyde	Furan
acetaldehyde	2- methylfuran
Glycolaldehyde	2,5- dimethyl furan
Glyoxal	Furfurol
Lactic aldehyde	Furfural
Acrolein	5- methyl furfural
5- hydroxymethyl furfural	Pyruvaldehyde
Acetone	2- furylmethyl ketone
Acetol	2- furylhydroxymethyl ketone
Dihydroxyacetone	Isomaltol
1-Methylcyclopentenol (2)-one- (3)	4- hydroxy -2,5- dimethyl -3 (2H)- furanone
Hydroxydiacetyl	Maltol
Diacetyl	Acetoin

(جـ) تتكون الألدهيدات عند تسخين المواد الكربوهيدراتية مع الـ α- amino acids (Stevens ، ١٩٧٠) .

٢٤ - ٢ - ٢ : تأثير العوامل البيئية على النكهة المميزة للخضر

تتأثر النكهة المميزة لمحاصيل الخضر بالممارسات الزراعية ، وبالظروف البيئية السائدة أثناء الإنتاج .

١ - تأثير درجة الحرارة :

ترتفع نسبة السكر فى درجات الحرارة المنخفضة ، بينما تقل الحلاوة وتنخفض نسبة السكر عند ارتفاع درجة الحرارة فى العديد من الخضروات ، سواء أكان التعرض لدرجة الحرارة قبل أم بعد الحصاد ، كما فى البطاطس ، والبسلة ، والذرة السكرية . ويرجع ذلك إلى أن السكر يدخل فى عدة تفاعلات فى النبات منها ما يلى :

(أ) التحول الإنزيمى للسكر إلى نشا .

(ب) التحول الإنزيمى للنشا إلى سكر .

(جـ) احتراق السكر أثناء التنفس وإنتاج ثانى أكسيد الكربون ، وماء ، وطاقة .

ففى درجات الحرارة المرتفعة يزداد معدل التفاعلات الثلاثة ، لكن الزيادة فى التفاعل الثالث تكون أكبر ، وبذلك يقل مستوى السكر منخفضًا . وفى درجات الحرارة المنخفضة يقل معدل التفاعلات الثلاثة ، لكن الانخفاض يكون أكبر فى التفاعلين الأول والثالث ، ولا يتأثر التفاعل الثانى بنفس القدر . ويؤدى ذلك إلى زيادة نسبة السكر فى النبات (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٢ - تأثير الرطوبة الأرضية :

يؤدى الجفاف ونقص الرطوبة الأرضية إلى تحسن واضح فى الطعم المميز للخضروات . وقد ثبت ذلك تجريبيًا فى كل من الجزر ، والكرنب ، والكرسون المائى ، والبصل ، ولوحظ فى العديد من الخضر الأخرى ، كالبطيخ ، والشمام ، والطماطم . ولوحظ كذلك أن نقص الرطوبة الأرضية يؤدى إلى ظهور طعم مر فى كرنب بروكسل .

٣ - تأثير التسميد :

تؤدى زيادة التسميد الآزوتى إلى ضعف الطعم المميز فى كل من الشليك ، والطماطم ، والخيار ، والفلفل ، وإلى ظهور طعم ورائحة قوية بدرجة غير مرغوبة فى الصليبيات . هذا .. بينما يتحسن الطعم غالبًا عند الاهتمام بالتسميد البوتاسى . وفى البطاطا يتحسن الطعم مع الاهتمام بتوفير البورون للنبات (Arthey ١٩٧٥) . وللمزيد من التفاصيل عن تأثير التسميد على صفات الجودة فى محاصيل الخضر (يراجع Minotti ١٩٧٥) .

٢٤ - ٣ : القوام

يعد القوام Texture من صفات الجودة التى يصعب تعريفها أو قياسها . ولبيان ذلك نقدم فيما يلى قائمة بالاصطلاحات التى تستخدم فى وصف القوام :

١ – اصطلاحات وصفية : وهى ذات مدلولات وصفية لا يمكن قياسها بدقة ، مثل :

Hardness	Gumminess	Flakiness
Brittleness	Fibrousness	Fleshiness
Flabbiness	Mealiness	Firmness
Ripeness	Blandness	Lumpiness
Toughness	Smoothness	Oiliness
Tenderness	Chewiness	Grittiness
Springiness	Juiciness	Crustiness
Stickness	Crispness	Shortness

٢ – اصطلاحات كمية : وهى لمواصفات يمكن قياسها بدقة مثل :

Elasticity	Plasticity	Viscosity

ويتحدد القوام بمكونات الخضر من الجدر الخلوية ، والعصير الخلوى ، وخلاقه ، وتركيب هذه المكونات وتركيزها . ونظرًا لأن هذه المكونات تكون فى تغير مستمر قبل وبعد الحصاد ، لذا نجد أن القوام يكون هو الآخر فى تغير ديناميكي مستمر . هذا .. ويجب اختيار الاصطلاحات المناسبة لوصف القوام المميز لكل محصول . وسنأخذ البطاطس كمثال للخضر التى درس فيها القوام بشىء من التفصيل .

يقدر قوام البطاطس بدرجة نشويتها (القوام الدقيقى من الدقيق) mealiness ودرجة شمعيتها waxiness . وقد أوضحت العديد من الدراسات أن لنسبة النشا علاقة بالقوام . فمن المعتقد أنه يحدث ضغط داخل خلايا الدرنة عند تسخينها يتسبب فى إحداث (سيولة) gelation للنشا . ومن المعتقد كذلك أن هذا الضغط الداخلى يرتبط بنسبة النشا فى الدرنات . وبأنه يؤدى إلى تمزق الجدر الخلوية وانفصال الخلايا أحيانًا . وبرغم أن محتوى النشا يعتبر عاملًا هامًا ، إلا أنه ليس بالعامل الوحيد المؤثر على قوام البطاطس ، فكل المكونات البنية فى جدول (٢٤ – ٢) تؤثر على درجة النشوية (Hoff ١٩٧٣) .

٢٤ – ٣ – ١ : الأجهزة المستخدمة فى تقدير القوام

نظراً لتعدد الصفات الدالة على القوام ، لذا فإننا نجد أن نوعيات الأجهزة المستعملة فى قياس هذه الصفة تتعدد هى الأخرى ، ومن أمثلتها ما يلى :

١ – الـ Tendrometer : يستخدم بصفة خاصة فى البسلة الخضراء . ويوجد ارتباط قوى بين قراءة الجهاز ونسبة المواد الصلبة غير القابلة للذوبان فى الكحول (AIS) فى البسلة .

٢ – Magness-Taylor Pressure Tester وغيره من أنواع الـ Pressure Testers ؛ وجميعها تعتمد على نفس المبدأ ، وهو حساب القوة اللازمة لدفع ذراع ذات مساحة مقطع معينة داخل ثمرة الخضر .

جدول (٢٤ - ٢) : العوامل المؤثرة على قوام البطاطس

المكونات المؤثرة على القوام	التأثير على القوام النشوى أو الدقيقى بالزيادة (+) أو بالنقصان (-)
النشا	+
الكالسيوم	-
الأحماض العضوية (الستريك)	+
حجم الخلية	+
عمر الدرنة (مدة التخزين)	-
نسبة الأميلوز إلى الأميلوبكتين	-
البكتين	- (تأثيره مؤقت)
Pectin Free carboxyl	- (تأثيره مؤقت)
Pectin methylesterase	- (تأثيره مؤقت)
البوتاسيوم	- (تأثيره مؤقت)
المغنيسيوم	- (تأثيره مؤقت)
الثبات الحرارى للأغشية الخلوية	+ (تأثيره مؤقت)

٣ - الـ Fibrometer

٤ - الـ Fiber Pressure Tester

٥ - الـ Textureometer

٦ - الـ Succulometer

٧ - الـ Firm-o-meter

٨ - الـ Texture Tester

٢٤ - ٤ : الأضرار والعيوب الفسيولوجية فى محاصيل الخضر

يقصد بالأضرار والعيوب الفسيولوجية Physiological Disorders تلك التغيرات غير الطبيعية والظواهر المرضية التي تحدث فى محاصيل الخضر ، والتى ترجع إلى تغيرات غير مرغوبة فى العوامل البيئية . وتحط هذه الأضرار والعيوب من نوعية الخضر ، وقد تفقدها قيمتها الاقتصادية . ويعتبر النقص - وأحيانًا الزيادة غير المرغوبة - فى العناصر الغذائية من أهم العوامل المسببة للعيوب الفسيولوجية (Maynard ١٩٧٩) . كما أن للتغيرات فى درجة الحرارة بالارتفاع أو بالانخفاض أهمية كبيرة فى هذا الشأن . ولا يخفى ما لشدة الإضاءة والرطوبة الأرضية والجوية من تأثير بالغ فى ظهور بعض العيوب الفسيولوجية .

وقد سبق أن تناولنا بالشرح تأثير المركبات التى تلوث الهواء الجوى Air Pollutants على محاصيل الخضر (الفصل العاشر) . وتعد الأضرار التى تحدثها هذه المركبات بمحاصيل الخضر من العيوب الفسيولوجية ، كما أن الأضرار التى تحدثها المبيدات المختلفة - خاصة مبيدات الحشائش - يمكن أن تعد هى الأخرى من العيوب الفسيولوجية .

كما سبق أن بيّنا أيضًا تأثير زيادة شدة الإضاءة على الإصابة بلفحة الشمس (الجزء ٧ – ٤ – ١) وهو عيب فسيولوجي شائع الانتشار في العديد من محاصيل الخضر تحت ظروف الجو الحار والإضاءة القوية .

ويقابل ذلك عيب فسيولوجي آخر ينتشر في الجو البارد الرطب يسمى بالإديما Edema . وتظهر الإديما على الطماطم ، والكرنب ، والقنبيط ، وكرنب بروكسل ، والبطاطس ، والبطاطا ، والفاوون ، والفاصوليا في المناطق المعتدلة والباردة ، لكنها لا تكون بحالة خطيرة إلّا في الزراعات المحمية في بعض الأحيان . والإديما عبارة عن نمو بارز صغير يظهر على أي جزء من النبات ، وبخاصة على السطح السفلي للأوراق ، وتقابلها على السطح العلوي انخفاضات واضحة . وقد يلتحم العديد من البروزات معًا مكونًا منطقة بارزة على السطح السفلي للورقة . وبعد فترة وجيزة تتمزق هذه الانتفاخات تحت ضغط البروزات ، ثم تتحول هذه الأنسجة إلى اللون الأصفر فالبني ، وتصبح فلينية .

وتتكون الإديما عند التعرض لأي عامل يدفع مجموعات من خلايا الأنسجة الداخلية إلى النمو بمعدلات عالية غير طبيعية . ففي الأراضي الرملية تظهر الإديما عندما يقذف السطح السفلي للأوراق بحبيبات الرمال التي تنقلها الرياح ، لكن تظهر الإديما في أغلب الحالات عندما تكون التربة رطبة ودافئة مع انخفاض درجة حرارة الهواء ، أو عند تشبع الهواء بالرطوبة ، كما في الليالي الباردة بعد عدة أيام دافئة رطبة . فتحت هذه الظروف تستمر الجذور في امتصاص الماء بسرعة أكبر مما يفقد بالنتح .

ويمكن تجنب ظهور حالات الإديما بتنظيم الري والتهوية في الزراعات المحمية ، بحيث لا تظل التربة ، أو هواء البيت مشبعًا دائمًا بالرطوبة ، مع مراعاة أن تقترب حرارة التربة من حرارة الهواء ليلًا ، وأن تكون الإضاءة جيدة نهارًا (Chapp & Sherf ١٩٦٠) .

هذا . ويمكن إرجاع العديد من العيوب الفسيولوجية إلى أكثر من سبب واحد . ولذا نجد أن من الصعوبة تقسيمها حسب مسبباتها الأولية . ونذكر فيما يلي بإيجاز أهم العيوب الفسيولوجية الشائعة الانتشار في محاصيل الخضر الرئيسية مع بيان مسبباتها المختلفة .

١ – الطماطم : تصاب الطماطم بالعديد من العيوب الفسيولوجية التي من أهمها ما يلي :

(أ) تعفن الطرف الزهري Blossom end rot :

تظهر الإصابة في الطرف الزهري للثمرة على شكل بقعة مستديرة جلدية جافة لونها رمادي يميل إلى السواد . وتكون هذه المنطقة ضعيفة ، وتشكل منفذًا سهلًا للكائنات الدقيقة التي يمكن أن تصيب الثمرة بالعفن . وتظهر الإصابة عند حدوث نقص حاد في الرطوبة الأرضية ، خاصة بعد فترة من توفر الرطوبة بانتظام . ويساعد أيضًا على ظهور الإصابة نقص امتصاص النبات لعنصر الكالسيوم ، وهو الأمر الذي قد يحدث عند نقص الكالسيوم الميسر في التربة ، أو عند زيادة التسميد البوتاسي أو النشادري . وتعتبر الأصناف ذات الثمار الطويلة أكثر حساسية للإصابة بهذا العيب الفسيولوجي .

(ب) تشقق الثمار Fruit Cracking :

توجد منه ثلاثة أنواع : تشقق دائرى Concentric Cracking ويمتد فى دوائر كاملة أو منقطعة غالبًا على كتف الثمرة حول العنق ، والتشقق العمودى Radial Cracking ويمتد عموديًا من عنق الثمرة نحو الطرف الزهرى ، لكنه نادرًا ما يتعدى منتصف الثمرة ، والتفلق Bursting وهو يحدث فى أى مكان بالثمرة وبأى شكل . ويظهر التشقق الدائرى فى الثمار الخضراء ، ويكون سطحيًا ، بينما يظهر التشقق العمودى غالبًا فى الثمار الحمراء ، ويكون عميقًا ، وقد لا يلتئم ويشكل منفذًا لإصابة الثمرة بالكائنات المسببة للعفن ، ويُعد أكثر خطورة من التشقق الدائرى . أما التفلق ، فإنه يظهر غالبًا فى الثمار الحمراء الناضجة ، ويكون عميقًا ، وقد لا يلتئم . وتحدث الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية فجأة بعد فترة من الجفاف . كما تحدث الإصابة بالتفلق فى الثمار الحمراء الناضجة عند رى الحقل قبل الحصاد .

(جـ) الجيوب Puffiness :

تظهر الجيوب على شكل فراغات بمساكن الثمار ، فلا تمتلىء بالمشيمة . وتخلو هذه الثمار من المادة الجيلاتينية التى توجد حول البذور ، كما تقل فيها البذور ، وتكون مضلعة من الخارج . وتحدث الإصابة فى الظروف التى لا تسمح بالتلقيح الجيد كما فى الجو البارد أو عند دفع الثمار للعقد برش العناقيد الزهرية بمنظمات النمو .

(د) النضج المتبقع (غير المنتظم أو المتلطخ) Blotchy Ripening :

يظهر النضج المتبقع على شكل تبقعات صفراء اللون بالثمار الحمراء الناضجة مع ظهور أنسجة بيضاء أو صفراء أو رمادية بالثمرة مقابل المساحات الصفراء على السطح . وتحدث الإصابة عند نقص عنصر البوتاسيوم ، كما تؤدى الإصابة بفيروس تبرقش الدخان إلى ظهور أعراض مماثلة .

(هـ) وجه القط Cat Face :

يظهر وجه القط على شكل تشوهات فى الطرف الزهرى للثمرة ، فيكون النمو غير منتظم ، ويبدو بعض الأنسجة كأنها تمتد من داخل الثمرة نحو الخارج ، وتكون هذه الثمار قليلة البذور . وتكثر هذه الحالة عند العقد فى الجو البارد ، خاصة فى الأصناف ذات الثمار الكثيرة التفصيص بحيث تحدث الإصابة فى الظروف التى لا تسمح بالتلقيح الجيد .

٢ – البطاطس : تصاب البطاطس هى الأخرى بالعديد من العيوب الفسيولوجية التى من أهمها ما يلى :

(أ) القلب الأسود Black Heart :

يظهر نسيج أسود متحلل فى مركز الدرنة المصابة . وتكثر هذه الحالة فى الدرنات الكبيرة الحجم عندما تتعرض لنقص الأكسجين فى المخازن ، ولذلك تشتد الإصابة فى الحالات التى لا يعتنى فيها بتهوية المخازن ، أو عند ارتفاع درجة حرارة التخزين ، حيث يستنفذ الأكسجين فى التنفس ، وتموت الأنسجة الداخلية للدرنة لعدم حصولها على حاجتها من الأكسجين .

(ب) القلب الأجوف Hollow Heart :

يظهر القلب الأجوف على شكل تجويف فى مركز الدرنات الكبيرة الحجم ، ويحدث فى الظروف التى تشجع على النمو السريع للدرنات (الزراعة على مسافات واسعة ، وفى الظروف البيئية الجيدة مع الرى المنتظم والتسميد الجيد) ، حيث تنمو الأنسجة الخارجية للدرنة بسرعة أكبر من مقدرة الأنسجة الداخلية على النمو لملء مركز الدرنة .

(جـ) التريش Feathering :

يظهر التريش فى صورة تسلخ بجلد الدرنة ، وسريعًا ما تتحول التسلخات إلى اللون الرمادى فالأسود . يحدث التريش عند حصاد الدرنات وهى غير مكتملة النضج ، ثم تعرضها بعد الحصاد مباشرة لجو حار مع أشعة شمس قوية . وتزيد الإصابة عند تعرض الدرنات للتجريح بعد الحصاد مباشرة بسبب سوء عمليات التداول .

(د) الاخضرار Greening :

الاخضرار هو تلون جلد الدرنة بلون أخضر يتراوح فى شدته من اللون الأبيض المخضر قليلًا إلى اللون الأخضر الواضح ، ويتراوح سمك الطبقة الخضراء من ٢ ملليمتر أو أقل تحت جلد الدرنة إلى عدة سنتيمترات حتى مركز الدرنة . ويرجع اللون إلى صبغة الكلوروفيل التى تتكون عند تعرض الدرنات للضوء ، والتى يتوقف تركيزها على مدة التعرض للضوء وشدة الإضاءة . هذا .. ويصاحب ظهور اللون الأخضر تكون مادة السولانين السامة فى نفس الأنسجة المصابة بالاخضرار .

(هـ) النمو الثانوى Secondary Growth :

تبدو الدرنات ذات النمو الثانوى مشوهة وغير منتظمة الشكل بظهور بروز فى أماكن بعض العيون بالدرنة . وتتشكل هذه البروز نموًا غير مكتمل للبراعم التى توجد بهذه العيون . وتحدث هذه الحالة عند تعرض الدرنات قبل الحصاد لفترة من الجفاف ، تليها فترة تتوفر فيها الرطوبة الأرضية ، مع ارتفاع كبير فى درجة الحرارة ، حيث تؤدى هذه الظروف إلى إنهاء حالة السكون فى الدرنات الحديثة التكوين ، وتبدأ براعمها فى النمو .

٣ – القنبيط : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالقنبيط ما يلى :

(أ) تلون القرص باللون البنى Browning :

تتلون أنسجة القرص باللون البنى نتيجة لنقص عنصر البورون . ويظهر أيضًا تجويف داخلى بالساق تتلون جوانبه كذلك باللون البنى .

(ب) طرف السوط Whiptail :

يتشوه نصل الورقة ويبدو متآكلًا ورفيعًا . وفى الحالات الشديدة لا يظهر سوى العرق الأوسط للورقة ، ويحدث نتيجة لنقص عنصر الموليبدنم .

(جـ) التزهير Buttoning :

تتكون أقراص صغيرة لا تصلح للتسويق . وتحدث هذه الحالة عند بقاء الشتلات فى المشتل لمدة أطول مما يلزم ، وعند تعرض النباتات فى الحقل لنقص الرطوبة الأرضية والأزوت .

(د) غياب القمة النامية Blindness :

يؤدى موت القمة النامية للنبات بفعل سوء تداول الشتلات ، أو الشتل بطريقة غير سليمة ، أو نتيجة أكل الحشرات لها إلى عدم نمو القرص ، وتكون الأوراق كبيرة ، ومجعدة ، وهيكلة ، وجلدية ، ولون أخضر داكن . وقد تصل نسبة هذه النباتات إلى نحو ١٠٪ من مجموع النباتات فى الحقل عند اشتداد الإصابات الحشرية فى المشتل . ويطلق على النباتات التى تظهر عليها هذه الحالة اسم نباتات « ذكر » (شكل ٢٤ - ١) .

شكل ٢٤ - ١ : غياب القمة النامية ، وعدم تكون القرص curd فى القنبيط .

(هـ) تفكك القرص :

يصبح القرص مفككًا غير مندمج . ويحدث ذلك عند تركه دون حصاد بعد وصوله إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد .

(و) تلون القرص باللون الأصفر : يحدث ذلك عند تعرض القرص لضوء الشمس المباشر .

(ز) القرص الرخو والقرص المتورق

تظهر نموات زغبية فى القمم المريستيمية للفرض ، كما تنمو به الأوراق عند تركه دون حصاد مع ارتفاع درجة الحرارة .

٤ – الفجل : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالفجل ما يلى :

حالة « التخوخ » أو الخدر الإسفنجى Pithiness :

تصبح الأنسجة الداخلية للجذر إسفنجية ، وقد تظهر فجوة بمركز الجذر . ويحدث ذلك عند ارتفاع درجة الحرارة ، مع ترك الجذر دون حصاد ، خاصة فى الأصناف ذات الجذور الكروية .

٥ – اللوم : من العيوب الفسيولوجية التى تظهر فى اللوم ما يلى :

(أ) التفريغ : يضمر الفص بشدة ، وتصبح رأس اللوم فارغة . ويحدث ذلك عند زيادة فترة التخزين فى المخازن العادية غير المبردة .

(ب) الإنهيار الشمعى Waxy Breakdown :

يظهر هذا العيب الفسيولوجى أثناء التخزين عندما تكون النباتات قد سبق تعرضها لدرجة حرارة مرتفعة أثناء النمو وتظهر بالفصوص مناطق غائرة قليلاً لونها أصفر فاتح ، ثم لا يلبث أن يتحول الفص كله إلى اللون العنبرى ، ويصبح شمعى المظهر ، لكنه يظل صلبًا .

٦ – القرعيات : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالقرعيات ما يلى :

(أ) تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم :

تبدو منطقة الطرف الزهرى للثمرة سوداء اللون ، ذابلة ، وجلدية الملمس . ويحدث المرض عند تعرض النباتات فى الحقل لظروف الجفاف والتقلبات الشديدة فى الرطوبة الأرضية . ولا يظهر المرض إلا فى الأصناف ذات الثمار المستطيلة .

(ب) عدم انتظام شكل الثمار :

يظهر هذا العيب الفسيولوجى فى ثمار القرعيات ، ويرجع إلى سوء العقد والظروف التى لا تساعد على التلقيح الجيد ؛ مثل : الارتفاع أو الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة أثناء العقد .

٧ – الخس : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالخس ما يلى :

(أ) احتراق حواف الأوراق Tipburn :

تحترق حواف الأوراق الداخلية برأس الخس . ويحدث ذلك فى الظروف التى تشجع على النمو السريع ، حيث لا تحصل الأوراق الداخلية على كامل حاجتها من الكالسيوم . ولا يظهر المرض إلا فى الأصناف التى تكون رؤوسًا ، حيث لا تتبع الأوراق الداخلية ، وبالتالى لا تصلها كفايتها من الكالسيوم الذى ينتقل فى النبات مع تيار ماء النتح .

(ب) تلون العرق الوسطى باللون البنى : يحدث ذلك عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء النمو .

(جـ) التبقع الصدئي Rosset spotting : تظهر بقع صغيرة برونزية أو بنية أو زيتونية اللون بالأوراق والعروق . وتحدث الإصابة بعد الحصاد بسبب التعرض لغاز الإيثيلين في الفلزن . وتزداد حساسية الخس للإصابة إذا تعرض قبل الحصاد لدرجة حرارة ٣٠°م لمدة ٢ – ١٠ أيام .

٨ – الجذور : يصاب الجزر بعدد من العيوب الفسيولوجية التي من أهمها ما يلي :

(أ) التفرع : يتفرع الجزر بسبب موت القمة النامية . ويحدث ذلك في حالة التسميد الغزير بالأسمدة الحيوانية الطازجة التي تحتوي على تركيزات مرتفعة من البوريا التي تؤدي إلى الإضرار بالقمة النامية .

(ب) اخضرار الأكتاف : يحدث ذلك عند تعرض أكتاف الجذور لضوء الشمس المباشر وهي في الحقل .

(جـ) عدم انتظام شكل الجذر : يحدث ذلك عندما تعترض طريق نمو الجذور حصى أو صخور ، وعندما تكون الزراعة كثيفة ، وتلتوي بعض الجذور على بعضها البعض أثناء نموها .

٩ – الكرفس : من أهم العيوب الفسيولوجية التي يصاب بها الكرفس ما يلي :

(أ) احتراق حواف الأوراق : تحترق حواف الأوراق الداخلية للرأس عند عدم حصولها على حاجتها من عنصر الكالسيوم . ويحدث في الظروف التي يحدث فيها المرض الفسيولوجي المماثل في الخس .

(ب) تلون أعناق الأوراق باللون البني : يحدث ذلك في الجانب الداخلي لأعناق الأوراق في صورة تشققات بنية اللون ، وكذلك في مواضع البروز بالجانب الخارجي للأعناق ، ويرجع إلى نقص عنصر البورون .

١٠ – الفلفلون : من أهم العيوب الفسيولوجية التي تظهر بالفلفلون ما يلي :

التريش Feathering : يظهر المرض في صورة تفتح للقنابات bracts بالمهاميز spears عند ارتفاع درجة الحرارة (Thompson & Kelly ، ١٩٥٧ Ware & Macollum ، ١٩٨٠ Lorenz & Maynard ، ١٩٨٠) .

الأمراض الفسيولوجية التي يسببها نقص عنصر الكالسيوم

يعد الكالسيوم من أهم العناصر التي يؤدي نقصها إلى ظهور عيوب فسيولوجية عديدة في محاصيل الخضر ، وقد سبقت الإشارة إلى بعضها . وفيما يلي قائمة كاملة بالعيوب الفسيولوجية التي يسببها نقص هذا العنصر في محاصيل الخضر (عن Wills وآخرين ١٩٨١) :

المحصول	العيب الفسيولوجي
الفاصوليا	تعفن السويقة الجنينية السفلي Hypocotyl Necrosis
كرنب بروكسل	التلون البني الداخلي Internal Browning

الكرنب	احتراق حواف الأوراق الداخلية Internal Tipburn
الكرنب الصينى	احتراق حواف الأوراق الداخلية
الجزر	الفراغات Cavity spot والتشقق Cracking
الكرفس	القلب الأسود Black Heart
الشيكوريا	القلب الأسود ، والقلب البنى ، واحتراق حواف الأوراق
الخس	احتراق حواف الأوراق
الجزر الأبيض	الفراغات Cavity spot
الفلفل	تعفن الطرف الزهرى Blossom End Rot
البطاطس	فشل نمو البراعم Sprout Failure ، واحتراق حواف الأوراق
الشليك	احتراق حواف الأوراق
الطماطم	تعفن الطرف الزهرى
البطيخ	تعفن الطرف الزهرى

٢٤ - ٥ : المراجع

Arthey, V.D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London. 228p.

Chupp, C. and A.F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N.Y. 693p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975 (4 th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw- Hill Book Co., N.Y. 560p.

Holf, Johan E. 1973. Chemical and physiological basis of texture in horticultural products. HortScience 8: 108-110.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.) Knott's Handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Maynard, D.N. 1979. Nutritional disorders of vegetable crops: a review. J. of Plant Nutrition 1: 1-23.

Minotti, P.L. 1975. Plant nutrition and vegetable crop quality. HortScience 10: 54-56;

Steven, M.A. 1970. Vegetable flavor. HortScience 5: 95-98.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable Crops. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 611p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc. Danville, Illinois. 607p.

Wills, R.B.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest; an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Granada, London. 163p.

الفصل الخامس والعشرون

فسيولوجيا الإزهار

يمكن تقسيم أنواع الخضر حسب احتياجاتها البيئية للإزهار إلى أربع مجاميع كالتالى :

١ – خضروات تزهر عندما تصل إلى مرحلة معينة من النمو ، أو عندما تبلغ عمرًا فسيولوجيًا معينًا دون احتياجات بيئية خاصة من الحرارة والفترة الضوئية ، مثال ذلك : معظم أصناف الطماطم ، والباميه ، والبسلة ، والقرعيات . وهذه الخضراوات لا تتأثر نوعيًا فى إزهارها بالعوامل البيئية ، وإن كانت تتأثر كميًا . وبمعنى آخر .. فإن إزهارها من عدمه لا يتوقف على التعرض لدرجات حرارة خاصة أو لفترة ضوئية معينة ، ولكنه يتأثر كميًا بهذه العوامل ؛ فيكون الإزهار مبكرًا أو متأخرًا ، وقليلًا أو غزيرًا ، كما تتأثر أيضًا نسبة الأزهار المذكرة إلى المؤنثة أو الخنثى فى القرعيات .

٢ – خضروات تزهر عند تعرضها لدرجات حرارة مرتفعة ، كما فى الخس ، والفجل البلدى (الحولى) وغيرهما من أصناف الخضر الشائعة الزراعة فى المناطق ذات الشتاء المعتدل .

٣ – خضروات تتهيأ للإزهار عندما تتعرض لدرجات حرارة منخفضة لفترة معينة ، ويسمى ذلك بالارتباع Vernalization .

٤ – خضروات تتهيأ للإزهار عندما تتعرض لفترة ضوئية معينة لعدد معين من المرات ، ويسمى ذلك بالتأقت الضوئى Photoperiodism .

وسنتناول بالشرح فى هذا الفصل أساسيات عمليتى الارتباع والتأقت الضوئى وتطبيقاتهما العملية فى مجال إزهار الخضر .

٢٥ – ١ : الارتباع

الارتباع Vernalization هو تهيئة النباتات للإزهار بتعريضها للحرارة المنخفضة لفترة من الزمن ، وتسمى تلك الفترة بالفترة الضوئية المهيئة للإزهار Thermo- inductive period.ويقتصر دور الارتباع على تهيئة النباتات للإزهار فقط ، لكنها لا تتجه نحو الإزهار إلا بعد تعرضها للجو الدافىء بعد ذلك ، بينما نجد فى النباتات التى تستجيب للتأقت الضوئى أن التعرض لفترة ضوئية مناسبة يهيىء النبات للإزهار ، ويدفعه للإزهار فى آن واحد .

ويجب أن تكون درجة الحرارة أثناء فترة الارتباع حوالى ٧°م ، وأن يستمر التعرض لها لمدة ١ – ٢ شهر حسب المحصول والصنف . كما يجب أن تكون النباتات قد تعدت مرحلة الحداثة Juvenility حتى يمكنها الاستجابة لمعاملة الحرارة المنخفضة .

وتعتبر الأنسجة المرستيمية فى القمة النامية هى موضع استجابة النباتات للحرارة المنخفضة ، حيث يتكون بها العامل المحفز للإزهار Flowering Stimulus . وقد وجد أن هذا العامل لا ينتقل عبر منطقة التحام الأصل بالطعم فى التطعيم ولا يتحرك فى النبات ، إلّا أن جميع النوات التى تتكون من القمة النامية التى تم ارتباعها تكون أيضًا فى حالة ارتباع .

٢٥ – ١ – ١ : تقسيم النباتات حسب حاجتها من الارتباع لكى تتهيأ للإزهار

تقسم النباتات حسب حاجتها من الارتباع لكى تتهيأ للإزهار إلى مجموعتين :

١ – نباتات لا تزهر إلّا بعد أن تتهيأ للإزهار بفعل التعرض للحرارة المنخفضة ، مثال ذلك : الكرفس ، والكرنب ، والبنجر ، والجزر ، والشيكوريا ، والسلق ، وكرنب بروكسل ، والكولارد ، والكيل ، وكرنب أبو ركبة ، والروتاباجا ، والفينوكيا ، والبقدونس ، والكرات أبو شوشة ، والبصل ، والسلسفيل . وتعرف نباتات هذه المجموعة بأن استجابتها للارتباع نوعية .

٢ – نباتات يكون إزهارها أسرع بعد أن تتهيأ للإزهار بفعل التعرض للحرارة المنخفضة ، مثال ذلك : الخس ، والفجل ، واللفت ، والبسلة ، والسباغ . وتعرف نباتات هذه المجموعة بأن استجابتها للارتباع كمية . فنباتات هذه المجموعة تزهر إذا تعرضت لظروف أخرى مناسبة لإزهارها ، دون أن تتعرض مطلقًا لدرجات الحرارة المنخفضة ، لكن تعرضها للحرارة المنخفضة يسرع من إزهارها .

٢٥ – ١ – ٢ : العوامل المؤثرة على الارتباع

تتأثر استجابة النباتات للارتباع بعدد من العوامل أهمها : الحداثة ، ودرجة حرارة معاملة الارتباع ، والمحصول ، والصنف .

الحـــداثة

تعرف الحداثة Juvenility بأنها تلك المرحلة من النمو التى لا تستجيب النباتات خلالها لمعاملة الارتباع ، وتستمر فى نموها الخضرى الطبيعى برغم تعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة . وتختلف مرحلة النمو التى تستجيب فيها النباتات لدرجة الحرارة المنخفضة اختلافًا كبيرًا فى الأنواع النباتية المختلفة كالتالى :

١ – فى بعض النباتات تستجيب البويضة الخصبة للحرارة المنخفضة .

٢ – فى القمح يستجيب جنين البذرة للحرارة المنخفضة .

٣ – فى بعض النباتات تستجيب البذرة المشربة بالماء للحرارة المنخفضة ، بشرط ألا تكون فى حالة سكون . وقد تكون هذه الاستجابة نوعية ، كما فى البنجر ، والشيكوريا ، والجزر ، وقد تكون كمية ، كما فى الخس ، والبسلة ، والسباغ .

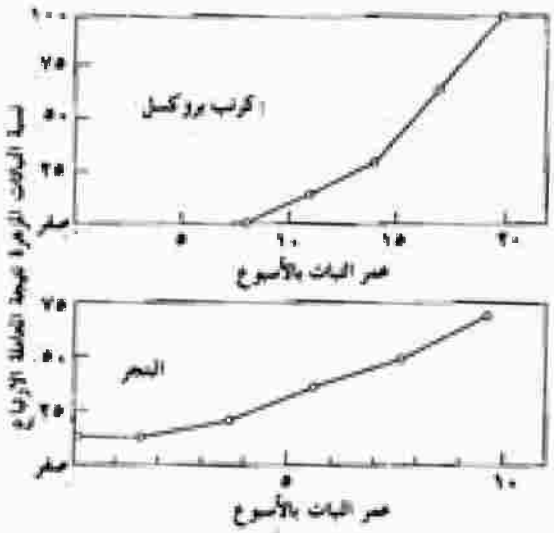
٤ – فى بعض النباتات تحدث الاستجابة فى أية مرحلة من مراحل النمو ، كما فى البنجر .

٥ – فى نباتات أخرى لا تحدث الاستجابة إلّا بعد وصول النباتات إلى مرحلة معينة من النمو مثل طور البادرة ، كما فى الكرفس ، والنباتات الأكبر ، كما فى الكرنب ، والنباتات التى بلغ عمرها ١١ أسبوعًا ، كما فى كرنب بروكسل (Leopold & Kriedmann ، ١٩٧٥ Vince-Prue ، ١٩٧٥) .

هذا .. وقد تكون الحداثة نوعية أو كمية كالتالى :

الحداثة النوعية هى الحالات التى لا تحدث فيها أية استجابة للحرارة المنخفضة أثناءها ففى كرنب بروكسل مثلًا توجد فترة حداثة نوعية تستمر لمدة ١١ أسبوعًا لا تستجيب خلالها النباتات لمعاملة الارتباع .

والحداثة الكمية هى الحالة التى تزيد فيها الاستجابة للحرارة المنخفضة مع تقدم النباتات فى العمر . ففى كرنب بروكسل أيضًا توجد فترة حداثة كمية تمتد من عمر ١١ أسبوعًا حتى عمر ٢٠ أسبوعًا تزيد خلالها الاستجابة للحرارة المنخفضة تدريجيًا مع تقدم النباتات فى العمر حتى تصبح الاستجابة ١٠٠٪ عندما تصل النباتات لعمر ٢٠ أسبوعًا (شكل ٢٥ – ١) . كذلك تزيد استجابة نباتات الكرنب والجزر لمعاملة الارتباع مع تقدمها فى العمر . وفى البنجر لا توجد فترة حداثة نوعية ، لكن النباتات تستجيب للحرارة المنخفضة بدرجة متزايدة من وقت زراعة البذرة حتى عمر ١٠ أسابيع (شكل ٢٥ – ١) .



شكل ٢٥ – ١ : دور الحداثة Juvenility فى الاستجابة لعملية الارتباع .

درجة حرارة معامل الارتباع

كلما انخفضت درجة الحرارة التي تتعرض لها النباتات ، نقصت المدة اللازمة لكي تتهيأ للإزهار . فعملية الارتباع كمية ، ويوجد ارتباط بين درجة الحرارة ومدة المعاملة ، لكن الحرارة القريبة من التجمد (والتي تقل عن ٢°م) أقل تأثيرًا من الحرارة الأعلى قليلًا من ذلك (والتي تتراوح من ٢ - ٥°م) (Bleasdale ١٩٧٣) . كما أن درجة حرارة التجمد ليس لها تأثير يذكر ، لأن الماء هو الوسط الذي تجري فيه كل التفاعلات الحيوية ، ولأن الأنسجة النباتية المتجمدة يقل نشاطها الحيوي بدرجة كبيرة - ذلك النشاط الذي لا غنى عنه لحدوث التغيرات الحيوية اللازمة لتهيئة النبات للإزهار .

المحصول والصنف المزروع

تختلف المدة اللازمة للارتباع باختلاف المحصول . فمثلًا تزيد المدة اللازمة لتهيئة الجزر للإزهار كثيرًا عما يلزم للفت . كما تختلف مدة الارتباع اللازمة باختلاف الصنف . فالمدة اللازمة لتهيئة الكرنب بروزوبك للإزهار أطول كثيرًا من تلك التي تلزم لتهيئة الكرنب البلدي . وكذلك تقل مدة التعرض للحرارة المنخفضة اللازمة لتهيئة الجزر البلدي للإزهار كثيرًا عما يلزم لتهيئة أصناف الجزر الأجنبية .

٢٥ - ١ - ٣ : إزالة أثر الارتباع

يمكن إزالة تأثير الارتباع بتعريض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة ، وتسمى هذه العملية Devernalization . ويكون تأثيرها أقوى ما يمكن عندما تتعرض النباتات لدرجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة بالتبادل أثناء فترة الارتباع . ويقل تأثير الـ devernalization بزيادة فترة تعرض النباتات للحرارة المنخفضة قبل تعريضها للحرارة المرتفعة ، أي مع قرب اكتمال عملية الارتباع . ففي الشيلم يقل تأثير الـ devernalization لمعاملة الحرارة المرتفعة (٣٥°م) بمقدار النصف مع كل زيادة مقدارها أسبوع في فترة الارتباع . كما يستجيب القمح ذو الحوائن للـ devernalization بطريقة مماثلة للشيلم (Vince-Prue ١٩٧٥) . هذا .. ويمكن إعادة تهيئة النباتات التي أُزيل أثر الارتباع منها بتكرار عملية الارتباع .

٢٥ - ١ - ٤ : التطبيق العملي للارتباع في مجال الخضر

تفيد دراسة احتياجات الخضر من الحرارة المنخفضة حتى تتهيأ للإزهار في الجوانب التطبيقية التالية :

١ - اختيار الموعد المناسب للزراعة لتلافي الإزهار المبكر ، كما في الكرنب ، والكرفس ، والبصل .

٢ - اختيار الأصناف المناسبة للخضروات المختلفة لاختلافها في احتياجاتها من الحرارة المنخفضة لكي تتهيأ للإزهار . فالكرنب البلدي يزرع في يوليو حتى سبتمبر ، نظرًا لأنه يتهيأ بسرعة للإزهار بفعل الحرارة المنخفضة ، في حين أن الكرنب بروزوبك يزرع في شهر نوفمبر ، نظرًا لأن احتياجاته

من البرودة لكي يتهيأ للإزهار كبيرة جدًا ، ولا يتوفر ذلك القدر من البرودة خلال فصل الشتاء بمصر .

٣ – توفير الظروف المناسبة لإزهار الأصناف التي لا تزهر تحت الظروف الطبيعية في مصر لاستخدامها في أغراض التربية .

٤ – إنتاج البذور التجارية للخضر (استيو وآخرون ١٩٦٣) .

٢٥ – ٢ : التأقت الضوئي

تتجه بعض النباتات نحو الإزهار بعد أن تتعرض لفترة ضوئية معينة لعدد من الدورات . وتسمى هذه الاستجابة للفترة الضوئية باسم التأقت الضوئي Photoperiodism . ولا تقتصر استجابة النباتات للفترة الضوئية على الإزهار فقط ، بل إنها قد تستجيب بتكوين الأبصال ، كما في البصل ، أو بتكوين الدرنات ، كما في البطاطس ، أو بنمو المدادات ، كما في الشليك . وقد سبقت الإشارة إلى هذه النوعيات من الاستجابة للفترة الضوئية في الجزء (٧ – ٤ – ٣) . كذلك سبق أن قدمنا في الجزء المشار إليه شرحًا أوليًا عن أساسيات عملية الاستجابة للفترة الضوئية بصورة عامة .

أما في هذا الفصل ، فسنتطرق إلى تفاصيل أكثر تعمقًا ، خاصة فيما يتعلق بإزهار محاصيل الخضر .

سبق أن قسمنا النباتات حسب استجابتها للفترة الضوئية إلى ثلاث مجموعات هي :

١ – نباتات النهار القصير ، وهي التي يلزمها التعرض لفترة إضاءة قصيرة حتى تزهر .

٢ – نباتات النهار الطويل ، وهي التي يلزمها التعرض لفترة إضاءة طويلة حتى تزهر .

٣ – النباتات الحايدة ، وهي التي لا يشترط لإزهارها أن تتعرض لفترة ضوئية بطول معين .

وتسمى الفترة الضوئية التي تتحدد عندها استجابة النباتات للفترة الضوئية باسم فترة الإضاءة الحرجة Critical photoperiod . وفي نباتات النهار القصير تكون الفترة الحرجة هي أطول فترة إضاءة يمكن أن يحدث معها إزهار ، وتتراوح عادة من ١١ – ١٤ ساعة . أما في نباتات النهار الطويل ، فإن الفترة الحرجة تكون هي أقصر فترة إضاءة يمكن أن يحدث معها إزهار ، وتتراوح عادة من ١٢ – ١٤ ساعة .

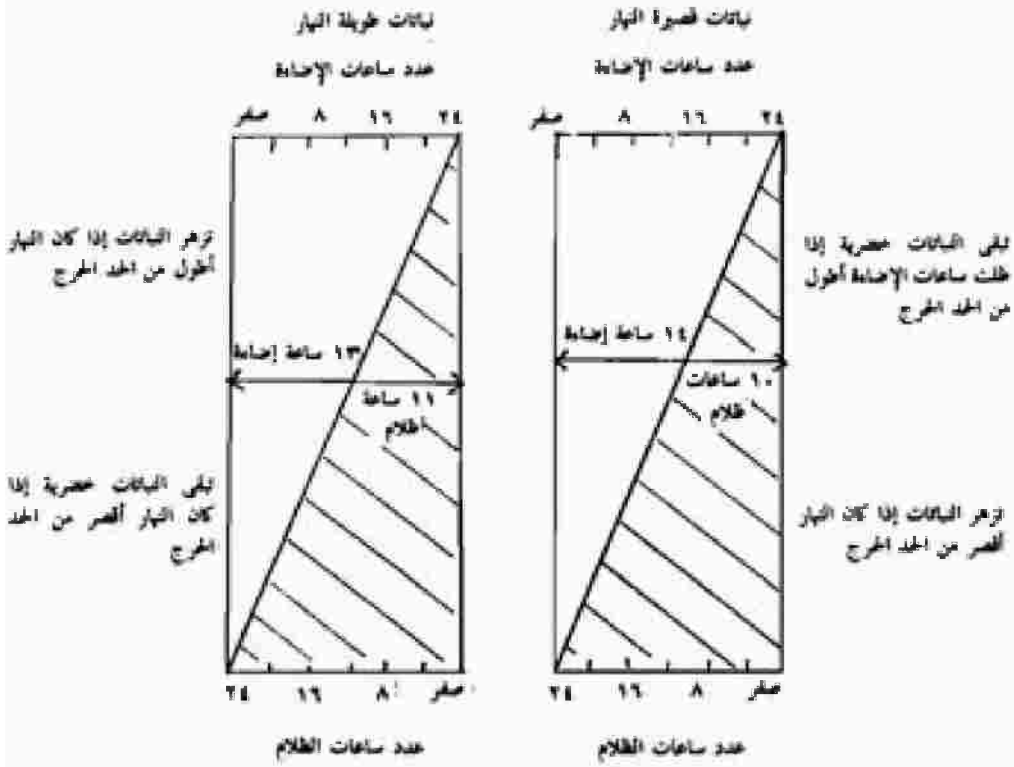
وإلى جانب التقسيم السابق للنباتات ، فإن الاستجابة للفترة الضوئية قد تكون :

١ – نوعية Qualitative : فلا يزهر النبات إلا بعد أن يتعرض لعدد كاف من الدورات الضوئية المهيئة للإزهار photo-inductive Cycles ، مثال ذلك : السباغ ، وهي من نباتات النهار الطويل ، ونوع الشليك Fragaria chiloensis ، وهو من نباتات النهار القصير .

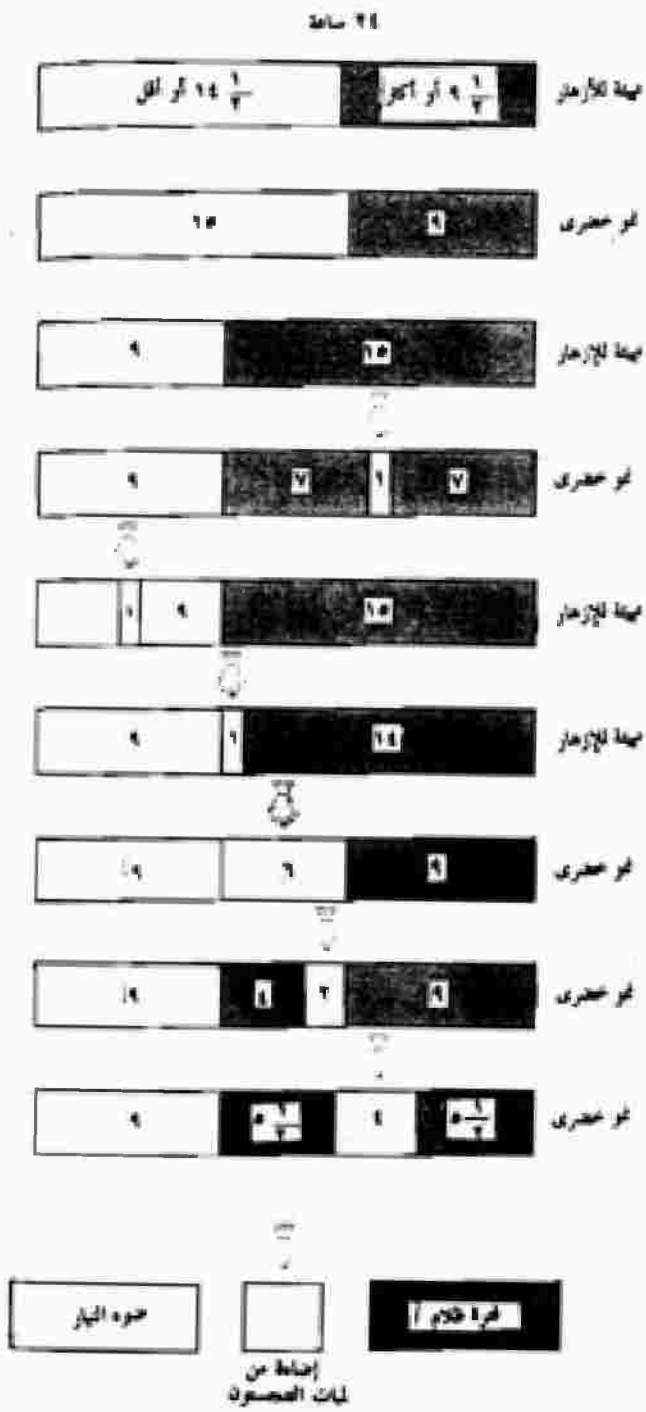
٢ – كمية Quantitative : وهنا لا يتحدد إزهار النبات بتعريضه لفترة ضوئية معينة ، ولكن إزهاره يكون أسرع عندما يتعرض لعدد كاف من الدورات الضوئية المهيئة للإزهار . مثال ذلك : القطن ، وهو من نباتات النهار القصير ، والبسلة ، وهي من نباتات النهار الطويل (Blaxdale ١٩٧٣) .

٢٥ - ٢ - ١ : الأهمية النسبية لفترتي الضوء والظلام

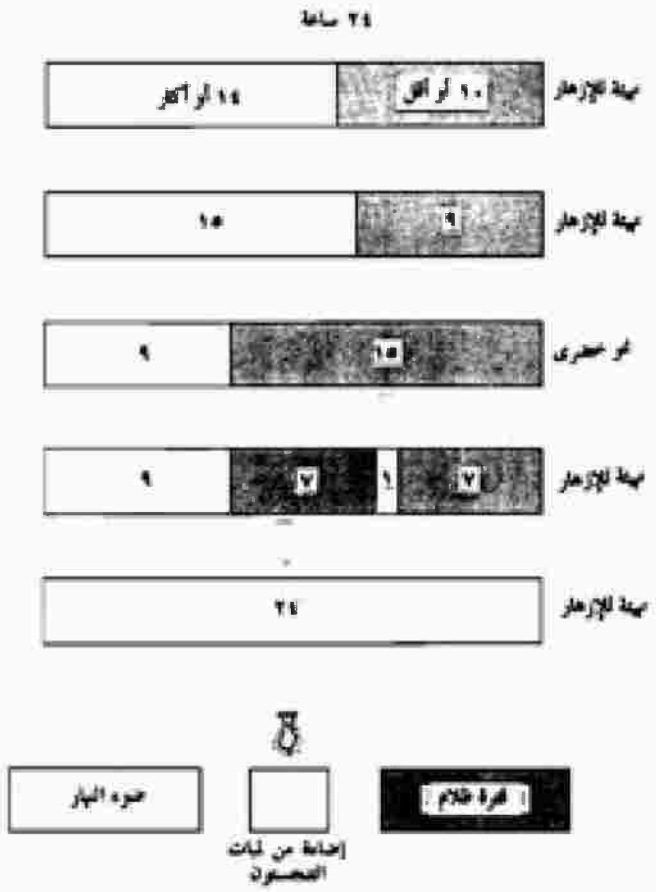
يتحدد إزهار النباتات من عدمه بطول فترة الظلام ، وليس بطول فترة الضوء . فنباتات النهار القصير لا تزهر إلّا إذا زاد طول الليل عن حد معين ، ونباتات النهار الطويل لا تزهر إلّا إذ قصر طول الليل عن حد معين (شكل ٢٥ - ٢) . وتزهر بعض نباتات النهار الطويل حتى إذا تعرضت للإضاءة باستمرار (Steward ١٩٦٦) . كما لا تزهر نباتات النهار القصير إذا جُزّئت فترة الظلام الطويلة إلى فترات قصيرة بتعريض النباتات لومضات من الضوء على فترات أثناء الليل . ويتحقق ذلك بضوء شدته ١٠ - ١٠٠ قدم - شمعة (شكل ٢٥ - ٣) . وبعكس ذلك .. فإن نباتات النهار الطويل تهيأ للإزهار إذا جُزّئت فترة الظلام الطويلة التي تتعرض لها بفترات قصيرة من الضوء ، ويكفي لذلك ضوء شدته ١٠٠ قدم ــ شمعة (شكل ٢٥ - ٤) .



شكل ٢٥ - ٢ : تأثير فترتي الضوء والظلام على إزهار نباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل .



شكل ٢٥ – ٣ : أهمية فترة الظلام فى إزهار نباتات الأقحوان ، وهو نبات قصير النهار تلزمه فترة ظلام لا تقل عن تسع ساعات ونصف فى درجة حرارة ١٥°م (عن Mastalerz ١٩٧٧) .



شكل ٢٥ - ٤ : أهمية فترة الظلام فى تكوين درنات نبات البجونيا Begonia ، وهو نبات نهار طويل تلزمه فترة ظلام لا تزيد عن ١٠ ساعات فى درجة حرارة ١٥°م (عن Mastalerz ١٩٧٧) .

نرى مما تقدم أن تقسيم النباتات إلى طويلة وقصيرة النهار لا يعتمد على العدد المطلق من الساعات الضوئية اللازمة للإزهار ، ولكنه يبنى على كيفية استجابة النبات إذا نقصت أو زادت فترة التعرض للظلام عن حد معين . وبناء على ذلك .. فإن نباتات النهار القصير والطويل قد تزهران معًا فى وقت واحد إذا كانت فترة التعرض للظلام فى حدود الفترة الحرجة لكليهما . ليس هذا فقط ، بل إن نباتات النهار القصير قد تزهر فى نهار أطول من نباتات النهار الطويل . فالتقسيم السابق لا يعنى أن كل النباتات القصيرة النهار تزهر فى فترات ضوئية أقصر من الفترات الضوئية التى تزهر فيها النباتات الطويلة النهار .

وكمثال على ذلك .. فإن الزانثيم **Xanthium** يُعد من النباتات القصيرة النهار ، وتبلغ فترة الإضاءة الحرجة له ١٥ ساعة ، حيث لا يزهر إذا زادت مدة الإضاءة عن ذلك . وبالمقارنة .. فإن الهايوسكيمس **Hyoscyamus** نبات طويل النهار ، وفترة الإضاءة الحرجة له ١١ ساعة ، ولا يزهر إذا قصرت مدة الإضاءة عن ذلك . وبمعنى هذا أنهما يمكن أن يزهرا معًا فى فترة إضاءة ١٣ ساعة مثلًا .

٢٥ – ٢ – ٢ : الدورات الضوئية المهيئة للإزهار

تختلف النباتات التي تستجيب للتأثر الضوئي اختلافًا كبيرًا في عدد دورات الضوء والظلام اللازمة لتهيئتها للإزهار Photo-Inductive Cycles ، فمثلاً :

١ – في النوع **Xanthium pennsylvanicum** – وهو قصير النهار – تكفي دورة واحدة لتهيئة النباتات للإزهار .

٢ – وفي النوع **Salvia occidentalis** – وهو أيضًا قصير النهار – تلزم ١٧ دورة حتى تتهيأ النباتات للإزهار .

٣ – وفي النوع **Plantago lanceolata** – وهو طويل النهار – تلزم ٢٥ دورة لكي يحدث إزهار كامل .

وتجدر الإشارة إلى أنه متى حصل النبات على العدد الكافي من دورات الضوء والظلام المهيئة للإزهار ، فإنه يزهر حتى ولو تعرض بعد ذلك لدورات غير مهيئة للإزهار . كما أن التهيئة للإزهار قد تكون جزئية ، بمعنى أن النباتات قد لا تزهر ، لكن تتكون بها مبادىء أزهار فقط إذا لم يكن عدد الدورات التي تعرضت لها النباتات كافيًا لدفعها نحو الإزهار .

وإذا حدث وتعرضت النباتات لدورات مهيئة للإزهار بالتبادل مع دورات غير مهيئة ، فإن تأثير ذلك يختلف في نباتات النهار القصير ، عنه في نباتات النهار الطويل كالتالي :

١ – يؤدي ذلك في نباتات النهار القصير إلى تثبيط أو تقليل فعل الدورات المهيئة للإزهار .

٢ – بينما يستمر تأثير الدورات المهيئة متجمعًا في نباتات النهار الطويل ، حتى ولو تخللتها دورات غير مهيئة للإزهار .

٢٥ – ٢ – ٣ : الموجات الضوئية المؤثرة على الإزهار

يمكن بواسطة دراسة طول الموجات الضوئية المؤثرة على الإزهار أن نتعرف على الصبغات التي يمكن أن تلعب دورًا في هذه العملية . فإذا كانت إحدى المكونات النباتية ذات مقدرة على امتصاص الأشعة الضوئية في مدى من طول الموجات يتشابه مع المدى المؤثر على الإزهار ، فإن ذلك يكون دليلاً قويًا على أن هذه المادة علاقة بعملية الإزهار ، وأنها هي المستقبل الضوئي photoreceptor الذي يبدأ العمليات التي تقود في النهاية إلى الإزهار .

فمثلاً نجد أن أعلى معدل لعملية البناء الضوئي يحدث في منطقتي الضوء الأزرق والأحمر ، وهي أطوال الموجات التي يحدث عندها أقصى امتصاص من صبغة الكلوروفيل الأساسية في عملية البناء الضوئي .

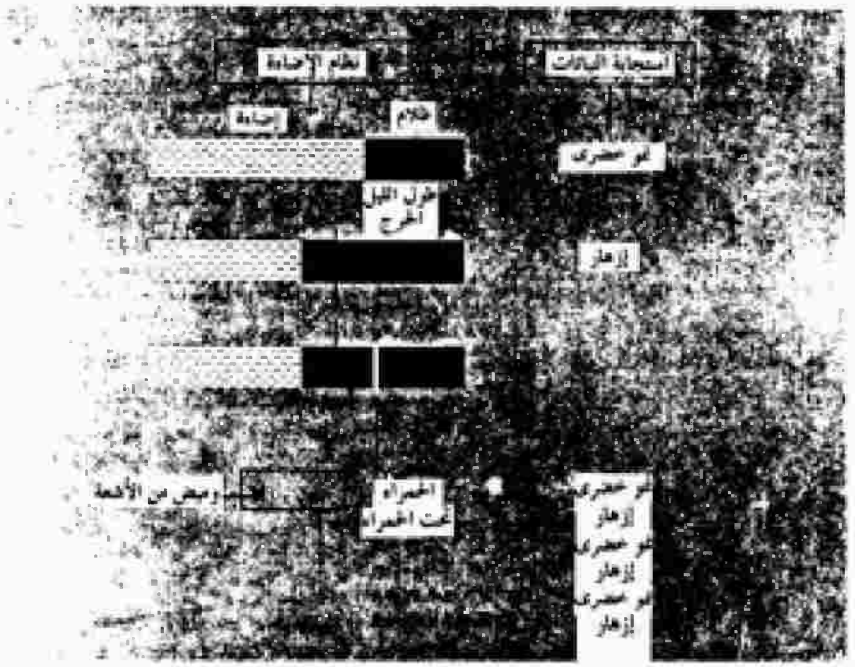
وكما سبق الذكر .. فقد أوضحت الدراسات أن قطع الليل الطويل بفترة إضاءة قصيرة أدى إلى عدم إزهار نبات الزانثيم **Xanthium** القصير النهار . وقد أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في تحديد

أكثر الموجات الضوئية تأثيرًا فى هذا الشأن ، ووجد أنها تقع بين موجتى ٦٢٠ و ٦٦٠ ملل ميكرون ، أى بين اللونين البرتقالى والأحمر . وحدث أقصى تنشيط فى طول موجة ٦٤٠ ملل ميكرون .

٢٥ - ٢ - ٤ : كيفية استجابة النباتات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار :

لا تحدث الاستجابة لعملية التأقت الضوئى إلا عند تعرض الأوراق - خاصة الأوراق الصغيرة الكاملة النمو - للعدد اللازم من الفترات الضوئية المهيئة للإزهار . وقد اكتشفت هذه الحقيقة لأول مرة على نبات السانج بواسطة نط Knott .

كما اكتشف بورثويك Borthwick أن الأشعة تحت الحمراء Far Red (اختصارًا FR) قادرة على إلغاء التأثير الذى يحدثه التعرض للأشعة الحمراء Red (اختصارًا R) على النباتات القصيرة النهار . فإذا عرضت النباتات القصيرة النهار للضوء الأحمر فى منتصف الليل ، وأعقب ذلك تعريضها للأشعة تحت الحمراء ، فإن هذه النباتات تزهر . وإذا أعقب ذلك تعريض النباتات مرة أخرى للأشعة الحمراء ؛ فإنها لا تزهر ، وهكذا (شكل ٢٥ - ٥) . وتبعى آخر .. فإن المعاملة الأخيرة هى التى تحدد ما إذا كانت النباتات ستزهر أم لا ، بغض النظر عن عدد دورات التعريض السابقة للضوء الأحمر والأشعة تحت الحمراء .



شكل ٢٥ - ٥ : تأثير التعرض للأشعة الحمراء وتحت الحمراء على إزهار نبات قصير النهار - (عن Galston ١٩٦٤) .

وقد افترض وجود صبغة أُطلق عليها اسم فيتوكروم phytochrome (اختصارًا P) تأخذ صورتين : إحداهما (Pr) وهي التي تقوم بامتصاص الأشعة الحمراء ، والأخرى (Pfr) وهي التي تقوم بامتصاص الأشعة تحت الحمراء .

ويستخلص من الدراسات العديدة التي أُجريت على هذا الموضوع ما يلي :

١ – يعتقد أن الصورة (Pfr) هي النشطة فسيولوجيًا .

٢ – كل منهما قادرة على التحول إلى الصورة الأخرى .

٣ – تتحول الصورة (Pfr) ببطء إلى الصورة (Pr) في الظلام .

٤ – لا يتم التحول من صورة لأخرى بشكل مباشر ، بل يتم ذلك مرورًا بعدة مراحل وسطية يتغير فيها تركيب الصبغة .

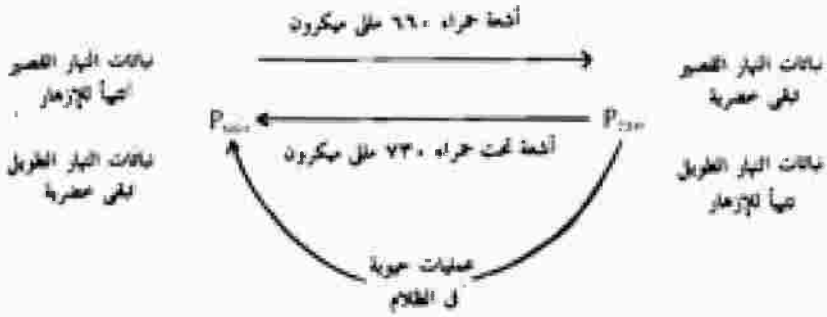
وقد لخص بورتويك التغيرات التي تحدث في الصبغة عند التعرض للدورات المهيئة للإزهار كما يلي :

١ – عند التعرض للضوء تتراكم صورة الصبغة (Pfr) في النبات . هذه الصورة تمنع الإزهار في نباتات النهار القصير .

٢ – مع بداية فترة الظلام تتحول الصورة (Pfr) تدريجيًا إلى الصورة (Pr) . هذه الصورة تحفز الإزهار في نباتات النهار القصير ، وتمنع الإزهار في نباتات النهار الطويل .

٣ – يؤدي تعريض النباتات أثناء الليل إلى فترة قصيرة من الضوء الأحمر إلى تحويل الصبغة إلى صورة (Pfr) ، الأمر الذي يؤدي إلى منع الإزهار في نباتات النهار القصير .

٤ – إذا أعقب التعريض للضوء الأحمر تعريض النباتات للأشعة تحت الحمراء ، فإن الصبغة تتحول مرة أخرى إلى صورة (Pr) ، وبزوال أثر التعرض للضوء الأحمر (شكل ٢٥ – ٦)



شكل ٢٥ – ٦ : تأثير التعرض للأشعة الحمراء وتحت الحمراء على صبغة الفيتوكروم بصورتيها (Pr) و (Pfr) ، وعلى أزهار النباتات القصيرة والطويلة النهار (عن Mastalerz ١٩٧٧) .

٥ – ويؤدى استمرار تعرض النبات للضوء الأحمر إلى استمرار تحول الصبغة من صورة (Pr) إلى صورة (Pfr) إلى أن يصل تركيز الصورة (Pr) إلى أقل من الحد الحرج ، فلا يحدث توازن بين الصورتين .

وقد عزلت صبغة الفيتوكروم بالفعل من الجلور ، والسيقان ، والسويقة الجنينية العليا ، والفلقات ، وأنصال وأعناق الأوراق ، والبراعم الخضرية ، والثمار ، والثمار النامية لعدد من النباتات ، منها : الدخان ، والذرة ، والفاصوليا . كما عزلت الصبغة أيضًا من بعض النباتات الدنيئة ، كالطحالب .

٢٥ – ٢ – ٥ : طبيعة المادة التى تتكون استجابة للفترة الضوئية المهيئة للإزهار

يتكون عند تعريض النبات لفترة الإضاءة المناسبة لإزهاره مادة فعالة لها صفات الهرمون أطلق عليها اسم فلوريجين Florigen . وتنتقل هذه المادة من الأوراق إلى المناطق الميرستيمية ، حيث تحدث تأثيرها فى تحويل البراعم الخضرية إلى براعم زهرية . وقد يتحكم الهرمون المتكون فى الورقة الواحدة فى إزهار النبات كله ، حتى ولو تعرضت بقية أجزاء النبات لفترة ضوئية غير ملائمة لتكوين الهرمون . ويتحرك الهرمون المتكون داخل النبات عن طريق اللحاء ، كما ينتقل خلال منطقة التحام الأصل مع الطعم ، لكن لم يكن فى الإمكان استخلاصه أو معاملة النبات به .

ويبدو أن المواد اللازمة لتهيئة نباتات النهار الطويل للإزهار مماثلة لتلك اللازمة لتهيئة نباتات النهار القصير . فقد وجد أنه إذا طعم نبات نهار طويل على نبات نهار قصير ، وعرض الطعم لفترة ضوئية مناسبة لإزهاره ، فإن الأصل يزهر أيضًا . كما وجد أنه إذا طعم نبات نهار قصير على نبات نهار طويل ، وعرض الطعم لفترة ضوئية مناسبة لإزهاره ، فإن الأصل يزهر كذلك . ويعنى ذلك أن الهرمون المتكون ليس قاصرًا على نوع نباتى معين ، وأن طبيعته واحدة فى كل من نباتات النهار الطويل ونباتات النهار القصير على حد سواء .

٢٥ – ٢ – ٦ : العوامل المؤثرة على استجابة النباتات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار

تتوقف استجابة النباتات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار على عدد من العوامل ، من أهمها ما يلى :

١ – عمر النبات :

لا تستجيب النباتات للضوء عند إزهارها إلّا إذا بلغت مرحلة معينة من النمو الخضرى . كما أن بعض النباتات ، كالشليم ، تقل حساسيتها للفترة الضوئية مع تقدمها فى العمر ، فى حين أن البعض الآخر تظل حساسيتها ثابتة طوال فترة حياتها .

٢ – شدة الإضاءة :

لكى يستجيب النبات للفترة الضوئية المهيئة للإزهار ، فإنه يجب أن يسبق ذلك تعريضه لإضاءة شديدة ، ولو لمدة قصيرة ، أو لإضاءة ضعيفة لمدة طويلة ، لأن لشدة الإضاءة دورًا غير مباشر فى عملية تهيئة النباتات للإزهار ، فهى تؤثر على كمية السكريات المجهزة ، وهى المواد اللازمة لنمو وتميز المناطق الميرستيمية التى تتكون فيها مبادىء الأزهار . كما قد تلعب شدة الإضاءة دورًا مباشرًا فى تمثيل

الهرمون اللازم للإزهار . وأقل إضاءة يمكن أن تحدث معها استجابة للفترة الضوئية المهيئة للإزهار هى ١٠٠ قدم – شمعة (Devlin ١٩٧٥ ، Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) .

٣ – درجة الحرارة .

هذا .. وقد سبقت مناقشة التطبيقات العملية للاستجابة للفترة الضوئية فى الجزء (٧ – ٤ – ٣) . وللمزيد من القراءة المتعمقة فى موضوع التأقت الضوئى يراجع كل من Vince-Prue (١٩٧٥) و Salisbury (١٩٨٢) فيما يتعلق بالأسس العامة ، و Piringer (١٩٦٢) فيما يتعلق بمحاصيل الخضر .

٢٥ - ٣ : المراجـــــع

استينو ، كمال رمزى ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبد المقصود محمد ، و وريد عبد البر وريد ، وأحمد عبد المجيد رضوان ، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) . إنتاج الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ١٣١٠ صفحة .

Bleasdale, J.K.A. 1973. Plant physiology in relation to horticulture. The MacMillan Pr., Ltd., London. 144p.

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D.Van Nostrand Co., N.Y. 600p.

Galston, A.W. 1964. The life of the green plant. Prentice-Hall. Englewood Cliffs,N.J. 118p.

Leopold, A.C. and P.E. Kriedmann. 1975. (2nd ed.) Plant growth and development. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 545p.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, N.Y. 629p.

Piringer, A.A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants. In Campbell Soup, Company Plant Science Symposium pp. 173-185. Camden, N.J.

Salisbury, F.B. 1982. Photoperiodism. Hort. Rev. 4: 66-105.

Steward, F.C. 1966. About plants: topics in plant biology. Addison-Wesley, Reading, Mass 174p.

vince -Prue, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Co., London. 444p.

الفصل السادس والعشرون

الهرمونات النباتية ومنظمات النمو

٢٦ – ١ : تعريف وتقسيم الهرمونات النباتية ومنظمات النمو

تعرف الهرمونات النباتية phytohormones بأنها مواد ينتجها النبات بكميات قليلة فى مكان منه ، وتنتقل إلى أماكن أخرى لتحدث تأثيرها .

أما منظمات النمو Growth Regulators ، فهى هرمونات محضرة صناعيًا أو مستخلصة من مصادر نباتية ، وتستعمل فى تنظيم النمو النباتى عند معاملة النباتات بها . ولبعضها نفس التركيب الكيميائى كالهرمونات الطبيعية ، بينما يقترب البعض الآخر فى تركيبه الكيميائى من الهرمونات الطبيعية .

وكل من الهرمونات النباتية ومنبطات النمو إما أن تنشط (promotes أو stimulates) ، أو تثبط (retards أو suppresses) أو تمنع (inhibits) النمو النباتى .

من أهم الهرمونات النباتية المنشطة للنمو ما يلى .

١ – الأوكسين Auxin إندول حامض الخليك Indole Acetic Acid ، وهو يصنع فى منطقة انقسام الخلايا فى الجذور والسيقان ، ثم ينتقل إلى أماكن استطالة الخلايا بهما .

٢ – الجبريللينات Gibberellins ، مثل : حامض الجبريللك Gibberellic Acid ، وهى تصنع فى الأوراق النشطة فسيولوجيًا ، ثم تنتقل إلى مناطق استطالة الخلايا عن طريق الخشب .

٣ – السيتوكينينات Cytokinins ، مثل : الكاينتين Kinetin ، وهى تصنع فى منطقة انقسام الخلايا بالجذور ، ثم تنتقل إلى أماكن استطالة الخلايا فى السيقان .

ومن أهم الهرمونات النباتية المثبطة للنمو ما يلى :

١ – حامض الأبسيسيك Abscisic Acid ، أو هرمون الدورمين Dormin ، وهو يصنع فى الأوراق النشطة فسيولوجيًا ، وينتقل فى اللحاء إلى البراعم الخضرية ، حيث يدفع الأوراق الصغيرة لتكوين تراكيب حرشفية تشبه الأوراق لحماية القمم النامية خلال فصل الشتاء .

٢ – الإيثيلين Ethylene : وهو هرمون ينتج فى الثمار أثناء نضجها ، ويعمل على إسراع العمليات الحيوية المؤدية إلى النضج .

٣ – مركبات أخرى ، مثل : الكيومارين Coumarin ، وحامض الفينوليك Phenolic Acid ، والنارنجين Naringenin ، وجميعها توجد بصورة طبيعية فى النباتات ، وتلعب دورًا فى سكون البذور والبراعم .

كما يتوفر العديد من منظمات النمو من كافة المجموعات السابقة الذكر ، سواء منها النشطة أم المثبطة للنمو ، وسوف نأتى على ذكرها بالتفصيل فى الأجزاء التالية من هذا الفصل .

٢٦ – ١ – ١ : الأوكسينات

من أمثلة الأوكسينات المعروفة ما يلى :

١ – إندول – ٣ – حامض الخليك Indole -3- acetic acid (IAA) ، وهو الوحيد من مجموعة الأوكسينات الذى يوجد فى الطبيعة كهرمون ، كما أنه يحضر صناعيًا ، ويستعمل كمنظم للنمو .

٢ – بيتا إندول حامض البيوتريك B- indolebutyric acid (IBA)

٣ – إم نفثالين حامض الخليك M-napthaleneacetic acid

٤ – بارکلوروفينوكسى حامض الخليك p- chlorophenoxyacetic acid

٥ – ٢ – ٤ ثنائى كلورو فينوكسى حامض الخليك 2-4, dichlorophenoxyacetic acid وهو المستعمل أيضًا كمبيد للحشائش باسم 2,4-D .

٦ – ٢ – ٣ – ٥ ثلاثى أيودو حامض البنزويك 2,3-5-triiodobenzoic acid (TIBA)

ويبين شكل (٢٦ – ١) التركيب الكيميائى لبعض الأوكسينات المعروفة

تستخدم الأوكسينات فى العديد من المجالات الزراعية الهامة ، والتى منها ما يلى :

١ – تشجيع تجذير العقل .

٢ – عقد الثمار .

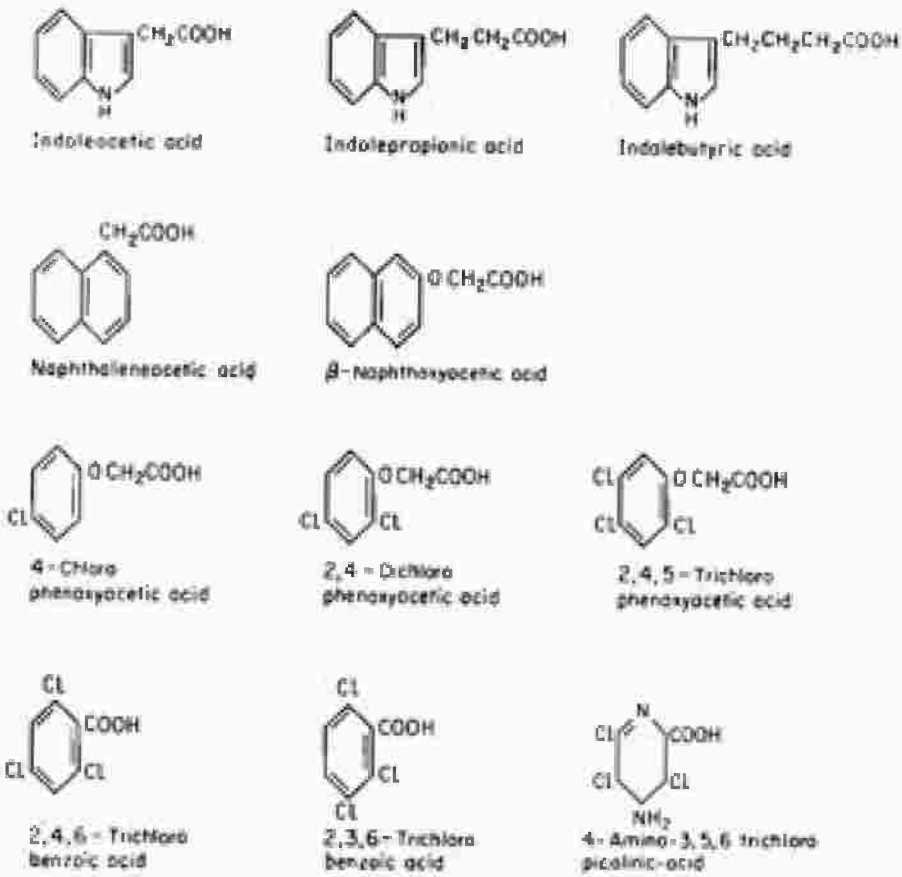
٣ – خف الثمار .

٤ – تأخير تساقط الثمار قبل الحصاد .

٥ – التحكم فى إزهار الأناناس ، وتبكير إزهار وإثمار فول الصويا .

٦ – تستعمل الأوكسينات مع السيتوكينين فى تأخير اصفرار وذبول أوراق القنبيط عند التخزين .

٧ – يستعمل الـ 2,4-D كمبيد للحشائش .



شكل ٢٦ - ١ : التركيب الكيميائى لبعض الأوكسينات .

٢٦ - ١ - ٢ : الجبريللينات

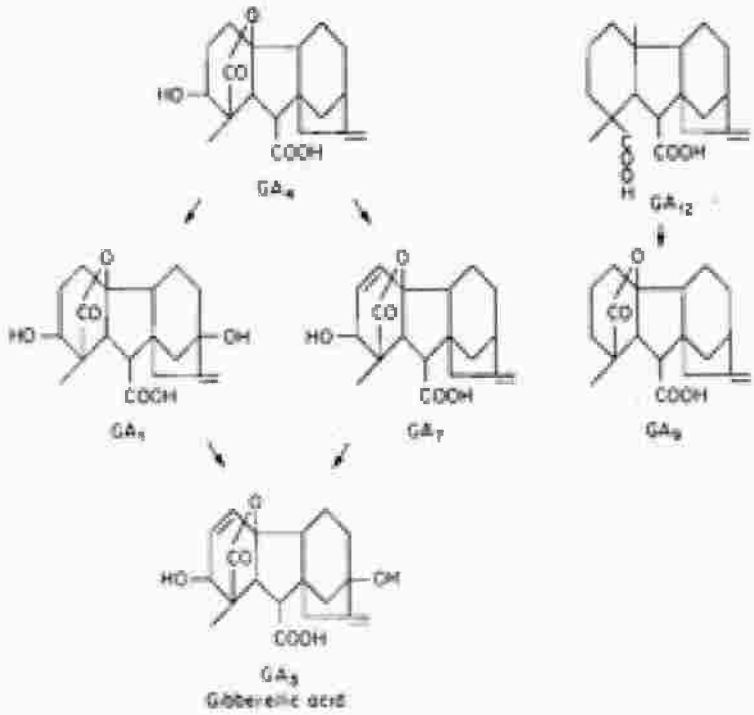
توجد الجبريللينات Gibberellins فى الطبيعة كهرمونات ، كما تحضر صناعيًا وتستعمل كمنظمات نمو . ويزيد عدد الجبريللينات المعروفة حاليًا عن ٤٠ نوعًا . ويبين شكل (٢٦ - ٢) التركيب الكيميائى لبعضها .

تستخدم الجبريللينات فى العديد من الأغراض الزراعية الهامة ، والتى منها ما يلى :

١ - زيادة طول الساق .

٢ - التغلب على التقزم الوراثى والفسيولوجى .

٣ - تشجيع الإزهار فى النباتات ذات الحولين التى تحتاج لمعاملة الارتباع لكى تزهر ، وكذلك فى نباتات النهار الطويل .



شكل ٢٦ - ٢ : التركيب الكيميائى لبعض الجبريللينات .

٤ - تشجيع عقد الثمار وزيادة حجمها .

٥ - تشجيع العقد البكرى .

٦ - التغلب على سكون البراعم وتشجيع نمو البراعم الجانبية .

٧ - التغلب على سكون البذور .

٨ - تشجيع النمو فى درجات الحرارة الأقل من الدرجة المثلى .

٩ - إنتاج الأزهار المؤنثة فى أصناف الخيار الأنثوية gynoecious بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ١٠٠٠ - ١٥٠٠ جزء فى المليون .

١٠ - إنتاج أسدية وحبوب لقاح خصبة فى نباتات الطماطم العقيمة الذكر بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ٣٠٠ - ٥٠٠ جزء فى المليون .

١١ - التخلص من سكون درنات البطاطس الحديثة الحصاد ، وإمكان زراعتها بعد الحصاد مباشرة بالمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ١ - ٢ جزء فى المليون .

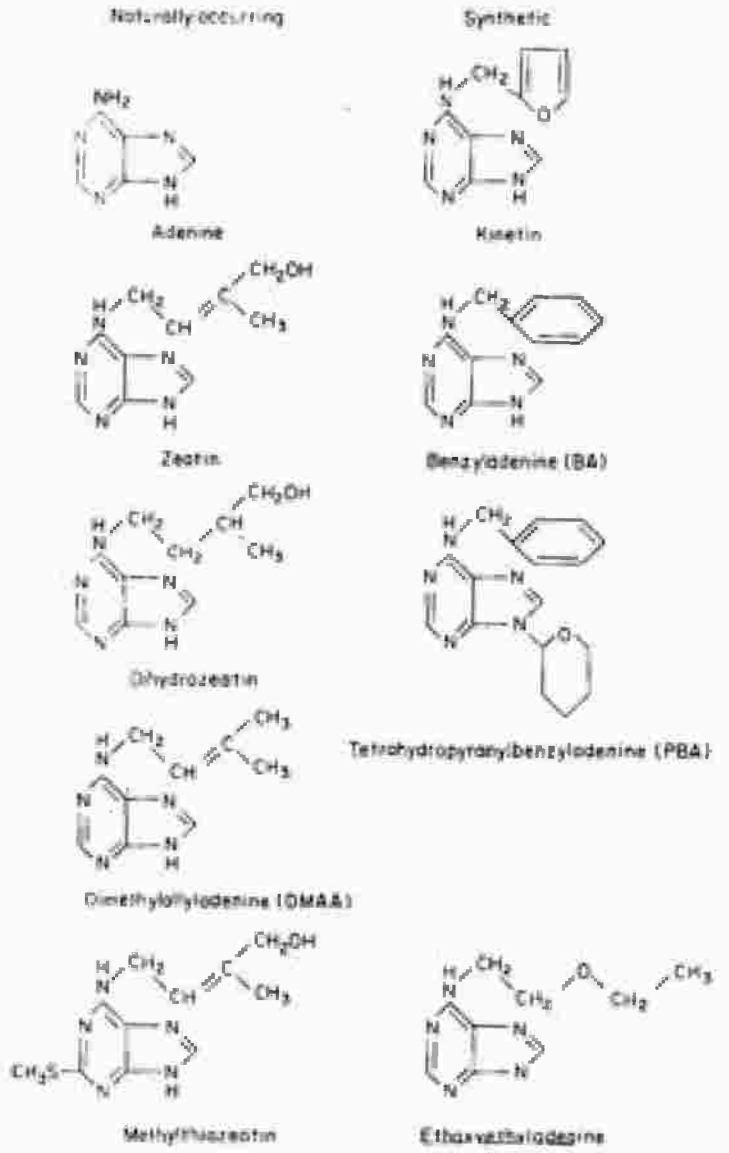
١٢ - تشجيع نمو الكرفس فى الجو البارد بالمعاملة بحامض الجبريلليك بمعدل ١٥,٥ جم للفدان .

١٣ - التبكير فى إنتاج الخرشوف .

٦٤ - تخليص الزوبارب من الحاجة للمرودة بالمعاملة بحامض الجيبلليك بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون فى حالة عدم تعرض النباتات للمرودة كلية ، أو بتركيز ٢٥٠ جزء فى المليون فى حالة تعرض النباتات للمرودة جزئيًا .

٢٦ - ١ - ٣ : السيتوكينينات

يوجد العديد من السيتوكينينات Cytokinins الطبيعة فى النبات . وقد اكتشف الكينيتين Kinetin أولًا ، وتلاه اكتشاف الزياتين Zeatin الذى يعد أكثر فاعلية . ويوضح شكل (٢٦ - ٣) التركيب الكيميائى لبعض السيتوكينينات الطبيعية والمخضرة صناعيًا .



شكل ٢٦ - ٣ : التركيب الكيميائى لبعض السيتوكينينات .

وتلعب السيتوكينينات دورًا هامًا فى الحالات التالية :

١ – تحسين عقد الثمار . وتستخدم لهذا الغرض فى القاوون .

٢ – تأخير الشيخوخة ، وإطالة فترة تخزين الخضر الورقية . وتستخدم لهذا الغرض فى الخس .

٣ – خفض معدل التنفس فى الكرنب ، والبروكولى ، والفلبون وغيرهم فى درجة حرارة الغرفة ، وينتج عن ذلك إطالة فترة احتفاظها بنضارتها لعدة أيام . ويؤدى غمس هذه الخضر فى محلول سيتوكينين بتركيز ٥ – ١٠ جزء فى المليون إلى خفض معدل التنفس بقدر مماثل لما يحدث عند خفض درجة حرارة التخزين إلى ٥،٦°م .

٤ – التغلب على السكون الحرارى فى بذور الخس (Wittwer ١٩٦٨) .

٢٦ – ١ – ٤ : مانعات النمو

تؤدى مانعات النمو Growth Inhitetors إلى وقف نمو الأوراق والسيقان والأزهار عادة ، ومن أمثلتها ما يلى :

١ – الماليك هيدرازيد Maleic Hydraside :

يوقف الماليك هيدرازيد انقسام الخلايا تمامًا فى الميرستيم القمى ، وتؤدى المعاملة به إلى إنتاج نباتات ذات سلاميات قصيرة وأوراق خضراء داكنة . ويستفاد منه فى منع تبرعم البصل والبطاطس ، وبدرجة أقل فى الثوم .

٢ – مبيد الخشاش Chloro-IPC (أو CIPC) : يمنع تنبيت البطاطس والبصل وجذور البطاطا .

٣ – المورفاكتينات Morphactins ، ومنها : Chlorflurenol و Maintain (CF 125) وهى تفيد فى وقف النمو النباتى ، وإبقاء الوضع على ما هو عليه لمدة من الوقت . وتؤدى تركيزاتها العالية إلى تنشيط تكوين طبقة الانفصال ومنع الإزهار . وتعمل على وقف استجابة النباتات للجاذبية الأرضية أو للانحناء الضوئى .

وقد أفاد استعمال الـ Chlorflurenol فى إسراع تكاثر الشليك برش النيجان ودفعها للتكاثر ، كما أفادت رشة واحدة منه بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون عند تفتح أزهار العنقود الأول فى الطماطم إلى تحسين العقد فى درجات الحرارة المرتفعة .

٢٦ – ١ – ٥ : مثبطات النمو

توجد مثبطات النمو Growth Retardants فى الطبيعة كما حضر الكثير منها صناعيًا واستعملت كمنظمات للنمو .

ومن أهم التأثيرات المعروفة لمثبطات النمو ما يلى :

١ – إضعاف فعل الجيبرللين ، والحد من نمو السيقان ، وتقصير طول السلاميات ، وزيادة سمك الساق دون إحداث أية تأثيرات غير مرغوبة .

٢ – تقليل النمو الخضرى وزيادة نسبة الجذور إلى القمة النامية .

٣ – زيادة دكنة اللون الأخضر للأوراق .

٤ – زيادة مقاومة النباتات ، وتحملها لظروف الملوحة والجفاف وتلوث الهواء الجوى .

ومن أهم مجموعات المركبات التى تعد من منبطات النمو ما يلى :

١ – مجموعة الـ Succinamic Acids :

من أهمها منظم النمو Succinic acid 2,2-dimethyl hydrazide الذى أعطى أولًا الاسم الكودى B995 ، ثم غير إلى B-Nine ، ثم أطلق عليه الاسم التجارى Alar (وهو ٨٥٪ مسحوق قابل للبلل) ، ويعطيه بعض الباحثين الرمز SADH . كما أن من هذه المجموعة منظم النمو N-pyrrolidino-succinamic acid الذى يسمى اختصارًا UNI-P 529 ، وله نفس تأثير الألار ، لكنه يستعمل فى الظروف التى تكون فيها درجات الحرارة مرتفعة نسبيًا (Hasan وآخرون ١٩٧٨) .

ومن أهم تأثيرات واستعمالات الألار فى مجال الخضر ما يلى :

(أ) تؤدى معاملة نباتات البطاطس بالألار بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون إلى تقليل النمو الخضرى وتوجيه الغذاء نحو تكوين الدرنات .

(ب) تؤدى معاملة الطماطم بالألار بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون فى المراحل المبكرة من النمو حتى الورقة الرابعة إلى زيادة نسبة العقد .

(جـ) تؤدى معاملة الكرنب بالألار بتركيز ٦٢٥ جزء فى المليون إلى تشجيع الإزهار ، وبتركيز ٦٢٥ – ٥٠٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة المقاومة للصقيع ، وبتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون إلى منع الإزهار كلية .

(د) تشجيع تكوين الخلفات فى الفول الرومى .

(هـ) تأخير ذبول واصفرار أوراق الخس بعد الحصاد .

(و) زيادة عقد الثمار والفصول فى الفاصوليا ، كما تصبح النباتات المعاملة أقوى وأكثر اندماجًا . وأفضل وقت للمعاملة هو فى مرحلة الإزهار التام عند تفتح ٥٠٪ من الأزهار على الأقل ويجب أن تكون النباتات نامية بحالة جيدة وقت المعاملة ، وأن تتراوح درجة الحرارة من ١٦ – ٢٥°م . وأنسب تركيز من الألار هو ٠,١٥٪ .

(ز)تؤدى معاملة القاوون بالألار إلى زيادة عدد الأزهار ، وإنتاجها على أفرع قصيرة ؛ فيكون النبات مندمجًا . تجرى المعاملة عندما يكون النمو الخضرى بطول ٣٠ – ٤٠ سم . وقد يحتاج الأمر إلى معاملة ثانية عندما تكون النباتات قوية النمو . هذا .. وتكون المعاملة الأولى بتركيز ٠,١٪ والثانية بتركيز ٠,٠٥٪ .

(ح) تؤدى معاملة الفلفل والباذنجان بالألار إلى زيادة عقد الثمار والفصول بنسبة ٢٠٪ ، وتجعل النباتات أقوى وأقصر . تجرى المعاملة فى مرحلة الإزهار التام عند تفتح ٥٠٪ من الأزهار بتركيز

٠,١٥٪ . ويجب أن تكون النباتات نامية بحالة جيدة وقت المعاملة ، ودرجة الحرارة تتراوح من ١٦ – ٢٥°م (من كتالوج لشركة Uniroyal) .

(ط) تؤدى معاملة نباتات الكرنب بروكسل بالآلار إلى تركيز ظهور الكرينبات على مسافة من الساق أقصر مما تكون عليه الحال بدون المعاملة . وتجرى المعاملة بغرض الحصاد الآلى (Ware & MacCollum ١٩٧٥) .

٢ – مجموعة الـ Quartenary Ammoniums ، من أمثلتها منظم النمو : 4- isopropyl 2- dimethylamino -5- methylphenyl -1- piperdine carboxylate methyl chloride الذى يسمى اختصارًا Amo 1618 . وهو يفيد كثيرًا فى إحداث تقزم ببعض النباتات . ولا يستخدم تجاريًا ، نظرًا لظهور مركبات أخرى أقل منه تكلفة .

٣ – مجموعة الـ phosphoniums ، من أمثلتها منظم النمو : 2, 4- dichlorobenzyl tributyl phosphonium chloride الذى يسمى اختصارًا phosphon . ويفيد فى إحداث تقزم بالنباتات ، لكن تأثيره يدوم فى التربة وعلى النباتات .

٤ – مجموعة الـ Substituted Cholines ، من أمثلتها منظم النمو : 2- chloroethyl trimethyl ammonium chloride الذى يسمى اختصارًا Cycocel ، كما أطلق عليه اسم CCC . وقد استخدم ابتداء فى زيادة تكوين الخلفات ، ومنع الرقاد ، وزيادة المحصول . وهو يزيد سمك الساق ، ويجعل النباتات أقصر نموًا .

٥ – مجموعة الـ Ancymidol ، من أمثلتها منظم النمو : (α- cyclopropyl- α -4- methoxyphenyl)-5 pyramidine- methanol الذى يسمى اختصارًا ancymidol . وقد أطلقت عليه الأسماء Quelاو El- 531 ، وأخيرًا A-Rest . وهو يزيد فى قوته كمثبط للنمو بمقدار ٨٠ – ٤٠٠ ضعف المركبات السابقة ويعمل على تقصير السلاميات وأعناق الأوراق والأزهار . ويستعمل عادة عن طريق التربة .

٦ – مجموعة الـ nicotiniums .

٧ – مجموعة الـ hydrazines .

٢٦ – ١ – ٦ : الأبسيين

الأبسيين Abscisin هو نفسه الدورمين Dormin ، وهو الذى أطلق عليه اسم Abscisic Acid (اختصارًا ABA) أو Abscisin II . وهو يحفز الإزهار فى العديد من النباتات القصيرة النهار ، بينما يثبط الإزهار أو يوقف النمو فى بعض النباتات الطويلة النهار . كما أنه يؤثر على تكوين الدرنات وتشيخوخة الأوراق والسكون ، ويزيد من المقدرة على تحمل البرودة والتصقيع ، ويوجد طبيعيًا فى معظم النباتات .

٢٦ - ١ - ٧ : هرمون الإزهار

هرمون الإزهار هو ما يطلق عليه اسم فلوريجين Florigen ، وهو هرمون نباتي مفترض لم يعزل قط برغم بحث الكثيرين عنه . وبرغم عدم توفر أي دليل مادي على وجود مثل هذا الهرمون ، فإنه يفترض وجود مادة تتحكم في نشاط الجينات وتوجيه النمو في القمة النوستيمية . وهذه المادة يوجد من الأدلة ما يفيد إنتاجها في الأوراق بعد التعرض للمحفزات ، كما وجد أنها تمر من خلال أنسجة التحام الطعم مع الأصل (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

٢٦ - ١ - ٨ : الإيثيلين

يعتبر الإثيفون Ethephon أهم منظمات النمو المنتجة للإيثيلين Ethylene . وقد تم تخليقه عام ١٩٤٦ ، لكن لم تعرف كيفية إنتاج الإيثيلين منه إلا في عام ١٩٦٣ . ومن المعروف الآن أن الإثيفون يعطي عند تحلله أيونات الكلور والفوسفات وغاز الإيثيلين ، وبذلك فإن معاملة النباتات بالإثيفون تحقق المعاملة بالإيثيلين دون ما حاجة لوصفها في حيز معلق لمنع تسرب الغاز . ويعرف الإثيفون أيضًا بالأسماء الكيميائية والتجارية والرموز الكودية التالية :

2- chloroethanphosphonic acid

(2- chloroethyl) phosphonic acid

Amechem 66-329, Ethrel & CEPA

ومن أهم تأثيرات واستعمالات الإثيفون في محاصيل الخضر ما يلي :

١ - تحدث المعاملة بالإثيفون تفرعًا دائمًا أو مؤقتًا لفترات مختلفة في النباتات المعاملة ، ويتوقف ذلك على المحصول ، والتركيز المستخدم ، ومرحلة النمو التي تجرى فيها المعاملة ، فيقل النمو الخضري في العديد من الخضروات عند رشها بالإثيفون بتركيز ١٢٥ - ١٠٠٠ جزء في المليون ، كما في الذرة السكرية ، والفاصوليا الخضراء ، والباذنجان ، والبسلة ، والفلفل ، والطماطم وغيرهم (Miller وآخرون ١٩٦٩) .

٢ - يسرع الإثيفون من تكوين طبقة الإنفصال بالأوراق والثمار ، وينظم تكوينها في الإزهار والثمار غير العاقدة ، وبذلك فهو يفيد في إجراء عملية الخف .

٣ - يؤدي غمس جذور البطاطا المستعملة في زراعة المشاتل في محلول الإثيفون بتركيز ٤٠٠٠ جزء في المليون لمدة ١٥ دقيقة قبل زراعتها إلى إحداث زيادة جوهرية في عدد الشتلات المنتجة منها .

٤ - يؤدي نقع بذور الشليك الساكنة في محلول إثيفون بتركيز ١٠٠٠ ، ٢٥٠٠ ، ٥٠٠٠ جزء في المليون لمدة ٢٤ ساعة إلى إنباتها بنسبة ٣٠ ، ٥٠ ، ٩٠٪ على التوالي ، بالمقارنة بإنبات قدره ٢٠٪ في البذور غير المعاملة .

٥ – يؤدى رش البصل بالإثيفون بتركيز ٥٠٠ – ١٠٠٠٠ جزء فى المليون وهو فى طور الورقة الحقيقية الرابعة حتى الخامسة ، مع تكرار الرش أسبوعيًا لمدة ٣ – ٥ أسابيع إلى إسراع تكوين الأبصال وزيادة معدلات تكويمها وإسراع نضجها .

٦ – تؤدى معاملة درنات البطاطس المستعملة كتقاوٍ بالإثيفون بغمسها لمدة دقيقتين فى محلول تركيزه ١٠ – ٢٥ جزءًا فى المليون ، أو رش النموات الخضرية عدة رشات بتركيز ٢٥ – ٢٢٥ جزء فى المليون مع بداية النمو الخضرى حتى الإزهار إلى زيادة عدد الدرنات المتكونة ، وصغر حجمها ، دون التأثير على المحصول الكلى . وتفيد هذه المعاملة عند الرغبة فى إنتاج حجم صغير من درنات البطاطس لاستعمالها كتقاوٍ ، أو فى التعليب .

٧ – يؤدى رش نباتات القرعيات مرة أو مرتين بالإثيفون بتركيز ١٢٥ – ٢٥٠ جزء فى المليون خلال مراحل نمو الورقة الحقيقية الأولى حتى الخامسة إلى إحداث زيادة جوهرية فى نسبة الأزهار المؤنثة أو الخنثى ، بينما يقل ظهور الأزهار المذكرة على الـ ١٥ عقدة الأولى ، وتعود النباتات لحالتها الطبيعية فى الإزهار بعد ذلك . ويتبع ذلك زيادة المحصول المبكر والكلى ، خاصة فى بعض أصناف الخيار والكوسة (de Wilde ١٩٧١) .

٨ – أفادت المعاملة بالإثيفون فى التخلص نهائيًا من مرض فسيولوجى يظهر فى البطاطس ، ويسمى التبقع البنى الداخلى Internal Brown Spot ، أو Chocolate Spot ، وذلك بمعاملة النباتات بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون ابتداء من بعد الزراعة بخمسة أسابيع ، مع تكرار الرش أربع مرات بعد ذلك كل أسبوعين . وقد أدى الرش مرة واحدة بتركيز ٢٠٠ – ٦٠٠ جزء فى المليون إلى مكافحة هذا المرض الفسيولوجى بنسبة ٩٨ – ٩٩٪ .

٩ – يستخدم الإثيفون فى إسراع نضج ثمار الطماطم المنتجة لغرض الاستهلاك الطازج برش النبات بتركيز ٢٥٠ – ٥٠٠ جزء فى المليون بعد التلقيح بفترة قصيرة وحتى طور النضج الأخضر قبل ظهور أية علامة على تلون الثمار . كما تفيد المعاملة بالإثيفون فى تركيز نضج الثمار فى أصناف التصنيع ، وبذلك تزيد كفاءة الحصاد الآلى الذى يتم مرة واحدة . ويجرى ذلك برش النباتات بالإثيفون بمعدل ٩٠ – ٥٥٠ مل للفدان ، على أن يكون الرش عندما تبلغ نسبة الثمار التى بها أية درجة من التلوين من ١ – ٢٥٪ . ويتم الحصاد بعد نحو ٢ – ٣ أسابيع من المعاملة .

١٠ – تؤدى معاملة نباتات القاوون بالإثيفون بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون قبل أول جمعة بنحو ١ – ٢ يوم إلى تبكير وتركيز نضج باقى الثمار .

١١ – تؤدى معاملة نباتات الفلفل الشيلى Chili والبيمنتو Pimiento ، بالإثيفون بتركيز ٢٥٠ – ١٢٠٠ جزء فى المليون رشًا على النباتات عندما تبدأ الثمار فى التلون باللون الأحمر المخضر ، أو بعد أول حصاد للثمار الخضراء بفترة قصيرة إلى التبكير فى التلون وزيادة محصول الثمار فى حالة إجراء الحصاد مرة واحدة . ويؤدى الرش بتركيز ١٢٠٠ جزء فى المليون إلى سقوط بعض الأوراق والثمار مبكرًا . ومن جهة أخرى .. يؤدى غمس ثمار الفلفل البيمنتو الخضراء الناضجة فى محلول إثيفون بتركيز ١٠٠٠ – ٥٠٠٠ جزء فى المليون بعد الحصاد إلى تلون الثمار بلون أحمر منجانسى .

١٢ – يستعمل الإثيفون فى تجريد نباتات الفاصوليا الخضراء من الأوراق قبل الحصاد برشها بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون قبل الحصاد بنحو ٣ – ٥ أيام . وهذه المعاملة أهمية خاصة فى الحالات التى يكون فيها النمو الخضرى غزيرًا .

١٣ – يمكن إسقاط أزهار الطماطم عند الرغبة فى ذلك برش النباتات بالإثيفون بتركيز ١٠٠ – ٥٠٠ جزء فى المليون (Amer. Soc. Hort. Sci. ١٩٧٠) .

وللمزيد من التفاصيل عن الإثيلين واستخداماته فى المجال الزراعى يراجع Abeles (١٩٧٣) .

٢٦ – ٢ : تأثير منظمات النمو على نمو وتطور وتأقلم محاصيل الخضر

نتناول فيما يلى تأثير المجاميع المختلفة من منظمات النمو على مراحل النمو والتطور فى محاصيل الخضر .

٢٦ – ٢ – ١ : تأثير منظمات النمو على الإزهار

١ – الجبريلينات :

(أ) يسرع الجبريللين إزهار بعض نباتات النهار الطويل فى النهار القصير ، كما فى حالة الكرنب الصينى ، والهندباء ، والخس ، والفجل ، والسباغ . ويلاحظ أن جميع هذه النباتات ذات ساق قصيرة تخرج عليها الأوراق متراصة (أى ذات نمو متورد rosette) قبل أن تتجه نحو الإزهار .

(ب) يمنع الجبريللين إزهار بعض نباتات النهار الطويل فى النهار الطويل ، كما فى **Lemna gibba** .

(جـ) يسرع الجبريللين استطالة سيقان نباتات النهار الطويل فى النهار القصير ، لكن لا تزهر النباتات ، كما فى البنجر والخس البرى **Lactuca scariola** .

(د) ليس للجبريللين أى تأثير على الإزهار أو استطالة الساق ، كما فى **Anthriscus cerefolium** (أو الـ Chervil) .

(هـ) – يسرع الجبريللين إزهار بعض نباتات النهار القصير فى النهار الطويل ، كما فى النوع **Cannabis sativa** .

(و) يمنع الجبريللين أو يؤخر إزهار بعض نباتات النهار القصير فى النهار الطويل ، كما فى الشليك **Fragaria x ananassa** .

(ز) لا تأثير للجبريللين على إزهار بعض نباتات النهار القصير ، كما فى النوع **Xanthium Strumarium** (Vince-Prue ١٩٧٥) .

(ح) تفيد المعاملة بالجبريللين كبديل عن الارتباع فى إزهار العديد من النباتات ، كما فى الكرنب ، واللفت ، والبنجر ، والجزر ، والهندباء ، والبقدونس ، لكن هذه القاعدة لا تنطبق على كل النباتات

التى تحتاج للارتباع لكى تزهر (Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) . وإذا كانت النباتات تحتاج بطبيعتها للتعرض لكل من الارتباع ، ثم للنهار الطويل لكى تزهر ، فإن المعاملة بالجبريللين تحل محل الحاجة لعملية الارتباع فقط ، ويلزم تعريض النباتات للنهار الطويل بعد ذلك حتى تزهر .

هذا . ويسود الاعتقاد بأن الجبريللينات ليست هى نفسها هرمونات الإزهار ، ومن الأدلة على ذلك ما يلى :

(أ) تعتبر الجبريللينات قليلة التأثير على النباتات القصيرة النهار ، برغم أن تجارب التطعيم قد أثبتت أن هرمون الإزهار واحد فى كلٍّ من النباتات الطويلة النهار والنباتات القصيرة النهار .

(ب) لا تؤثر الجبريللينات على كل النباتات الطويلة النهار ، وإنما على النباتات ذات النمو المتورد rosette فقط (Hess ١٩٧٥) .

٢ – السيتوكينينات :

(أ) تشجع السيتوكينينات على إزهار العديد من نباتات النهار القصير ، وتؤدى إلى إزهار بعضها ، كما تؤدى أيضًا إلى إزهار بعض نباتات النهار الطويل .

(ب) تفيد المعاملة بكلٍّ من السيتوكينين والجبريللين معًا فى إزهار بعض نباتات النهار القصير .

٣ – الأبسيسين :

تؤدى المعاملة بحامض الأبسيسيك إلى إسراع الإزهار ، أو إلى التهيئة للإزهار فى بعض نباتات النهار القصير .

٤ – الإيثيلين : يشجع الإيثيلين إزهار بعض النباتات .

٥ – مواد أخرى :

تشجع المواد التالية على الإزهار فى بعض النباتات : فيتامين E ، وبعض مخاليط الأحماض النووية ، واليوريدين uridine ، واليوراسيل uracil (Leopold & Kriedmann ١٩٧٥) .

هذا .. ويمكن الإطلاع على الدراسات الأولية التى أُجريت فى مجال تأثير منظمات النمو على الإزهار وعقد الثمار فى Wittwer (١٩٥٤) .

٢٦ – ٢ – ٢ : تأثير منظمات النمو على عقد الثمار

١ – الأوكسينات :

من الأوكسينات التى استخدمت فى تحسين العقد فى النباتات ما يلى :

O- chlorophenoxyacetic acid

P- chlorophenoxyacetic acid

2,4- dichlorophenoxyacetic acid

Indoleacetic acid

Indolebuiyric acid

Indolepropionic acid

Napthaleneacetamide

Napthaleneacetic acid

Napthalenebutyric acid

B- Napthoxyacetic acid

B- Napthoxypropionic acid

Trichlorophenoxyacetic acid

ومن التحضيرات التجارية التى تشتمل على مخاليط من منظمات النمو وتستعمل فى تشجيع نمو المبيض كل من الفروتون Fruitone ، وسيدلس ست Seed-less-set (Avery ١٩٤٧) .

وتستعمل الأوكسينات بصفة خاصة فى تحسين العقد فى الطماطم والفاصوليا ، كما أمكن دفع الفلفل ، والباذنجان ، والخيار ، والكوسة ، والقاوون للعقد بدون تلقيح بالمعاملة بالأوكسينات ، لكن هذه المعاملات لم تستخدم تجاريًا ، لأن الأزهار لا تتكون دفعة واحدة كما فى الفاصوليا ، ولا فى عناقيد كما فى الطماطم . كذلك أمكن إحداث عقد بكرى فى البطيخ بالمعاملة بالأوكسينات ، لكن الثمار اللابذرية كانت صغيرة وذات جلد سميك وقليلة العصير ، كما احتوت على بذور خالية من الأجنة ، لكن شكلها كان كالبذور العادية . ولا تعطى منظمات النمو نتائج جيدة مع الخضروات التى تستهلك بذورها كالبقوليات الجافة .

وفى حالة الطماطم ، فإن تحسين العقد بالمعاملة بالأوكسينات يجعل الثمار المتكونة ذات جيوب داخلية فارغة بمواقع المشيمة فى المساكن ، لكن هذه الحالة (يطلق عليها اسم الجيوب Puffiness) يمكن التخفيف من حدتها بمعاملة العناقيد الزهرية بمخلوط من الأوكسينات مع الجبريللينات ، بدلًا من الأوكسينات فقط (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٢٦ - ٢ - ٣ : تأثير منظمات النمو على التجذير

يعد استعمال منظمات النمو فى دفع العقل نحو التجذير أو إسراع تجذيرها من أقدم الاستخدامات المعروفة لمنظمات النمو . كما يُعد إندول حامض البيوتريك Indole butyric acid (اختصارًا IBA) أفضل منظمات النمو لهذا الغرض ، لأنه يتحلل ببطء نسبيًا فى النبات بواسطة الإنزيمات التى تحطم الأوكسينات ، ولأنه بطىء الانتقال ، ويبقى معظمه فى المنطقة المعاملة ، وتلك صفة أخرى مرغوبة ؛ وهو يستخدم فى تجذير معظم النباتات .

ومن المركبات الأخرى الشديدة الفاعلية ، والتى تستعمل كثيرًا فى التجذير نفثالين حامض الخليك Napthalene acetic acid (اختصارًا NAA) ، وهو أكثر سمية للنباتات من إندول حامض البيوتريك ، ولهذا تزيد احتمالات حدوث الأضرار بالنباتات المعاملة به . ومن المركبات الأخرى كذلك أميدات (amide forms) كل من IBA و NAA . ويعتبر أميد الـ NAA أقل سمية وأكثر أمانًا فى الاستعمال من الحامض نفسه . كما تستخدم العديد من مركبات الفينوكسى phenoxy فى التجذير ، مثل : الـ 2,4- dichlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 2,4-D) ، و 2,4, 5- trichloro- phenoxyacetic acid (اختصارًا 2, 4,5-T) . ورغم أنها تشجع التجذير عند استعمالها بتركيزات منخفضة ، إلا أن

التركيزات المناسبة للتجذير تعتبر قريبة من التركيزات السامة للنباتات ، وهذا .. فإنه لا يشيع استخدامها .

ويختلف نوع المجموع الجذرى المتكون باختلاف منظم النمو المستعمل ، فأحماض الفينوكسي تنتج مجموعًا جذريًا قصيرًا وكثيفًا وذا جذور سميكة ، بينما أحماض البيوتريك تنتج مجموعًا جذريًا ليفيًا قويًا .

وتستعمل منظمات النمو فى التجذير بإحدى ثلاثة طرق :

١ - بالغمس السريع للأطراف القاعدية للعقل فى محلول مركز يمكن أن يصل تركيزه حتى ١٠٠٠٠ جزء فى المليون .

٢ - بنقع قواعد العقل لفترات محدودة تصل حتى ٢٤ ساعة فى محاليل مخففة بتركيز ١٠- ٥٠٠ جزء فى المليون .

٣ - بمعاملة قواعد العقل بمنظم النمو وهو فى صورة مسحوق مخلوط بمسحوق آخر مناسب بتركيز يتراوح من ٥٠٠ - ١٠٠٠ جزء فى المليون (Nickell ١٩٨٢) .

٢٦ - ٢ - ٤ : تأثير منظمات النمو على إنبات البذور الساكنة

وجدت علاقة قوية بين إنبات البذور وأربع مجاميع من منظمات النمو هى :

١ - الجبريللينات : وهى أكثر منظمات النمو تأثيرًا على إنبات البذور . فمثلًا . وجد فى بذور الشعير أن امتصاص البذور غير الساكنة quiescent للماء يؤدى إلى ظهور الجبريللين فى الجنين ، ثم انتقاله إلى طبقة الأليرون (وهى طبقة مكونة من ٣ - ٤ خلايا تحيط بالإندوسبرم) ، حيث يؤدى إلى تكوين إنزيم ألفا أميليز amylase . الذى ينتقل إلى الإندوسبرم ، حيث يساعد فى تحول النشا إلى سكر ، الذى ينتقل بدوره إلى أماكن نمو الجنين لإمداده بالطاقة اللازمة للنمو . كما يعمل الجبريللين على إنتاج أو تنشيط إنتاج إنزيمات أخرى فى بذور الشعير .

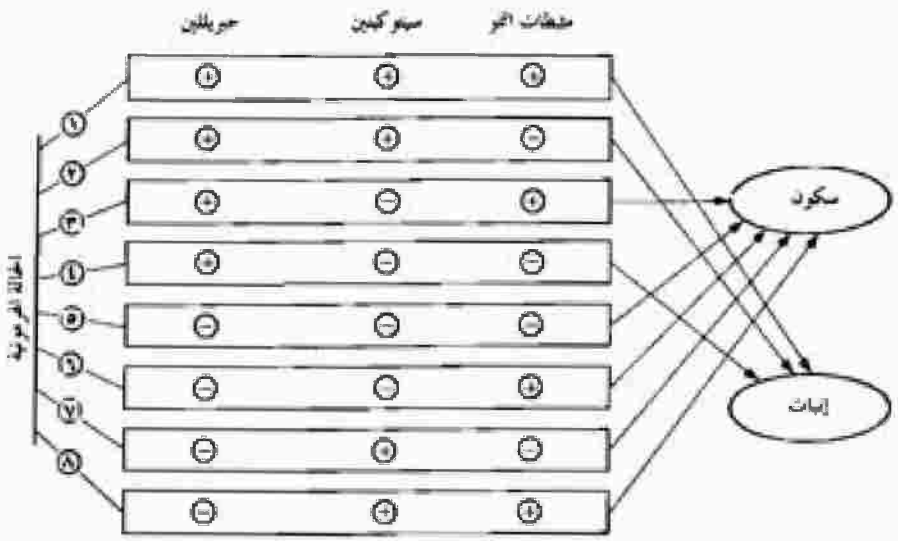
٢ - حامض الأبسيسك : يمكن هذا الهرمون الطبيعى وقف تأثير الجبريللين المحفز للإنبات . وتدل الدراسات التى أجريت على بذور الشعير أن حامض الأبسيسك يوقف تأثير الجبريللين المحفز لإنتاج إنزيم ألفا أميليز بمنعه من تمثيل الريبونيوكليك أسيد (RNA) .

٣ - السيتوكينينات : تتحكم السيتوكينينات فى إنبات البذور (ربما على مستوى تمثيل البروتين) وفى بعض النباتات يمكن للسيتوكينينات التغلب على تأثير حامض الأبسيسك المثبط لفعل الجبريللين .

٤ - الإيثيلين : وجد أن للإيثيلين علاقة بإنبات البذور فى بعض النباتات .

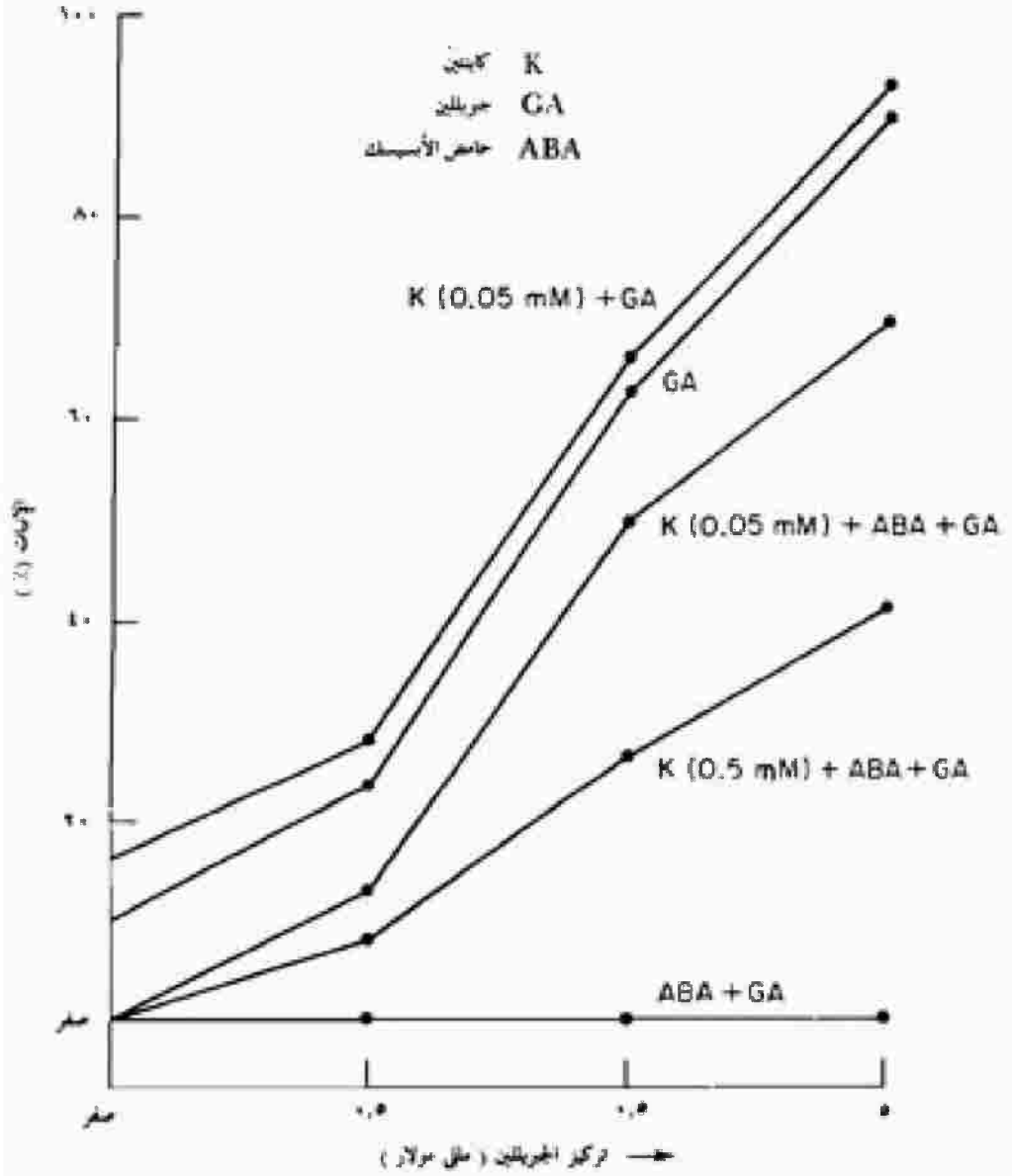
هذا .. والتفاصيل الخاصة بتأثير معاملات منظمات النمو على إنبات بذور الخضر يراجع الفصل السابع والعشرون .

ويعتقد معظم علماء فسيولوجيا النبات أن الإنبات يتوقف على وجود توازن ديناميكى بين منظمات النمو المشجعة والمثبطة للإنبات بالبذور . وتعتبر الجبريللينات من أكثر مشجعات الإنبات ، وحامض الأبسيسك من أكثر مثبطات الإنبات تأثيرًا . وتبعًا لشكل (٢٦ – ٤) ، فإن الإنبات لا يحدث إلا فى وجود الجبريللين . وعند وجود مثبط للإنبات ، فإنه يمنع فعل الجبريللين ولا يحدث إنبات (الحالة رقم ٣) ، لكن إضافة السيتوكينين توقف فعل المثبط ، وتسمح بالإنبات (الحالة رقم ١) .

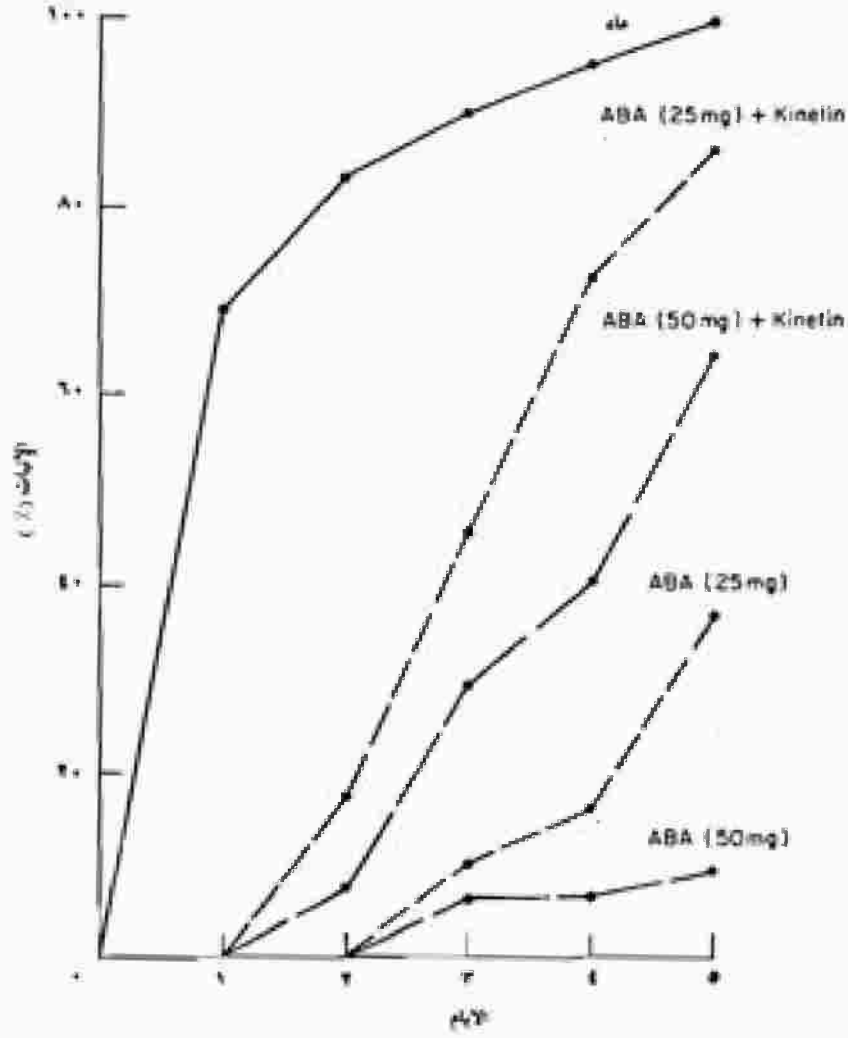


شكل ٢٦ – ٤ : تأثير الجامع المختلفة لمنظمات النمو على إنبات البذور .

هذا .. ولا تنبت بذور الخس من صنف جراند رابيدز Grand Rapids فى الظلام ، ولكن الإنبات يحدث عند معاملة البذور بالجبريللين . وتؤدى إضافة حامض الأبسيسك مع الجبريللين إلى وقف تأثير الجبريللين . كما تؤدى إضافة الكينتين إلى وقف فعل حامض الأبسيسك جزئيًا ، إلا أنه لا يزيد من فعل الجبريللين كما فى شكل (٢٦ – ٥) . كما يحدث إنبات كامل لبذور نفس الصنف فى الضوء ، ولكن حامض الأبسيسك يمنع هذا الإنبات فى الضوء . وتتناسب شدة التأثير على الإنبات مع تركيز الحامض . ويتحسن الإنبات جزئيًا عند إضافة الكينتين (شكل ٢٦ – ٦) (عن Hartmann & Kester ١٩٧٥) .



شكل ٢٦ – ٥ : تأثير منظمات النمو على إنبات بذور الخس صنف Grand Rapids في الظلام .



شكل ٢٦ - ٦ : تأثير منظمات النمو على إنبات بذور الخس صنف Grand Rapid في الضوء .

٢٦ - ٢ - ٥ : تأثير منظمات النمو على تأقلم النباتات لظروف الجفاف

وجد من الدراسات المبكرة التي عوملت فيها النباتات ببعض مثبطات النمو ، مثل Chlormequat ، و phosphon ، و phosphon S ، و daminozide أن هذه المعاملات أدت إلى زيادة الوزن الجاف للجذور . كما أدت المعاملة بالـ Chlormequat إلى خفض معدل النتح من وحدة المساحة من الأوراق ، بينما أدت منظمات النمو الأخرى إما إلى زيادة معدل النتح ، أو عدم التأثير في هذا الشأن . ومن الطبيعي أن زيادة النمو الجذري مع نقص النمو الخضري يؤديان إلى زيادة مقدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف . هذا .. ويؤدي حامض الأبسيسك إلى غلق الثغور ، وخفض معدل النتح .

كذلك استخدمت مضادات النتح antitranspirants ، وهي التي تزيد من مقدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف ، إما عن طريق غلقها للثغور ، أو بتغطيتها لسطح الأوراق بغشاء رقيق غير منفذ للرطوبة .

هذا .. وتوجد ثلاث طرق لخفض معدل النتح في النباتات هي :

١ – المعاملة بمواد مثل اللبن البانق latex ، والسيليكون silicone لتغطية سطح الأوراق .

٢ – استعمال مواد تؤدي إلى غلق الثغور ، مثل حامض الأبسيسك .

٣ – المعاملة بمواد تؤدي إلى نقص النمو الخضري وزيادة النمو الجذري ، مثل مثبطات النمو .

ومن أمثلة المركبات التي استخدمت كمضادات للنتح ما يلي (عن Nickell ١٩٨٢) :

المركب	النباتات التي عوملت به
Abscisic acid	الشعير – الفاصوليا – الموالح – الخيار – الفلفل – الطماطم
Alachlor	الذرة
Alkenylsuccinic acid	الدخان
Chlormequat	عباد الشمس – الطماطم
2- Chloromercuri- 4,6- dinitrophenol	**Datura arborea**
Daminozide	الطماطم
2,4- dinitrophenol	الطماطم
8- hydroxyquinoline	الطماطم – الشليك
Indoleacetic acid	الطماطم
Chloroflurenol, methyl ester	الذرة
Phenylmercuric acetate	القطن – الدخان – الطماطم
Salicylaldoxime	**Datura arborea**

٢٦ – ٢ – ٦ : تأثير منظمات النمو على تأقلم النباتات للصقيع

أجريت محاولات لاستعمال مثبطات النمو في زيادة مقاومة النباتات للصقيع . ولقد وجد مثلاً أن أضرار الصقيع تنخفض بوضوح في الكرنب الذي يعامل قبل تعرضه للحرارة المنخفضة بأي من الـ Chlormequat ، أو الـ daminozide . كذلك تفيد المعاملة بالـ Chlormequat في تقليل أضرار الصقيع في الطماطم .

كما وجد أن حامض الأبسيسك يلعب دورًا فى مقاومة الخيار للبرودة . ويمكن أن يحدث ذلك التأثير بالمعاملة بالحامض أو بزيادته داخليًا فى النباتات بتعريضها لظروف الجفاف .

وتفيد المعاملة بالـ 2- Amino-6- methylbenzoic acid بمعدل نحو ٢٢٥ جم للفدان فى زيادة المقاومة للصقيع فى القمح والدخان والعنب .

وتفيد المعاملة بمركبات الـ polyamine مثل الـ alkylene diamines ذات السلاسل الطويلة فى حماية العديد من النباتات من أضرار الصقيع والبرودة ، كما فى فول الصويا ، وفاصوليا اللبما ، والفاصوليا ، والفول السودانى ، والسباغ ، والخس ، والطماطم .

كذلك تفيد المعاملة بأى من المركبات التالية فى إحداث زيادة جوهرية فى عدد نباتات الكوسة الزوكينى التى تتحمل دورة صقيع مدتها ٢٤ ساعة .

5- Chloro-4- quinoline carboxylic acid

2- Chloro -4- quinoline carboxylic acid

2-trifluoromethy lquinoline carboxylic acid

(Nickell ١٩٨٢) .

٢٦ - ٢ - ٧ : تأثيرات أخرى لمنظمات النمو

تستخدم منظمات النمو فى أغراض أخرى كثيرة ، منها ما يلى :

١ - منع التزريع فى المخازن :

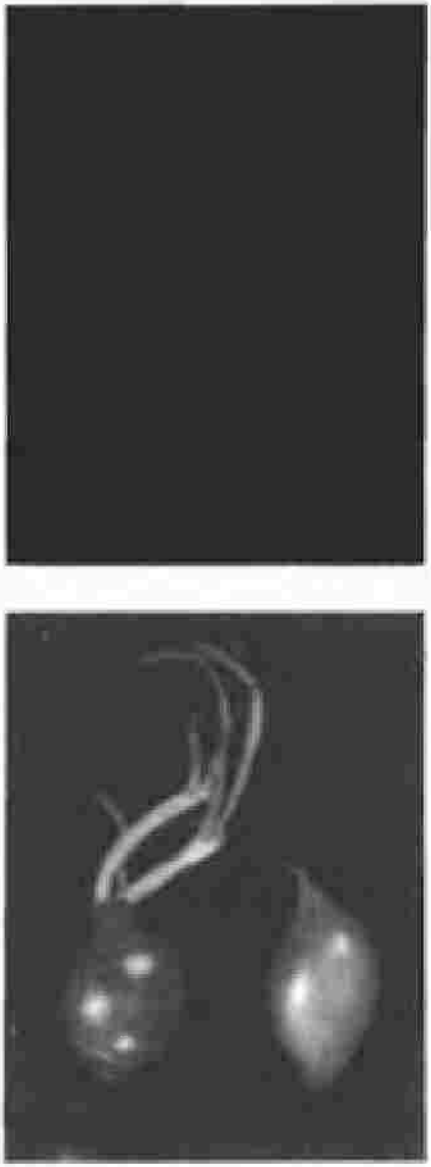
أكثر منظمات النمو استخدامًا فى هذا المجال هو المالييك هيدرازيد الذى ترش به نباتات البصل والبطاطس (شكل ٢٦ - ٧) فى الحقل قبل النضج وهى ما زالت خضراء . كما يستخدم أيضًا كل من : Methyl ester of napthalene acetic acid و Isopropyl-N- (3- chlorophenyl)carbamate مع البطاطس فى المخازن لمنع تزريع الدرنات (يراجع Smith ١٩٥٤ لتفاصيل هذا الموضوع) .

٢ - التأثير على النسبة الجنسية فى القرعيات :

أكثر منظمات النمو استخدامًا فى مجال التأثير على النسبة الجنسية فى القرعيات هو الإيثيفون لزيادة نسبة الأزهار المؤنثة ، وحامض الجيبرلليك لدفع السلالات الأنثوية gynoecious لإنتاج بعض الأزهار المذكرة حتى يمكن إكثارها .

٣ - مكافحة الحشائش :

تستخدم بعض منظمات النمو كمبيدات للحشائش ، وأكثرها استعمالًا فى هذا المجال مبيد الـ 2,4-D (يراجع الفصل الثامن والعشرون لتفاصيل هذا الموضوع) .



شكل ٢٩ – ٧ : تأثير المعاملة بالثالث هيدرازيد قبل الحصاد على ثبيت درنات البطاطس وأتصال البصل أثناء التخزين . يتضمن الشكل درنة وبصلة تابعين من نباتات لم تعامل بمنظم النمو قبل الحصاد

٢٦ - ٣ : استعمالات منظمات النمو فى إنتاج محاصيل الخضر

نستعرض فيما يلى أهم استعمالات منظمات النمو فى مجالات الإنتاج والتداول والتخزين وإنتاج بذور الخضر كل على حدة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٧٨) .

١ - الخرشوف :

يستخدم حامض الجبريلليك للتبكير فى تكوين النورات . ترش به النباتات بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون فى الخريف . ولا يجوز الرش قبل الحصاد بأسبوع أو أقل من ذلك .

٢ - البروكولى :

يستعمل الألار كبديل لعملية إزالة النورة الطرفية بغرض تكوين نورات جانبية كثيرة متجانسة فى نموها . ويستخدم الألار (٨٥٪) بمعدل ١ - ٢ كجم للفدان فى ٢٠٠ - ٤٠٠ لتر ماء . وتجرى المعاملة عندما تكون النورات فى قاعدة النبات بقطر ١ - ٢ سم . ويستخدم التركيز المنخفض عندما تكون النورات بقطر ١ سم ، والتركيز المرتفع عندما تكون النورات بقطر ٢ سم . ولا يجوز الرش قبل الحصاد بشهر أو أقل من ذلك . ومن الضرورى رش النبات كله ، وتكفى رشة واحدة .

٣ - القلقاون :

يستخدم الألار بغرض تقليل النمو الخضرى بمعدل ١ كجم لكل ٢٠٠ لتر ماء للفدان . ويجب أن يتم الرش والنباتات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية إلى الرابعة . ويجب رش النبات كله ، وتكفى رشة واحدة .

٤ - الخيار والكوسة :

يستخدم الإثيفون فى حقول إنتاج البذرة الهجين بغرض زيادة نسبة الأزهار المؤنثة فى الـ ٥ - ١٥ عقدة الأولى من الساق ، والتى لا توجد فيها عادة سوى أزهار مذكرة . ويستعمل لهذا الغرض التحضير التجارى Florel بمعدل لتر فى ١٦٠ - ٤٠٠ لتر ماء للفدان . ويجب أن يتم الرش فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية . وفى حالات الإنبات غير المتجانس يكرر الرش بنفس التركيز مع بداية امتداد وكبر الورقة الثالثة .

ويجب الرش دائمًا فى خلال ٤ ساعات من تحضير محلول الرش ، لأن فاعلية منظم النمو تقل بعد ذلك . وعليه .. يجب تحضير الكمية التى تكفى لرش المساحة دون زيادة ، لأنه لا يجوز الاحتفاظ بالجزء المتبقى لاستخدامه فيما بعد .

ونظرًا لأن النباتات المعاملة تزهر عادة مبكرة بنحو ٧ - ١٠ أيام عن نظيرتها غير المعاملة ، لذلك تجب زراعة خطوط سلالة الأب مبكراً عن سلالة الأم لضمان وجود حبوب اللقاح اللازمة لإجراء التلقيح عند تكوين سلالة الأم للأزهار المؤنثة .

كما يستخدم حامض الجيبلليك أيضًا بغرض إنتاج أزهار مذكرة فى سلالات الخيار المؤنثة للمحافظة عليها وإكثارها لاستخدامها فى إنتاج الهجن . وترش النباتات بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون عندما يصل امتداد الورقة الحقيقية الأولى لنحو ٢,٥ سم ، ويكرر الرش كل ٥ أيام بعد ذلك .

٥ – شهد العسل :

يستخدم غاز الإثيلين فى الخازن بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون من حيز المخزن بغرض الإنضاج الصناعى .

٦ – الخس :

يستخدم حامض الجيبلليك بغرض تجانس الإزهار ولو الشماريخ الزهرية ، وزيادة محصول البذور . وترش النباتات بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون ثلاث مرات وهى فى مراحل نمو الورقة الحقيقية الرابعة والثامنة والثانية عشرة .

٧ – البصل :

يستخدم المالييك هيدرازيد لمنع أو تأخير تزريع الأبصال فى المخازن . وترش النباتات فى الحقل عند نضج الأبصال وبداية ذبول الأوراق وهى ما زالت خضراء ، ويكون ذلك قبل الحصاد بنحو أسبوعين . ويستخدم ٢,٥ لتر من التحضير التجارى (حوالى ١ كجم من المادة الفعالة) فى ٤٠٠ – ٦٠٠ لتر ماء للفدان . ويلزم إعطاء عناية كبيرة لتوقيت عملية الرش ، لأن الرش المبكر يؤدى إلى تكوين أبصال إسفنجية ، بينما لا يكون الرش المتأخر فعالًا .

٨ – الفلفل :

يستخدم الإثيفون لإسراع النضج والتلوين وتركيز الحصاد لزيادة كفاءة عملية الحصاد . ترش النباتات من الأصناف ذات الثمار الناقوسية bell peppers عندما تكون ١٠٪ من الثمار حمراء أو بنية اللون ، ومن الأصناف ذات الثمار الخريفة عندما تكون ١٠ – ٣٠٪ من الثمار حمراء أو بنية مع وجود عدد كافٍ من الثمار الخضراء لإنتاج محصول جيد . هذا . ولا تؤدى المعاملة إلى إنضاج الثمار الخضراء . ولا يجوز الرش عند توقع أن تسود الجو درجة حرارة أعلى من ٣٥°م لمدة طويلة ، حيث تؤدى المعاملة فى هذه الظروف إلى سقوط الأوراق .

يستخدم الإثيفون بمعدل ١,٥ – ٢ لتر فى ١٦٠ – ٤٠٠ لتر ماء للفدان . ويستخدم المعدل المرتفع عندما تسود الجو درجة حرارة ٢٨°م أو أقل ، أو عندما تكون النباتات قوية النمو والغطاء الورقى كثيفًا . ويكون الحصاد عادة بعد المعاملة بنحو أسبوعين .

٩ – البطاطس :

يستخدم المالييك هيدرازيد لمنع أو تأخير التزريع فى المخازن . وترش النباتات فى الحقل بمعدل ٤ لترات (أو نحو ١,٥ كجم من المادة الفعالة) فى ١٢٠ – ٦٠٠ لتر من الماء للفدان . ويتم الرش مرة واحدة بعد سقوط الأزهار ، أى قبل جفاف النموات الخضرية بنحو أربعة أسابيع ، على أن تكون المعاملة قبل الرى أو سقوط الأمطار بمدة ٢٤ ساعة على الأقل .

كما يستخدم الـ chloropropham ، وهو تحضير تجارى يحتوى على منظم النمو Isopropyl-N- (3-chlorophenyl) carbamate (اختصارًا CIPC) لمنع أو تأخير التزريع فى الخازن . وتعامل به الدرنات فى الخازن فى صورة مستحلب من المادة فى الماء بتركيز ٤ لترات أو نحو ١,٥ كجم من المادة الفعالة فى ١٥٠ لتر ماء . كما قد يستخدم فى صورة أيروسول aerosol بمعدل ٤ لترات لكل حوالى ٢٠٠ م٣ من حجم المخزن . وتجرى الطريقة الأولى برش الدرنات أو غمسها فى المستحلب . وتجرى الطريقة الثانية بإطلاق منظم النمو كضباب mist فى جو المخزن ، ثم غلقه لمدة يومين . وتجدر الإشارة إلى أن CIPC يمنع التآم الجروح بالدرنات . ولذلك يجب تأجيل المعاملة به لحين الانتهاء من عملية العلاج . ولا تجوز معاملة الدرنات المعدة لاستخدامها كتقاوى .

ويستخدم حامض الجيبلليك لتحفيز التبرعم وكسر السكون فى الدرنات بغمسها فى محلول بتركيز جزء واحد فى المليون . وتجرى المعاملة قبل الزراعة بنحو أسبوعين بالغمس فى المحلول لمدة ١ – ٣ دقائق وهى فى الأجولة . وبعد المعاملة يصفى المحلول الزائد من الأجولة . هذا .. وتجب تدفئة التقاوى (إن كانت مخزنة فى مخازن مبردة) قبل المعاملة مع حفظها فى حرارة ١٥ – ٢١°م بين المعاملة والزراعة .

١٠ – الروبارب :

يستخدم حامض الجيبلليك لتقليل حاجة النباتات للبرودة حتى تخرج من طور السكون . وتعامل تيجان النباتات بمعدل ٦٠ مل من محلول تركيزه ٥٠٠ جزء فى المليون لكل تاج . وتجرى المعاملة فى خلال ٢٤ ساعة من الـ forcing .

١١ – الطماطم :

يستخدم الإثيفون لإسراع نضج الثمار ، وتركيز عملية النضج للمساعدة فى توقيت عملية الحصاد . تجرى المعاملة بالكمية التى يوصى بها من الإثيفون فى ٨٠ – ٤٠٠ لتر ماء للفدان . وترش كل النموات الخضرية والثمار . وإذا أجريت المعاملة وقت ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٨°م ، فإنها تؤدى إلى سقوط الأوراق وإصابة الثمار بلفحة الشمس . ويتم الحصاد عادة فى خلال ٢ – ٣ أسابيع من المعاملة . ويلزم نحو ٤ كجم اليقون للفدان . وتتم المعاملة عندما تكون ٥ – ١٥٪ من الثمار فى الحقل حمراء أو وردية أو فى بداية التلوين ، مع وجود عدد كاف من الثمار الخضراء لإنتاج محصول جيد . وتقل الكمية اللازمة من الإثيفون كثيرًا عند اشتداد درجة الحرارة .

ويستخدم 4-Chlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 4-CPA) لتحسين العقد . وترش به العناقيد الزهرية عند تفتح الأزهار بتركيز ٢٥ – ٥٠ جزءًا فى المليون كل ١٠ – ١٥ يومًا ، وبحد أقصى ٥ مرات خلال الموسم الواحد . وتفيد المعاملة فى تحسين العقد فى الجو البارد .

كما يستخدم 2-Naphthoxyacetic acid (اختصارًا NAA) لتحسين العقد كذلك . وترش النباتات بأكملها وهى فى مرحلة الإزهار . ويمكن إجراء حتى ٣ رشات فى الموسم الواحد . ولا تجوز الرش قبل الحصاد بـ ١٥ يومًا أو أقل من ذلك .

٢٦ - ٤ : مصادر أخرى للمعلومات عن منظمات النمو واستعمالاتها فى مجال الخضر

برغم أن التعمق فى دراسة منظمات النمو ليس من أهداف هذا الكتاب ، إلّا أن بعض القراء قد يجدون حاجة لذلك . ولهذا .. نقدم فيما يلى بعض المراجع التى تتناول منظمات النمو بصورة عامة واستخداماتها فى مجال الخضر بصورة خاصة ، حتى يمكن الرجوع إليها :

المؤلف	السنة	الموضوعات التى يشملها
Avery وآخرون	١٩٤٧	استخدامات منظمات النمو فى مجال البساتين
Tukey	١٩٥٤	استخدامات منظمات النمو فى المجال الزراعى
Steward & Kridorian	١٩٧١	منظمات النمو - متقدم
Audus	١٩٧٢	كيمياء وفسيولوجيا منظمات النمو - متقدم
جمعية فلاحة البساتين المصرية	١٩٧٤	منظمات النمو - عام وشامل
Thompson	١٩٧٦	كيمياء وخصائص واستعمالات جميع منظمات النمو
Univ. of California	١٩٧٨	منظمات النمو ومجالات استخدامها فى كاليفورنيا
Moore	١٩٧٩	كيمياء وفسيولوجيا منظمات النمو
Skoog	١٩٨٠	منظمات النمو - متقدم
Nickell	١٩٨٢	مجالات الاستخدام الزراعى لمنظمات النمو - موجز شامل .

كما يمكن أن يجد القارىء فى ملحقات هذا الكتاب (م ١) قائمة بأسماء معظم التحضيرات التجارية لمنظمات النمو المستخدمة فى مجال البساتين ، وأسماء الشركات التى تقوم بتصنيعها ، والمادة أو المواد التى توجد بكل منها (عن Stommel ١٩٧٨) .

٢٦ - ٥ : المراجـــع

جمعية فلاحة البساتين المصرية (١٩٧٤) . منظمات النمو . المركز القومى للإعلام والتوثيق - القاهرة - ١٩١ صفحة .

الفولى ، محمد مصطفى (١٩٧٤) . تأثير الكيماويات المؤخرة للنمو ذات التأثير المشابه للكلورميكوات على الحاصلات البستانية فى جمعية فلاحة البساتين المصرية ، منظمات النمو ، صفحات ١٥٤ - ١٦٨ - المركز القومى للإعلام والتوثيق - القاهرة

Abeles, F.B. 1973. Ethylene in plant biology. Academic Pr., N.Y. 302p.

American Society for Horticultural Science. 1971. Ethylene; fruit abscission. HortScience 6: 353-392.

Audus, L.J. 1972. (3rd ed.). Plant growth substances. Vol. 1: Chemistry and physiology. Leonard Hill, London. 533p.

Avery, G.S., Jr., E.B. Johnson, R.M. Addoms and B.F. Thompson 1947. Hormones and horticulture McGraw-Hill Book Co., N.Y. 326p

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., N.Y. 600 p.

de wilde, R.C. 1971. Practical applications of (2- chloroethyl) phosphonic acid in agricultural production. HortScience 6: 364-370.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975. (4th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1975. (3rd ed.). Plant propagation; pinciples and practices. Prentice-Hall of India Priv Limited, New Delhi. 662p.

Hess, D. 1975. Plant physiology. Springer-Verlag, N.Y.

Leopold, A.C. and P.E. Kriedmann. 1975. (2nd ed.) Plant growth and development. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 545.p

Miller, C.H., R.L. Lower and A.L. McMurray. 1969. Some effects of ethrel (2- chloroethane phosphonic acid) on vegetable crops. HortScience 4: 248-249.

Moore, T.C. 1979. Biochemistry and physiology of plant hormones. Springer-Verlag, N.Y. 274 p.

Nickell, L.G. 1982. Plant growth regulators: agricultural uses. Springer-Verlag, N.Y. 173p.

Rubatzky, V.E., W.L. Sims and R.E. Voss. 1978. Growth regulators in vegetable crops. In Univ. of Calif., Div. of Agr. Sci, "Plant Growth Regulators: Study Guide for Agricultural Pest Control Advisors", pp.34-38. Priced Pub. 4047

Skoog, F. (Ed.) 1980. Plant growth substances 1979. Springer-Verlag, N.Y. 527 p.

Smith, O. 1954. Inhibition of sprouting by plant regulators. In H.B. Tukey (Ed.) "Plant Regulators in Agriculture", pp. 149-160. John Wiley, N.Y.

Steward, F.C. and A.D. Krikorian. 1971. Plants, chemicals and growth. Academic Pr., N.Y. 232p.

Stommel, T. 1978. Growth regulator compounds currently registered for use in California. In Univ. of Calif., Div. of Agr. Sci "Plant Growth Regulators: Study Guide for Agricultural Pest Control Advisors", pp. 5-9. Priced Pub. 4047.

Thompson, W.T. 1976. Agricultural chemicals-Book III. Fumigants, growth regulators, repellents and rodenticides. Thompson Publications, Fresno, Ca. 164p.

Tukey, H.B. (Ed.). 1954. Plant regulators in agriculture. John Wiley, N.Y. 269p.

University of California Division of Agricultural Sciences. 1978. Plant growth regulatores: study guide for agricultural Pest control advisors. Priced Publication 4047. 58p.

Vince-Prue, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Co., London. 444p

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

Wittwer, S.H. 1954. Control of flowering and fruit setting by plant regulators. In H.B. Tukey (Ed.) Plant Regulators in Agriculture', pp. 62-80. John Wiley, N.Y.

Wittwer, S.H. 1968. Chemical regulators in horticulture, HortScience 3: 163-167.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. AVI pub, Co., Inc., Westport, Connecticut. 415p.

سكون وحيوية البذور

نتناول بالدراسة فى هذا الفصل موضوعى سكون وحيوية البذور بالقدر الذى يحتاجه منتج الخضر ، وبما لا يخرج عن أهداف هذا الكتاب أما الدراسة المستفيضة فى هذا المجال ، فإنها تدخل ضمن علم البذور Seed Science ، وهو علم يهم منتج بذور الخضر بالدرجة الأولى .

٢٧ - ١ : سكون البذور

يستخدم عادة لفظ سكون dormancy للدلالة على حالة عدم إنبات البذور التى ترجع إلى موانع خارجية تعوق الإنبات ، كعدم توفر رطوبة كافية ، أو عدم مناسبة درجة الحرارة للإنبات ، أو غير ذلك من المؤثرات الخارجية . كما يستخدم لفظ فترة راحة rest period عادة للدلالة على حالات عدم إنبات البذور التى ترجع إلى عوامل داخلية فى البذرة تمنعها من الإنبات ، حتى ولو توفرت لها الظروف الخارجية المناسبة للإنبات . هذا .. إلا أن الكثيرين يستخدمون لفظ السكون للدلالة على الحالات التى جرى العرف على تسميتها بطور الراحة ، وهو الأمر الذى سيتبع فى هذا الكتاب . وبناء على ما تقدم .. فإنه يمكن تقسيم حالات سكون البذور إلى ما يلى :

١ - سكون خارجى : وهو الذى قد يرجع إلى عدم توفر الحرارة أو الرطوبة أو الأكسجين اللازم لإنبات البذور .

٢ - سكون داخلى : وهو الذى قد يرجع إلى :

(أ) وجود أغلفة البذور الصلدة التى تعوق تمدد الجنين ، أو تعوق نفاذية الماء أو الغازات .

(ب) وجود الأجنة الأثرية ، أو عدم اكتمال النضج الفسيولوجى للجنين أو أحد أجزائه .

(جـ) وجود مواد مانعة للإنبات فى الجنين ، أو فى أغلفة البذور ، أو الثمار .

(د) حالات السكون الثانوى (Pollock & Toole ١٩٦١ ، Villiers ١٩٧٢) .

ويطلق Hartmann & Kester (١٩٧٥) اسم سكون dormancy على كل حالات السكون الداخل للبذور . أما البذور القادرة على الإنبات عند توفر الظروف الخارجية المناسبة لذلك ، فيطلقان عليها صفة « هامدة » quiescent ، أو « غير ساكنة » non-dormant . والتسمية الأخيرة أفضل .

٢٧ - ١ - ١ : السكون المتسبب عن المقاومة الميكانيكية لأغلفة البذرة

عدم نفاذية البذرة للغازات

تكون أغلفة بعض البذور منفذة للماء ، ولكنها غير منفذة للغازات ، وبذلك فإنها تظل ساكنة فمثلاً .. بذور الصليبيات التابعة للجنس **Brassica** لا تكون قادرة على الإنبات إذا حصدت وهي ما زالت خضراء بسبب عدم نفاذية أغلفة البذور للماء وهي في هذه المرحلة من النضج ، ولكن يختفي هذا العائق للإنبات تدريجيًا مع نضج البذور (Crocker & Barton ١٩٥٣) .

وتتميز بذور الكوسة بغشاء داخلي منفذ للغازات بدرجة أكبر من الغشاء الخارجي . وبرغم ذلك .. فإن الغشاء الداخلي هو المحدد لدخول الأكسجين إلى البذرة لوجود الثقب بالغشاء الخارجي . هذا .. ويكون الغشاء الداخلي أقل نفاذية للغازات في البذور الرطبة نسبيًا ، ولكن مع نضج البذور وجفافها تزداد نفاذيته تدريجيًا .

ويمكن كسر سكون هذه البذور بزيادة ضغط الأكسجين حول البذور ، أو بتجفيف البذور ، أو بتخزينها حتى تجف في درجات الحرارة العادية . ويؤدي التجفيف إلى إزالة طبقة الماء التي توجد بين غطاء البذرة وبين الجنين والأعضاء المخزنة للغذاء ؛ فيسهل بذلك تبادل الغازات .

عدم نفاذية أغلفة البذرة للماء

تعرف البذور غير المنفذة للماء باسم البذور الصلدة hard seeds . وتحتوي هذه البذور على إندوسبرم صلد غير منفذ للماء بدرجة كبيرة . وعندما يحيط بغطاء البذرة الصلد غطاء آخر شمعي ، فإن البذور تصبح غير منفذة للماء كلية . وتنتشر هذه الظاهرة في العائلات البقولية ، والخبازية ، والزنبقية ، والعليقية .

طرق معالجة حالة السكون المتسبب عن المقاومة الميكانيكية لأغلفة البذرة

يمكن معالجة حالات السكون التي ترجع إلى المقاومة الميكانيكية لأغلفة البذور لمحدد ونمو الجنين ، أو عدم نفاذية أغلفة البذرة للماء أو للغازات – بإحدى المعاملات التالية ، أو التي تعرف بمعاملات الخدش Scarification :

١ – بعمل ثقب في البذرة ، كما في البطاطا .

٢ – حك البذور على ورق السنفرة أو حجر الكاربورندم .

٣ – تحطيم أو تجريح أغلفة البذور آليًا .

٤ – المعاملة ببعض المذيبات العضوية ، مثل الأسيتون ، والكحول .

٥ – المعاملة بحامض الكبريتيك المركز لمدة تختلف باختلاف نوع البذرة . فتنقع بذور البطاطا لمدة ٢٠ دقيقة ، وبذور الشليك لمدة ١٥ دقيقة . ويجب غسل البذور جيدًا بالماء بعد انتهاء فترة النقع مباشرة للتخلص من الحامض .

٦ – يكفى أحيانًا مجرد النقع فى الماء لمدة ٤ – ٥ أيام مع تغيير الماء يوميًا ، أو بإمرار تيار من الهواء فيه ، ويكون الماء الدافئ أكثر فاعلية . فمثلاً .. تقتص بذور الفلين كل احتياجاتها من الرطوبة فى خلال ٣٥ ساعة عندما تكون حرارة الماء ٣٠°م ، بينما يلزم لذلك ٦٥ ساعة عندما تكون حرارة الماء ١٨°م .

٢٧ – ١ – ٢ : السكون المتسبب عن عدم اكتمال نمو الجنين أو أحد أجزائه

الأجنة الأثرية

الأجنة الأثرية Immature Embryos هى الأجنة التى لم يكتمل نموها برغم اكتمال نضج الثمار . وتبدو هذه الظاهرة واضحة فى بذور نباتات العائلة الخيمية ، مثل : الجزر ، والكرفس ، والبقدونس ، وغيرها ، حيث يستمر نمو الجنين فيها لعدة أشهر قبل أن تكون البذرة قادرة على الإنبات . وتستغرق هذه الفترة فى الجزر حوالى ٣ أشهر .

وتؤدى هذه الظاهرة فى الجزر إلى تفاوت فى سرعة إنبات البذور ، وبالتالى ظهور اختلافات فى أحجام الجذور عند الحصاد .

ويتم التخلص من حالة السكون هذه بتخزين البذور بعد حصادها فى ظروف جيدة إلى أن يكتمل نمو الأجنة ، وتصبح قادرة على الإنبات .

عدم اكتمال النضج الفسيولوجى للجنين :

حالات عدم النضج الفسيولوجى After ripening هى تلك التى يكون فيها الجنين كامل النضج من الناحية المورفولوجية ، إلا أنه لم يكتمل النضج من الناحية الفسيولوجية . وتلاحظ هذه الظاهرة فى بذور الخس وبعض الفواكه ، وتتم معالجتها بتخزين البذور لفترة بعض الحصاد ، إما تخزينًا جافًا ، أو وهى مرطبة بالماء لحين اكتمال النضج الفسيولوجى للجنين .

ويعرف التخزين الرطب باسم التشديد stratification ، وفيه توضع بذور بعض الفواكه فى طبقات متبادلة مع الرمل أو البيت موس المبلل ، وتحفظ فى درجة حرارة من صفر إلى ٦°م . وتختلف الفترة اللازمة لكسر السكون حسب المحصول والظروف المحيطة . ويكتمل النضج الفسيولوجى لأجنة البذور عادة فى خلال ٢ – ٥ أشهر . وتتبع هذه المعاملة عند إنبات بذور الفواكه ذات النواة الحجرية ، والتفاحيات ، والعنب .

أما التخزين الجاف ، فيعرف باسم dry after ripening ، ويتبع فى حالة الخس ، حيث تترك البذور فى حرارة الغرفة إلى أن يكتمل النضج الفسيولوجى لأجنتها (Adriance & Brison ١٩٥٥ ، مرسى ، وعبد الجواد ١٩٦٤ ، Devlin ١٩٧٥) .

٢٧ – ١ – ٣ : السكون المتسبب عن وجود مواد مانعة للإنبات فى البذور ، أو فى الأنسجة الثمرية المحيطة بها

المواد المانعة للإنبات كثيرة جدًا ، وتوجد فى العديد من الأنواع النباتية ، ولا يقتصر مكانها على جزء معين من البذرة ، وإنما توجد فى أى مكان بها ، كما قد توجد فى التراكيب الخارجية التى تغطى

البذور ، وفى لب أو عصير الثمار ، أو الغلاف البذرى ، أو الإندوسبرم ، أو الجنين ... إلخ (Devlin ١٩٧٥) .

وهذه المواد غير متخصصة ، بمعنى أنها تمنع الإنبات فى كثير من الأنواع النباتية ، بالإضافة إلى الأنواع التى توجد فيها . ولإنبات أن مادة ما مانعة للإنبات ، فإنها يجب أن تتواجد بتركيز مرتفع فى البذور ، أو فى الأنسجة الثمرية المحيطة بها ، وأن يقل تركيزها تدريجيًا مع بدء الإنبات (مع انتهاء فترة الراحة) . وإذا حدث ودخلت البذور فى سكون ثانوى ، فإن تركيزها يجب أن يرتفع ثانية (Pollock & Toole ١٩٦١) .

ومن أمثلة المثبطات الطبيعية للإنبات ، والتى توجد فى بذور أو ثمار العديد من النباتات ما يلى :

Coumarin, dehydracetic acid, phthalides, parasorbic acid, ferulic acid, abscisin.

فمثلاً يمنع الأبسيسين Abscisin إنبات بذور الخس بتركيز ٥ – ١٠ أجزاء فى المليون ويمكن التغلب على هذا التأثير المثبط بمعاملة البذور بالكينتين بتركيز جزء واحد فى المليون (Devlin ١٩٧٥) .

وتوجد فى كرات بذور seed balls السلق والبنجر مواد نيتروجينية تؤخر الإنبات ، وتقلل نسبته ، وتغير لون الجذير الأولى ، ثم موته عند ملامسته لكرة البذور ، نتيجة لانطلاق الأمونيا من هذه المواد النيتروجينية أثناء الإنبات (U.S.D.A ١٩٥٢) .

وتحتوى ثمار الطماطم على مواد تمنع إنبات البذور بداخل الثمار . وتؤدى محاولة إنبات البذور فى وجود عصير الطماطم إلى نقص نسبة الإنبات ومعدل نمو البادرات ويزداد هذا النقص كلما ازداد تركيز العصير المضاف . وتختلف أصناف الطماطم فى كمية العامل المثبط للإنبات ، والذى يوجد بالعصير (Huang & Yamaguchi ١٩٧١) . هذا .. وتنبت البذور داخل الثمار الناضجة فى بعض السلالات ، مثل : XP 615 ، و XP 616 لعدم توفر التركيز الكافى من المواد المثبطة للإنبات فى ثمار هذه الأصناف ، وتلك صفة غير مرغوبة فى أصناف الطماطم التجارية .

٢٧ – ١ – ٤ : السكون المتسبب عن وجود موانع بنائية (أى فى الميتابوليزم)

يعود السكون فى هذه الحالة إلى وجود موانع فى الميتابولزم Metabolic Blocks تمنع الإنبات ، ولا يمكن التخلص منها إلا بمعاملات خاصة ، كتعريض البذور للضوء أو الحرارة المنخفضة وهى متشربة بالماء ، أو بواسطة المعاملة ببعض المركبات الكيميائية . وتؤدى هذه المعاملات إلى إحداث تغيرات فى مسارات الميتابولزم تقود فى النهاية إلى إنبات البذور . وتعتبر بذور الخس من أبرز الأمثلة لهذه الحالة من السكون .

ويمكن تلخيص خصائص السكون فى بذور الخس فى النقاط التالية :

١ – تظهر حالة السكون بوضوح فى الأسابيع القليلة التالية للحصاد ، ثم تخف حدتها تدريجيًا مع التخزين الجاف للبذور ، حيث تستكمل البذور نضجها أثناء تلك الفترة (تسمى بفترة الـ after ripening) ، وهى التى يتم خلالها تخلص البذور من موانع الإنبات .

٢ – تختلف أصناف الخس فيما يلى :

(أ) شدة سكون بذورها بعد الحصاد .

(ب) طول المدة التى يلزم مرورها بعد الحصاد ، حتى تنتهى حالة السكون . فتتراوح فترة السكون من أسابيع قليلة إلى شهور ، وربما سنة أو أكثر فى الأصناف المختلفة . ويظهر السكون بوضوح ولفترة طويلة فى صنفى الخس جراند رابيدز Grand Rapids ، وهبّارد ماركت Hubbard Market .

٣ – بذور الخس غير الساكنة (أو التى انتهت فترة بعد النضج after ripening بها) يمكن أن تدخل فى طور سكون ثانوى secondary dormancy فى حرارة مرتفعة (٢٥°م ، أو أكثر) .

٤ – يمكن التغلب على سكون البذور الحديثة الحصاد ، وكذلك السكون الثانوى بتعريض البذور للضوء ، أو للحرارة المنخفضة ، أو لبعض المعاملات الكيميائية بشرط تشرب البذور بالماء أثناء تلك المعاملات .

٥ – تختلف أصناف الخس اختلافًا كبيرًا فى درجة الحرارة القصوى التى يمكن أن يحدث عندها إنبات دون أن تدخل البذور فى طور سكون ثانوى . فباختبار ٢٢ صنفًا من الخس وجد أن درجة الحرارة المثلى للإنبات تراوحت من ١٥ – ٢٢°م ، ولكن درجة الحرارة العظمى تراوحت من ٢٥,٧°م فى الصنف هلدى Hilde إلى ٣٢,٨°م فى الصنف أفون كرسب Avon Crisp (Gray ١٩٧٥) .

دور الضوء فى التغلب على السكون :

تختلف الأنواع النباتية فى نوعية استجابة بذورها للضوء . فبعضها لا يتأثر بالضوء مطلقًا ، وبعضها لا تنبت بذوره إلا بعد تعريضها للضوء وهى مشربة بالماء ، والبعض الآخر يؤدى تعريضها للضوء وهى مشربة بالماء إلى تنشيط إنباتها ، وبعض الأنواع لا تنبت بذورها إلا بعد تعريضها لفترة ضوئية معينة .

وتمر البذور الحديثة الحصاد من بعض أصناف الخس بطور سكون تحتاج خلاله للضوء ، حتى يمكنها الإنبات . فبذور الخس صنف Hubbard Market لا تنبت مطلقًا فى الظلام لمدة أسبوعين بعد الحصاد . وترتفع نسبة إنبات البذور فى الظلام بصورة تدريجية مع التخزين الجاف ، ولكنها تظل منخفضة حتى بعد ٢,٥ سنة من التخزين الجاف ، إذ تبلغ نسبة الإنبات حينئذ فى الظلام نحو ٥٠٪ ، ولكن هذه البذور تعطى إنباتًا كاملاً إذ عُرضت للضوء ولو لمدة ثوان قليلة أثناء تشربها بالماء . وبالمقارنة فإن بعض الأصناف الأخرى يمكن أن تنبت بذورها بصورة كاملة فى الظلام بعد فترة قصيرة من التخزين الجاف .

هذا .. ويمكن أن تحل المعاملة ببعض المركبات الكيميائية محل الاحتياجات الضوئية ، وتحدث نفس التأثير الذى يحدثه التعريض للضوء . فقد لوحظ أن الثيوريا Thiourea ($(NH_2)_2C=S$) تحل محل الاحتياجات الضوئية فى الخس ، ثم لوحظت نفس الظاهرة فى عدد من المحاصيل الأخرى .

ويختلف التركيز المناسب للثيوريا من ٠,٠٥ – ٣٪ . وتنقع البذور في المحلول لمدة قصيرة ، ثم تغسل بعد ذلك بالماء ، وتزرع مباشرة أو تجفف وتحفظ لحين زراعتها .

ومن المواد الأخرى التي تحل محل الاحتياجات الضوئية كل من : نترات البوتاسيوم ، ومادة الإيثيلين كلوروهيدرين ethylene chlorohydren . وقد اكتشف تأثير نترات البوتاسيوم عندما لوحظ أن محلول نوب Knop المغذي يؤدي إلى تحسين إنبات بذور بعض الأنواع النباتية . وبالدراسة وجد أن ذلك التأثير كان راجعًا إلى نترات البوتاسيوم التي توجد في المحلول المغذي . ويتوقف التأثير على التركيز المستخدم ودرجة الحرارة .

كذلك فإن معاملة بذور الخس ببعض منظمات النمو يمكن أن تحل محل الاحتياجات الضوئية لكسر حالة السكون . مثال ذلك .. المعاملة بحامض الجيبرليك الذي أمكن عزله عن بذور الخس والفاصوليا وغيرهما ، مما يدل على أن له دورًا في الإنبات في الطبيعة . كذلك يُحسن إندول حامض الخليك IAA من إنبات بذور الخس في الظلام ، ولكن تأثيره لا يكون واضحًا إلا عندما تكون نسبة الإنبات في الظلام في البذور غير المعاملة منخفضة بدرجة كبيرة . أما لو كانت نسبة الإنبات متوسطة الارتفاع أصلًا ، فإن المعاملة بالـ IAA لا يكون لها تأثير يذكر في هذا الشأن (Mayer & Poljakoff-Mayber ١٩٨٢) .

كما تؤدي معاملة بذور الخس بالكينتين Kinetin إلى جعلها أكثر حساسية للضوء ، بحيث يمكن لأقل معاملة ضوئية أن تؤدي إلى كسر حالة السكون . لأجل ذلك يعتبر الكينتين عاملًا مساعدًا على الإنبات في الظلام ، ولكنه لا يحل محل الاحتياجات الضوئية كلية .

ويمكن زيادة فاعلية المعاملة بالكينتين بنقع البذور في الأسيتون ، أو في الـ dichloromethan أولًا ، ثم تجفيفها تحت تفريغ قبل نقعها في محلول الكينتين في حرارة ٢٥° م . وتعمل هذه المذيبات العضوية على إسراع تشرب البذور بالكينتين . كذلك وجد أن الأسيتون يسرع من تشرب البذور بالـ GA ، و الـ IAA ، دون أن يكون له تأثير ضار على البذور .

دور الحرارة المنخفضة في التغلب على السكون :

تحتاج بعض البذور إلى التعرض للحرارة المنخفضة وهي مشربة بالماء حتى تنبت . وتختلف تلك المعاملة عن معاملة التضيد التي تستمر مدة طويلة ، وتستكمل خلالها البذور نضجها الفسيولوجي . أما في هذه الحالة ، فإن معاملة الحرارة المنخفضة – مثلها في ذلك مثل معاملة التعريض للضوء ، فإنها تؤدي إلى إحداث تغيرات بنائية من شأنها التخلص من موانع الإنبات والسكون (Pollock & Toole ١٩٦١) .

ويعتبر الخس أحد محاصيل الخضر التي تحتاج بذورها للتعريض للحرارة المنخفضة وهي مشربة بالماء حتى تنبت . وتختلف أصناف الخس في مدى احتياجها لهذه المعاملة ، كما تقل هذه الاحتياجات كلما تقدمت البذور في العمر بعد الحصاد .

ورغم أن استنبات بذور الخس غير الساكنة في حرارة مرتفعة (٢٥°م أو أعلى) يؤدي إلى دخول البذور في طور سكون ثانوي secondary dormancy ، إلا أن هذا السكون الثانوي يمكن تجنبه بتعريض

البذور المنشربة بالماء لحرارة ٤ - ٥°م لمدة ٣ - ٥ أيام قبل زراعتها . وتكفى هذه المعاملة لكسر سكون البذور الحديثة الحصاد ، كما تمنع دخول البذور فى سكون ثانوى حتى ولو ارتفعت حرارة التربة إلى ٣٠ - ٣٥°م بعد الزراعة . وعمليًا .. تتم هذه المعاملة بحفظ النقاوى بين طبقات من القماش المبلل فى الثلاجة لمدة ٤ أيام . وفى معظم الأصناف تعتبر حرارة ٢٠ - ٢٥°م هى الحد الأقصى للإنبات ، حيث تدخل البذور فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك فى طور سكون ثانوى إن لم يسبق معاملتها بالحرارة المنخفضة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) . إلا أن أصناف الخس تختلف فى درجة الحرارة القصوى التى يمكن معها إنبات البذور الحديثة الحصاد ففى درجة ٢٥°م تنبت بذور الصنف أيسبرج Iceberg بصورة جيدة ، بينما لا يحدث أى إنبات فى الصنف هوايت بوسطن White Boston . ومع تقدم البذور فى العمر بعد الحصاد يرتفع الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن معها الإنبات . وبعد نحو أربعة أشهر من التخزين الجاف يمكن لبذور الخس أن تنبت بصورة لا بأس بها فى حرارة ٢٥°م ، ولكن درجات الحرارة الأعلى من ذلك تدفع البذور إلى الدخول فى طور سكون ثانوى .

وقد وجد أن تبادل الحرارة بين الانخفاض والارتفاع ليلًا ونهارًا يساعد على إنبات بذور الخس . ففى حرارة متغيرة ١٥/٣٠°م (ليلًا/نهارًا) كانت نسبة الإنبات قريبة من نسبة الإنبات فى درجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٠°م . أما الحرارة المتغيرة ٢٠/٣٠°م (ليلًا/نهارًا) فلم يكن لها تأثير يذكر . وقد ازدادت استجابة البذور للحرارة المتغيرة مع تقدمها فى العمر ، كما اختلفت هذه الاستجابة باختلاف الأصناف (Crocker & Barton ١٩٥٣) .

السكون الثانوى Secondary dormancy

السكون الثانوى هو نوع من أنواع السكون الذى يرجع إلى وجود موانع بنائية للإنبات ، ويحدث عند تعريض البذور غير الساكنة لظروف خاصة تدفعها للدخول فى حالة سكون . فمثلًا تدخل بذور الخس غير الساكنة فى حالة سكون ثانوى عند تعريضها وهى منشربة بالماء لدرجات حرارة مرتفعة فى الظلام ، وهو الأمر الذى يحدث بصورة طبيعية عند محاولة زراعة البذور غير الساكنة فى أشهر الصيف أثناء ارتفاع درجة الحرارة ، حيث يكون الإنبات ضعيفًا للغاية فى حرارة ٣٠°م ، ومنعدمًا فى حرارة ٣٥°م . وتحدث نفس الظاهرة أيضًا عند محاولة إنبات بذور الكرفس والشيكوريا فى درجات الحرارة المرتفعة (Hartmann & Kester ١٩٧٥) .

ويمكن التغلب على حالة السكون الثانوى بعدد من المعاملات :

١ - فكما سبق الذكر .. يؤدى حفظ النقاوى فى الثلاجة بين طبقات من القماش المبلل لمدة أربعة أيام إلى التخلص من سكون البذور الحديثة الحصاد ، وإلى تلافى دخول البذور فى سكون ثانوى عند الزراعة ، حتى ولو ارتفعت درجة حرارة التربة إلى ٣٠ - ٣٥°م .

٢ - كما يمكن تجنب السكون الثانوى فى حرارة ٣٠°م بنقع البذور فى محلول ثيوريا بتركيز ٠,٥٪ ، ويظل تأثير الثيوريا فعالًا حتى مع تجفيف البذور قبل الزراعة .

٣ - كما وجد أن لكل من الإيثيلين ، وثانى أكسيد الكربون ، والجبريللين ، والكاينتين ، والإيثيفون تأثيرًا منشطًا على إنبات بذور الخس فى درجات الحرارة المرتفعة (Sharples ١٩٧٣) لكن

المعاملة بالجبريللين لحل مشكلة السكون الثانوى جزئيًا فقط ، إذا أن نقع البذور فى الماء لمدة ساعتين ، ثم فى الجبريللين لمدة ساعة أدت إلى إنبات بذور الصنف جراند رابيدز Grand Rapids فى حرارة ٢٥°م ، بينما لم يكن للمعاملة أى تأثير فى حرارة ٣٥°م (Lewak & Khan ١٩٧٧) .

وقد أمكن إنبات بذور الخس فى درجة حرارة ٣٥°م بنقع البذور لمدة ٣ دقائق فى محلول كاينتين Kinetin بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون (Smith وآخرون ١٩٦٨) . وفى دراسة أخرى وجد أن نقع بذور الخس صنف هلدى Hilde فى الكاينتين (بتركيز ٢,٣ × ١٠$^{-٥}$ مولار) لمدة أربع ساعات ، ثم تجفيفها لمدة ٤٨ ساعة ، أدى إلى رفع درجة الحرارة القصوى للإنبات فى الضوء من ٢٢,٥ إلى ٣٠,٥°م ، واستمر ذلك التأثير سارًيا حتى بعد ٣٠ أسبوعًا من المعاملة (Gray & Steckel ١٩٧٧) . كما وجد أيضًا أن نقع بذور الخس صنف فونكس Phoenix لمدة ٣ دقائق فى محلول كاينتين بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون ، ثم تجفيفها فى الهواء أدى إلى زيادة نسبة إنبات البذور فى كل من درجة الحرارة المرتفعة والضغط الإسموزى المرتفع (Odegbaro & Smith ١٩٦٩) .

كذلك وجد Zeng & Khan (١٩٨٤) أن معاملة بذور الخس من الأصناف جراند رابيدز Grand Rapids وميزا ٦٥٩ Mesa 659 قبل الزراعة بأى من منظمات النمو pthalimide ، أو GA_{4+7} مع الكاينتين بمفرده أو مع الإيثيفون أدى إلى تقليل الأثر الضار للحرارة المرتفعة (٣٠°م ليلًا لمدة ١٢ ساعة/٣٠°م نهارًا) على إنبات البذور وظهور البادرات من التربة . وقد أدت المعاملة بـ GA_{4+7} أيضًا إلى إحداث زيادة كبيرة فى طول السويقة الجنينية السفلى ، بالمقارنة بالمعاملة بالـ pthalimide .

ويذكر أن سبب دخول بذور الخس فى حالة سكون ثانوى عند محاولة إنباتها فى درجات الحرارة المرتفعة أن التنفس يزداد بشدة تحت هذه الظروف ، وتزداد بذلك الحاجة إلى تبادل الغازات ، ولكن غشاء الإندوسبرم endosperm membrane قد يعوق حركة الغازات من وإلى البذور ، ومن ثم يتسبب فى دخول البذور فى حالة سكون ، إلا أن محاولة استنبات البذور فى درجة حرارة منخفضة يساعد على تمزق هذا الغشاء واستكمال المراحل الأولى للإنبات ، بحيث يمكن للبذور أن تنبت بسهولة بعد ذلك فى درجات الحرارة المرتفعة . وقد حصل Gundes وآخرون (١٩٨١) على نتائج تؤيد هذه النظرية عندما قاموا بنقع البذور أولًا لفترة محدودة فى حرارة معتدلة وإثبات أن التمزقات التى تحدث فى غشاء الإندوسبرم آنذاك لها علاقة أكيدة بإمكان إنبات البذور فى حرارة مرتفعة بعد ذلك . فقد عامل الباحثون بذور الخس من صنف مينيتو Minento بالنقع فى الماء فى حرارة ٢٠°م ، أو فى محلول فوسفات البوتاسيوم فى حرارة ١٥°م لمدد مختلفة ، وبعد تجفيف البذور قاموا باستنباتها فى حرارة ٣٠°م ، وكانت نتائج دراستهم كالتالى :

١ – لم يكن للنقع فى الماء لمدة ٦ ساعات أى تأثير على إنبات البذور فى درجات الحرارة المرتفعة ، ولكن ازدادت فاعلية معاملة النقع فى الماء مع زيادة مدة المعاملة . وحدث أحسن إنبات فى حرارة ٣٥°م عندما كان النقع فى الماء لمدة ١٦ ساعة .

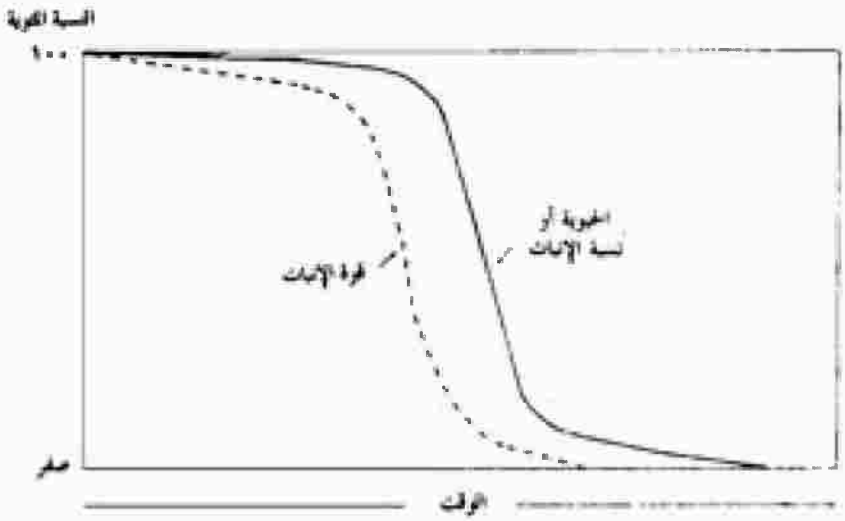
٢ – كان النقع فى محلول ١٪ فوسفات البوتاسيوم أكثر فاعلية فى التأثير على الإنبات فى حرارة ٣٥°م . وحدث أحسن إنبات عندما كانت فترة النقع ٩ ساعات ، وكانت فترات النقع الأقل من ذلك أقل فاعلية .

٣ – عند النقع فى محلول ١٪ فوسفات البوتاسيوم لم يظهر أى تمزق بغشاء الإندوسبرم فى فترات النقع القصيرة ، ولكن بعد ٩ ساعات من النقع ظهر التمزق ، وازداد ظهوره تدريجيًا مع زيادة فترة المعاملة ، حتى كان واضحًا تمامًا بعد ٢١ ساعة .

٢٧ – ٢ : حيوية البذور

تعتبر المقدرة على الإنبات هى الدليل العملى على حيوية البذور Seed Viability . وتتأثر حيوية البذور من وقت حصادها لحين زراعتها – أى أثناء فترة تخزينها – بالعديد من العوامل . وتلك الحيوية هى موضوع هذا الجزء .

وترتبط قوة البذور Seed Vigor فى عينة ما ارتباطًا وثيقًا بنسبة الإنبات فيها . وتعرف قوة البذور بأنها المقدرة على الإنبات ، وإعطاء بادرات قوية سليمة تحت ظروف لا تعد مثالية للنوع ، كدرجات الحرارة المنخفضة نسبيًا ، أو فى التربة الثقيلة المتماسكة . وأيًا كانت ظروف التخزين ، فإن نسبة الإنبات وقوة البذور لا يتناقصان بصورة تدريجية مع الزمن ، بل إن البذور تحافظ على حيويتها بدرجة عالية لفترة تطول أو تقصر حسب ظروف التخزين ، ثم تنهار نسبة الإنبات وحيوية البذور بعد ذلك خلال فترة زمنية وجيزة ، كما هو مبين فى شكل (٢٧ – ١) (Justice & Bass ١٩٧٩) .



شكل ٢٧ – ١ : التدهور فى نسبة إنبات وقوة البذور seed vigor مع الوقت .

٢٧ – ٢ – ١ : تأثير درجة حرارة المخزن ورطوبته النسبية ونسبة الرطوبة بالبذور على حيوية البذور

ترتبط هذه العوامل الثلاثة (درجة حرارة المخزن ، ورطوبته النسبية ، ونسبة الرطوبة بالبذور) ارتباطًا وثيقًا فى التأثير على حيوية البذور أثناء التخزين ، ولذلك فإنها سوف تناقش معًا . وتعتبر هى أهم العوامل المؤثرة على حيوية البذور .

وكقاعدة عامة .. فإن مدة احتفاظ البذور بحيويتها تزداد كلما انخفضت درجة حرارة التخزين . وتعتبر درجة الصفر المئوى أفضل من الدرجات الأعلى من ذلك ، لكن دواعى الاقتصاد تستدعى أن يكون تخزين البذور التجارية فى درجة حرارة ٥ – ١٠°م ، مع جعل نسبة الرطوبة بالبذور منخفضة نسبيًا . كما أنه يمكن تخزين البذور فى درجة حرارة ٢١°م لمدة سنة على الأقل ، دون أن تفقد حيويتها إذا ما انخفضت رطوبتها إلى ٤ – ٥٪ ، مع حفظها فى أوعية غير منفذة للرطوبة(Lorenz & Maynard ١٩٨٠) ، كذلك فإن معظم الأنواع النباتية يمكن أن تحتفظ بذورها بحيويتها لفترات طويلة بتخزينها فى درجات حرارة منخفضة بعد خفض نسبة الرطوبة فيها إلى ٢ – ٥٪ ، أو إلى أقل من ذلك . ويبدو أنه لا يوجد حد أدنى لدرجة الحرارة التى يمكن أن تخزن عليها البذور إلا أن التجمد يحدث أضرارًا جسيمة فى حالة زيادة نسبة الرطوبة فى البذور عن ١٥٪ . ولا يحدث ذلك إلا فى عدد قليل من الأنواع النباتية التى تفقد فيها البذور حيويتها إذا انخفضت نسبة رطوبتها عن حد معين ، كما فى بذور الموالح مثلًا (James وآخرون ١٩٦٧) .

وفى الجانب الآخر .. فإن الحد الأقصى للحرارة التى تتحملها البذور هو ٥٠°م . وتتدهور حيوية البذور سريعًا فى درجات الحرارة الأعلى من هذا الحد ، حتى ولو كانت مجففة جيدًا . ويرجع ذلك إلى حدوث « دنترة » denaturation لبروتين البذور ، وتوقف نشاط الإنزيمات ، لكن البذور الشديدة الجفاف قد تتحمل درجة حرارة تصل إلى ٨٠ – ١٠٠°م لمدة ساعات قليلة فى بعض الأنواع النباتية (Harrington ١٩٧٠) .

وعند تخزين البذور فى درجات الحرارة المنخفضة نسبيًا (٥ – ١٠°م) ، فإنه يجب أخذ الاحتياطات الكافية لمنع تكثف الرطوبة على البذور عند إخراجها من المخزن . وتقل فرصة تكثف الرطوبة على البذور عند انخفاض درجة الحرارة أو الرطوبة النسبية فى الجو الخارجى .

ويجب تقدير نسبة الرطوبة فى البذور قبل اختبار درجة حرارة التخزين ، لأن الحد الأعلى لدرجة الحرارة التى يمكن تخزين البذور فيها بأمان ينخفض مع ارتفاع نسبة الرطوبة فى البذور ، ولكن هذه العلاقة تتوقف على المحصول كما يتضح من جدول (٢٧ – ١) (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

هذا .. والعلاقة عكسية تمامًا بين نسبة الرطوبة فى البذور ومدة احتفاظها بحيويتها . وتزداد أهمية خفض نسبة الرطوبة فى البذور عند تخزينها فى أوعية غير منفذة الرطوبة ، لأن تخزين البذور العالية الرطوبة فى مثل هذه الأوعية يعنى سرعة تعفنها وفقدها حيويتها . وفيما يلى بيان بالحدود المناسبة لنسبة الرطوبة فى بذور الخضر عند تخزينها فى أوعية غير منفذة للرطوبة :

الطماطم – الفلفل – الكرنب – القنبيط : ٥٪ ، والكرفس – الخس : ٥,٥٪ ، والخيار – البطيخ – القاوون – البصل – الباذنجان : ٦٪ ، والبقدونس : ٦,٥ ، والجزر – البسلة : ٧٪ ، والبنجر : ٧,٥٪ ، والسبانخ – الذرة السكرية – الفاصوليا : ٨٪ (Bass وآخرون ١٩٦١)

جدول (٢٧ – ١) : الحدود الآمنة لنسبة الرطوبة في بذور بعض محاصيل الخضر عند تخزينها في درجات حرارة مختلفة .

الخضر	الحد الأقصى المسموح به لنسبة الرطوبة في البذور عندما تكون حرارة التخزين (°م)		
	٥ – ١٠	٢١	٢٧
الفاصوليا	١٥	١١	٨
فاصوليا الليما	١٥	١١	٨
البنجر	١٤	١١	٩
الكرنب	٩	٧	٥
الجزر	١٣	٩	٧
الكرفس	١٣	٩	٧
الذرة السكرية	١٤	١٠	٨
الخيار	١١	٩	٨
الخس	١٠	٧	٥
الباميه	١٤	١٢	١٠
البصل	١١	٨	٦
البسلة	١٥	١٣	٩
الفلفل	١٠	٩	٧
السبانخ	١٣	١١	٩
الطماطم	١٣	١١	٩
اللفت	١٠	٨	٦
البطيخ	١٠	٨	٧

وفي إحدى الدراسات حفظت بذور بصل ، وطماطم ، وفلفل ، وبطيخ رطوبتها ٥٪ في أوعية غير منفذة للرطوبة في درجة حرارة الغرفة لمدة ٣ سنوات . وبعد انتهاء فترة التخزين كانت نسبة الإنبات لا زالت مرتفعة ، حيث بلغت ٨٠٪ في البصل ، و ٨٥٪ في الطماطم ، و ٧٥٪ في الفلفل ، و ٩٠٪ في البطيخ .

ومن الدراسات الكلاسيكية التي أجريت على بذور بعض محاصيل الخضر اتضح أنه يلزم خفض نسبة الرطوبة في البذور إلى ٤ – ٦٪ حتى تحتفظ بحيويتها في درجة حرارة الغرفة لمدة خمس سنوات . أما عندما كان التخزين في حرارة – ٥°م وفي أوعية مغلقة وبالبذور هذه النسبة المنخفضة من الرطوبة ، فقد احتفظت بحيويتها بصورة كاملة مدة ٢٠ عامًا . وقد أجريت هذه الدراسة على بذور الجزر ، والباذنجان ، والخس ، والبصل ، والفلفل ، والطماطم . (Croker & Barton ١٩٥٣)

وللتخزين التجارى يفضل خزن البذور فى درجة حرارة ٥°م ورطوبة نسبية ٢٥٪ ، على أن تكون نسبة الرطوبة ٦٪ فى البذور الزيتية ، مثل : البطيخ ، والطماطم ، والخرز ، وأقل من ١٠٪ فى البذور النشوية ، كالفاصوليا ، والبسلة ، والذرة السكرية . فتحت هذه الظروف تحفظ البذور بحيويتها بصورة جيدة لمدة ٤ سنوات .

وتتوقف سرعة تدهور البذور على نسبة رطوبتها كالتالى :

١ - البذور التى تزيد نسبة الرطوبة فيها عن ٤٠٪ تنبت ولا يمكن تخزينها .

٢ - البذور التى تتراوح نسبة رطوبتها من ٢٠ - ٤٠٪ يكون معدل تنفس أنسجتها ومعدل تنفس الكائنات الدقيقة الملتصقة بها مرتفعًا إلى درجة كبيرة ، ويصاحب ذلك ارتفاع درجة حرارة البذور وفقدها لحيويتها . وقد يحدث تسخنًا لا هوائيًا .

البذور التى تتراوح رطوبتها من ١٤ - ٢٠٪ تتدهور حيويتها بسرعة كبيرة هى الأخرى بسبب مهاجمة الكائنات الدقيقة لأجنتها .

٤ - البذور التى تتراوح رطوبتها من ٤ - ١٤٪ تحتفظ بحيويتها لأطول فترة ممكنة ، ويؤدى كل خفض مقداره ١٪ فى نسبة الرطوبة فى هذا المجال إلى مضاعفة فترة احتفاظ البذور بحيويتها . فمثلاً .. بذور البصل التى تبلغ نسبة رطوبتها ١٤٪ تفقد حيويتها فى خلال أسبوع واحد فى درجة حرارة ٣٥°م ، بينما قد تحتفظ بحيويتها لمدة ٢٠ عامًا إذا كانت رطوبتها ٤٪ .

٥ - البذور التى تقل رطوبتها عن ٤٪ تتدهور بسرعة أكبر من تلك التى تتراوح رطوبتها من ٤ - ٧٪ . وقد يرجع ذلك إلى الأكسدة الذاتية للمواد الدهنية فى خلايا الجنين ، خاصة فى المناطق المرستيمية ، مما يؤدى إلى فقد الأغشية التى يدخل فى تركيبها البروتينات الليبيدية Lipoprotein ، كما أن الجزيئات ذات الشحنة التى تنتج من أكسدة المواد الدهنية قد تدخل فى تفاعلات غير مرغوبة ، فيؤدى تفاعلها مع المواد البروتينية إلى وقف نشاط الإنزيمات ، ومع الأحماض النووية إلى وقف نشاطها (Harrington ١٩٧٠) .

ورغم أن خفض رطوبة البذور إلى ٤ - ٦٪ يساعد على احتفاظها بحيويتها لفترات طويلة ، إلا أن معظم الدراسات تشير إلى أن ذلك يكون مصحوبًا بظهور بادرات شاذة عند الإنبات ، كما فى فول الصويا ، وقد يتأخر الإنبات وتظهر تشققات بالأوراق الفلقية ، كما فى الفاصوليا . ومع ذلك .. فيبدو أن هذه الأعراض تحدث نتيجة للظروف التى تمر بها البذور وقت إنباتها ، نظرًا لأن تشربها بالماء يكون سريعًا بدرجة كبيرة . ولعلاج ذلك ينصح بأن تكون رطوبة البذور منخفضة أثناء التخزين ، ثم تنقل قبل الزراعة بأسبوع إلى مخزن بارد رطوبته النسبية ٦٥ - ٧٠٪ ، مع إخراج البذور من أوعيتها غير المنفذة للرطوبة . وإن لم تزرع كل البذور ، فإنه يمكن إعادة تجفيفها وتخزينها من جديد .

وعمومًا .. يجب عدم خفض رطوبة البذور عن ٣ - ٤٪ للتخزين التجارى . أما عند حفظ الجيرمبلازم germplasm (بذور الأنواع البرية والأصناف وسلالات التربية ، أى المادة الوراثية

المستخدمة فى التربة) ، فإنه يحسن خفض رطوبة البذور إلى ٢ - ٣٪ (Harrington ١٩٧١ ، Justice & Bass ١٩٧٩) .

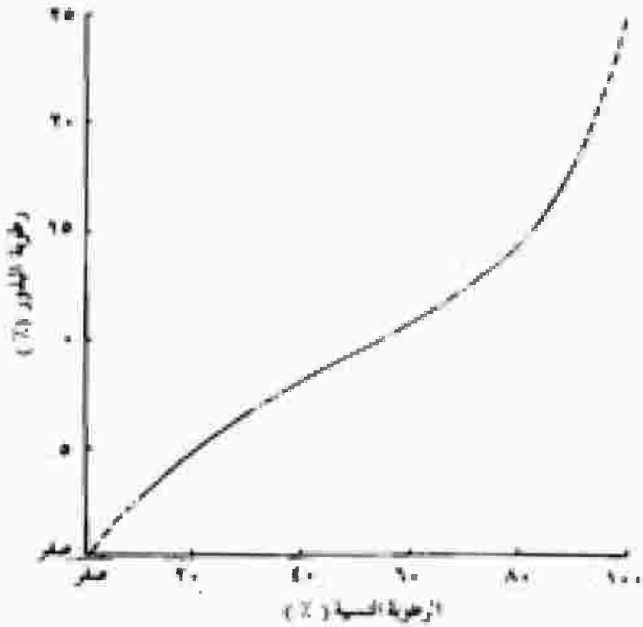
هذا .. وعندما تكون البذور مخزنة فى أوعية منفذة للرطوبة ، فإن نسبة الرطوبة فى البذور تتغير باستمرار ، وتظل دائمًا فى حالة توازن مع الرطوبة النسبية فى جو المخزن . وتصل الرطوبة فى البذور إلى حالة التوازن مع الجو الخارجى بعد حوالى ٣ أسابيع من التخزين بالنسبة للبذور الصغيرة ، وبعد حوالى ٣ - ٦ أسابيع فى البذور الكبيرة الحجم (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) . وربما تصل المدة إلى ثلاثة أشهر فى بعض البذور .

ومن الناحية النظرية ، فإن حفظ البذور (حتى ولو كانت نسبة رطوبتها عالية) فى مخازن رطوبتها النسبية ١٥٪ يؤدى إلى جفافها بصورة تدريجية إلى أن تصل إلى حالة التوازن مع الجو الخارجى . وتكون نسبة الرطوبة فى البذور بعد الوصول إلى حالة التوازن مناسبة للتخزين لفترات طويلة ، ولكن قد يمر وقت طويل قبل أن تصل رطوبة البذور إلى حالة التوازن مع الرطوبة النسبية فى جو المخزن ، الأمر الذى قد يعرضها للتلف ، ويفقدها حيويتها قبل أن تصل إلى حالة التوازن . لذا فإنه ينصح دائمًا بتجفيف البذور إلى الحد المناسب بعد تخزينها .

هذا .. ويصعب التعرف على نسبة الرطوبة فى البذور بعد أن تصل إلى حالة التوازن مع الجو الخارجى فى مخازن رطوبتها النسبية ١٠٠٪ ، لأن الكائنات الدقيقة تنمو بسرعة ، وتتلف البذور تحت هذه الظروف . ولكن أغلب الأنواع النباتية تصل نسبة الرطوبة فى بذورها إلى ٢٠ - ٣٠٪ عندما تصل إلى حالة توازن مع مخازن رطوبتها النسبية من ٩٥ - ١٠٠٪ (Harrington ١٩٧٠) . ويوضح شكل (٢٧ - ٢) متوسط العلاقة (لعشرة أنواع من الخضر) بين النسبة المئوية للرطوبة فى البذور ، والرطوبة النسبية فى جو المخزن بعد أن تصل رطوبة البذور إلى حالة توازن مع رطوبة المخزن .

إلا أنه يجب أن يراعى أن لكل محصول خضر منحنى خاصًا به ينحرف بعض الشىء عن هذا المنحنى العام (عن Justice وآخرين ١٩٧٩) . ويوضح جدول (٢٧ - ٢) النسبة المئوية للرطوبة فى بذور الخضر عندما تصل إلى حالة توازن مع جو المخزن .

ويمكن لبذور معظم الخضر أن تحتفظ بحيويتها لعدة سنوات طالما أنها تحفظ فى مخازن ذات رطوبة نسبية منخفضة . فبعد ٤ سنوات من التخزين فى حرارة ٢١°م ورطوبة نسبية ٥٠٪ كانت نسبة الإنبات جيدة فى بذور البسلة ، والفاصوليا والطماطم ، والخيار ، والبطيخ ، والذرة السكرية . وبخفض حرارة التخزين إلى ١٠°م لم يلاحظ سوى نقص بسيط فى حيوية بذور هذه المحاصيل بعد ٥ سنوات أخرى من التخزين .(جدول ٢٧ - ٣) (James وآخرون ١٩٦٧) . كما احتفظت بذور الخس بحيويتها بصورة جيدة لمدة ٤ سنوات عندما كانت الرطوبة النسبية ٥٨٪ ، بينما انخفضت حيويتها بشدة فى خلال سنة واحدة فى رطوبة نسبية ٦٧٪ ، أو ٧٥٪ (Bass ١٩٨٠) .



شكل ٢٧ - ٢ : تأثير الرطوبة النسبية في هواء المخزن على النسبة المئوية للرطوبة في البذور عندما تصل رطوبة البذور إلى حالة توازن مع الجو المحيط بها .

جدول (٢٧ ـ ٢): النسبة المئوية للرطوبة في بذور محاصيل الخضر عندما تصل إلى حالة توازن مع الرطوبة النسبية في المخزن .

المحصول	النسبة المئوية للرطوبة في البذور عندما تصل إلى حالة توازن مع مخازن رطوبتها النسبية (٪)						
	١٠	٢٠	٣٠	٤٥	٦٠	٧٥	٨٠
فاصوليا الليما	٤,٦	٦,٦	٧,٧	٩,٢	١١,٠	١٣,٨	١٥,٠
الفاصوليا العادية	٣,٠	٤,٨	٦,٨	٩,٤	١٢,٠	١٥,٠	١٦,٠
البنجر	٢,١	٤,٠	٥,٨	٧,٦	٩,٤	١١,٢	١٥,٠
الفول الرومي	٤,٢	٥,٨	٧,٢	٩,٣	١١,١	١٤,٥	١٧,٢
الكرنب	٣,٢	٤,٦	٥,٤	٦,٤	٧,٦	٩,٦	١٠,٠
الجزر	٤,٥	٥,٩	٦,٨	٧,٩	٩,٢	١١,٦	١٢,٥
الكرفس	٥,٨	٧,٠	٧,٨	٩,٠	١٠,٤	١٢,٤	١٣,٥
الذرة السكرية	٣,٨	٥,٨	٧,٠	٩,٠	١٠,٦	١٢,٨ ـ	١٤,٠
الخيار	٢,٦	٤,٣٠	٥,٦	٧,١	٨,٤	١٠,١	١٠,٢
الباذنجان	٣,١	٤,٩	٦,٣	٨,٠	٩,٨	١١,٩	—
الخس	٢,٨	٤,٢	٥,١	٥,٩	٧,١	٩,٦	١٠,٠

جدول (٢٧ - ٢) : يتبع .

المحصول	النسبة المئوية للرطوبة في البذور عندما تصل إلى حالة توازن مع هواء رطوبتها النسبية (٪)						
	١٠	٢٠	٣٠	٤٥	٦٠	٧٥	٨٠
البامية	٣,٨	٧,٢	٨,٣	١٠,٠	١١,٢	١٣,١	١٤,٥
البصل	٤,٦	٦,٨	٨,٠	٩,٥	١١,٢	١٣,٤	١٣,٦
البسلة	٥,٤	٧,٣	٨,٦	١٠,١	١١,٩	١٥,٠	١٥,٥
الفلفل	٢,٨	٤,٥	٦,٠	٧,٨	٩,٢	١١,٠	١٢,٠
الفجل	٢,٦	٣,٨	٥,١	٦,٨	٨,٣	١٠,٢	—
السانح	٤,٦	٦,٥	٧,٨	٩,٥	١١,١	١٣,٢	١٤,٥
قرع الشتاء	٣,٠	٤,٣	٥,٦	٧,٤	٩,٠	١٠,٨	—
الطماطم	٣,٢	٥,٠	٦,٣	٧,٨	٩,٢	١١,١	١٢,٠
اللفت	٢,٦	٤,٠	٥,١	٦,٣	٧,٤	٩,٠	١٠,٠
البطيخ	٣,٠	٤,٨	٦,١	٧,٦	٨,٨	١٠,٤	١١,٠

جدول ٢٧ ـ ٣ : النقص في نسبة إنبات الخضر المختلفة بعد التخزين لمدة ٨ ـ ٩ سنوات في درجة حرارة ١٠°م ، ورطوبة نسبية ٥٠ ٪

المحصول	عدد الأصناف المختبرة	متوسط النقص في نسبة الإنبات (٪)
الطماطم	٢٦	٠,٩
الفاصوليا	٢٥	٥,٠
البسلة	٢٤	٤,٦
الذرة السكرية	١٩	٠,٧
الخيار	٢٤	٢,٦
البطيخ	٢٤	٣,٥

وللمحافظة على حيوية البذور لأطول فترة ممكنة أثناء التخزين ، تجب مراعاة ما يلي :

١ - عندما تزيد درجة حرارة التخزين عن ٢٧°م يجب ألا تزيد الرطوبة النسبية عن ٤٥٪ .

٢ - عندما تكون حرارة التخزين ٢١°م يجب ألا تزيد الرطوبة النسبية عن ٦٠٪ .

٣ - عندما تكون حرارة التخزين ٥ - ١٠°م يجب ألا تزيد الرطوبة النسبية عن ٧٠٪ ، وتفضل رطوبة نسبية ٥٠٪ . كما يجب خفض الرطوبة النسبية عن الحدود المبينة أعلاه عند تخزين البذور القصيرة العمر ، كالبصل ، والبذور التي مضى وقت طويل على إنتاجها ، وكذلك البذور المصابة بالأمراض .

٤ - عند إخراج البذور من مخازن مبردة تزيد الرطوبة النسبية فيها عن ٥٠٪ ، فإنه يجب تجفيفها إلى درجة الرطوبة المناسبة لدرجة الحرارة التي تتعرض لها من جديد ، إلا إذا تمت زراعتها خلال فترة وجيزة .

٥ – توصل Harrington إلى القواعد التالية فيما يتعلق بظروف تخزين البذور وعلاقة ذلك بمدة احتفاظها بحيويتها أثناء التخزين :

(أ) يؤدى كل خفض فى درجة حرارة التخزين قدره خمس درجات بين الصفر و ٥٠°م إلى مضاعفة فترة احتفاظ البذور بحيويتها .

(ب) يؤدى كل خفض فى نسبة رطوبة البذور قدره ١٪ بين ٤ – ١٤٪ إلى مضاعفة فترة احتفاظ البذور بحيويتها .

(جـ) لكلٍّ من درجة حرارة التخزين ورطوبة البذور تأثير مستقل عن بعضهما البعض ، بمعنى أنه عندما تكون رطوبة البذور ثابتة ، فإن البذور المخزنة فى درجة حرارة ٥°م تحتفظ بحيويتها لفترة تزيد بمقدار ١٠٠٠ ضعف عن البذور المماثلة المخزنة فى درجة حرارة ٥٠°م ، كذلك ففى درجة حرارة تخزين ثابتة ، فإن البذور التى تبلغ رطوبتها ٤٪ تحتفظ بحيويتها لفترة تزيد بمقدار ١٠٠٠ ضعف عن البذور المماثلة التى تبلغ رطوبتها ١٤٪ ، كما أن البذور التى تبلغ رطوبتها ٤٪ ، ومخزنة فى درجة حرارة ٥°م يمكنها أن تحتفظ بحيويتها لفترة تزيد بمقدار مليون ضعف عن البذور التى تبلغ رطوبتها ١٤٪ ومخزنة فى درجة حرارة ٥٠°م . ورغم أن هذه القواعد لم تؤيدها نتائج التجارب بعد ، إلّا أن البحوث المنشورة لا تتعارض معها أيضًا (Harrington ١٩٧٠) .

(د) يلزم لحفظ حيوية البذور بحالة جيدة مدة خمس سنوات أو أكثر ألا يزيد مجموع درجات حرارة التخزين بالفهرنهيت والرطوبة النسبية عن ١٠٠ ، بشرط ألا تكون الحرارة شديدة الارتفاع . كما يمكن تحقيق نفس الغرض بتجفيف البذور ، بحيث لا تزيد رطوبتها عن ٥٪ ، ثم تحفظ فى أوعية غير منفذة للرطوبة فى درجات الحرارة العادية ، بشرط ألا تزيد درجة الحرارة عن ٣٢°م (Justice & Bass ١٩٧٩) .

٢٧ – ٢ – ٢ : تأثير العوامل الداخلية الخاصة بالبذور على حيويتها أثناء التخزين

١ – حيوية البذور قبل بدء التخزين :

كلما كانت حيوية البذور ضعيفة قبل بدء التخزين ، كان الفقد النسبى فى حيويتها أسرع أثناء التخزين . ويتضح ذلك فى جدول (٢٧ – ٤) .

جدول (٢٧ ـ ٤) : تأثير حيوية البذور قبل التخزين على سرعة تدهورها أثناء التخزين (عن مرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

المحصول	نسبة إنبات البذور قبل التخزين	مدة التخزين بالسنة	الفقد النسبى فى نسبة الانبات
البصل	٩٥	٣	٢٨
	٨٧	٣	٣٥
	٦٣	٣	٦٨
الجزر	٨٦	٥	١٩
	٥٦	٥	٤٠
الجزر الأبيض	٩٤	٢	١٠
	٧٧	٢	٤٠

٢ – الإصابات الميكانيكية والمرضية والحشرية بالبذور :

من الطبيعي أن فترة احتفاظ البذور بحيويتها تقل مع ازدياد إصابتها الميكانيكية أو المرضية أو الحشرية . هذا .. بالإضافة إلى أن الأضرار البسيطة تجعل أجنة البذور أكثر عرضة للتلف مع التخزين ، ولبعض بادرات شاذة عند الإنبات . وقد وجدت اختلافات وراثية بين أصناف الفاصوليا في مقاومتها للأضرار الميكانيكية ، وكانت معظم الأصناف المقاومة ذات بذور ملونة .

٣ – مدى نضج البذور :

لا تحتفظ البذور غير المكتملة النضج بحيويتها لفترة طويلة أثناء التخزين بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة بها من جهة ، ولعدم اكتمال نمو أجنتها من جهة أخرى .

٤ – طبيعة الغذاء المخزن بالبذرة :

من المعتقد أن البذور الزيتية تحتفظ بحيويتها لفترات أقل من البذور النشوية .

٥ – نسبة البذور ذات الأغطية الصلدة :

تحتفظ البذور ذات الغطاء الصلب بحيويتها لفترات أطول لبطء نفاذية هذه الأغطية للماء والغازات بين الجنين والجو الخارجي . وترجع الاختلافات بين الأنواع النباتية في مدة احتفاظ البذور بحيويتها أثناء التخزين أساسًا إلى هذه الأغطية الصلدة .

٦ – تنفس البذور :

قد يؤثر التنفس من خلال استهلاك الغذاء المخزن بالبذور ، ولكن الأدلة البحثية لا تؤيد هذا الفرض . فمن المستبعد أن يؤدي التنفس إلى استهلاك كل أو معظم الغذاء المخزن في البذور خلال الفترة التي تفقد فيها البذور حيويتها ، خاصة إذا كان تخزين البذور تحت ظروف جيدة . كما أنه ثبت في القمح أن التنفس يؤدي إلى استهلاك الغذاء المخزن في الفلقات أولًا قبل الغذاء المخزن في الجنين .

ويؤدي التنفس إلى تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون عندما يكون تخزين البذور في أوعية محكمة غير مسامية ، وقد يؤدي ذلك إلى تقليل سرعة التنفس وزيادة طول فترة احتفاظ البذور بحيويتها . ومن الطبيعي أن ذلك التأثير لا يحدث عندما تكون البذور مخزنة في أوعية مفتوحة أو مسامية .

وتحدث الطاقة المنطلقة من التنفس ارتفاعًا في درجة حرارة البذور ، مما يقصر من فترة احتفاظها بحيويتها ، ولكن كمية الطاقة المنطلقة لا تكون مؤثرة إلا إذا كانت نسبة الرطوبة بالبذور مرتفعة ، والحرارة مرتفعة أصلًا ، حيث تكون معدلات التنفس مرتفعة . أما تحت الظروف المناسبة للتخزين ، فلا يؤدي تنفس البذور إلى أية زيادة ملموسة في درجة الحرارة .

٧ – العوامل الوراثية :

تختلف الأصناف في مقدرة بذورها على الاحتفاظ بحيويتها أثناء التخزين . ومن أمثلة ذلك : الاختلافات التي وجدت بين أصناف الفاصوليا والبسلة ، والخيار ، والبطيخ ، والذرة السكرية .

٢٧ - ٢ - ٣ : تأثير العوامل البيئية الأخرى على حيوية البذور أثناء التخزين

من العوامل البيئية الأخرى المؤثرة على حيوية البذور أثناء التخزين (بخلاف الرطوبة النسبية) ما يلى :

١ - منطقة إنتاج البذور :

تؤثر منطقة إنتاج البذور على مدة احتفاظ البذور بحيويتها عند التخزين بسبب اختلاف مناطق الإنتاج فى الرطوبة النسبية ، وتأثير ذلك بالتالى على نسبة الرطوبة فى البذور عند بدء التخزين .

٢ - موسم إنتاج البذور :

لموسم الإنتاج تأثير مماثل لتأثير منطقة إنتاج البذور . فكلما كانت درجة الحرارة أو الرطوبة النسبية مرتفعة أثناء نضج وحصاد البذور ، زادت الإصابات المرضية والحشرية ، وانخفضت مقدرة البذور على الاحتفاظ بحيويتها أثناء التخزين (James وآخرون ١٩٦٧) .

٣ - الضـــوء :

تضاربت نتائج البحوث القليلة التى أجريت عن تأثير الإضاءة (طول الموجة وشدة الإضاءة) على مقدرة البذور على الاحتفاظ بحيويتها أثناء التخزين . ويستخلص من نتائج هذه الدراسات أن تأثير الضوء لا يعرف بعد على وجه الدقة ، ويحتاج للمزيد من الدراسة . وأغلب الظن أن تعريض البذور للضوء أثناء التخزين ليس له تأثير إيجابى . وحتى فى الحالات القليلة التى ذكر فيها تأثير إيجابى للضوء ، فإنه يعتقد أن ذلك كان راجعًا إلى الحرارة الصادرة من مصدر الضوء ، والتى ساعدت على التخلص من بعض الرطوبة من البذور وليس للضوء نفسه .

٤ - تأثير التخزين فى الجو المعدل وتحت التفريغ :

لا تتفق نتائج الدراسات عن تأثير التخزين تحت التفريغ أو فى جو تقل فيه نسبة الأكسجين عما هى فى الهواء الجوى على حيوية البذور . فبعض البحوث تذكر زيادة فى فترة التخزين تحت هذه الظروف ، والبعض لم يذكر أى تأثير على الإطلاق . وقد درس ذلك الموضوع بالتفصيل فى مخزن البذور الوطنى National Seed Storage Laboratory فى الولايات المتحدة ، فخزنت بذور العديد من المحاصيل فى الهواء وتحت تفريغ وفى جو من النيتروجين ، أو ثانى أكسيد الكربون ، أو الهليوم ، أو الأرجون ، وفى درجات حرارة - ١٢ ، - ١ ، ١٠ ، ٢١ ، ٣٢°م ورطوبة نسبية ٤ ، ٧ ، ١٠٪ . أجريت هذه التجارب على بذور الخس وبعض المحاصيل الحقلية لمدة ٨ سنوات . وقد اتضح من نتائج هذه الدراسة عدم وجود تأثير إيجابى مستمر للتخزين تحت التفريغ ، أو فى أى من الأجواء المعدلة فى أى من درجات حرارة التخزين أو مستويات الرطوبة النسبية التى استعملت . ويبدو أن نسبة الرطوبة بالبذور وقت وضعها فى الأوعية غير المنفذة للرطوبة والمغازات كانت أهم بكثير من طبيعة الجو المحيط بالبذور . كما يبدو أنه لا داعى للتخزين فى جو معدل ، لأن الفائدة المرجوة من ذلك أقل بكثير من التكاليف الإضافية . ومع ذلك .. فإن الأمر يحتاج إلى تجارب تخزين لفترات طويلة ، حتى يمكن الحكم على أهمية التخزين فى الجو المعدل أو تحت التفريغ (Justice & Bass ١٩٧٩) .

ويبدو أن من الأسباب التى لا تجعل التخزين فى جو معدل ذا أهمية كبيرة عند حفظ البذور فى أوعية غير منفذة للرطوبة أن الهواء الداخلى بالعلبة ، والذى قد يصل حجمه إلى نحو ٢٥٪ من الحيز الداخلى يتغير بمرور الوقت من ٢٠٪ أ ، ٠,٠٣٪ ك أ ليصبح ٨٪ أ ، ١٢٪ ك أ بسبب تنفس البذور . وحينئذ تدخل البذور فى طور سكون ، ويتساوى فى ذلك الجو المعدل مع الجو العادى الذى حدث به تعديل طبيعى .

٢٧ - ٢ - ٤ : تأثير معاملة البذور بالمطهرات الفطرية على حيويتها أثناء التخزين

تؤدى معاملة البذور بالمطهرات الفطرية إلى تقليل حيويتها أثناء التخزين ، خاصة المعاملة بالمركبات الزئبقية العضوية التى تنبعث منها غازات تضر بالبذور . كذلك فإن معاملات التعريض للأشعة والغازات لها تأثير ضار على البذور عند المعاملة وأثناء التخزين ، إلا أن بعض البحوث أفادت بأن بعض معاملات تطهير البذور لم يكن لها تأثير ضار على مقدرة بذور بعض المحاصيل على الاحتفاظ بحيويتها أثناء التخزين .

٢٧ - ٢ - ٥ : تأثير الكائنات الدقيقة المصاحبة للبذور على حيوية البذور أثناء التخزين

يمكن أن تتأثر البذور أثناء تخزينها بنفس ونمو الكائنات الدقيقة التى توجد مختلطة بها . والمجال الحرارى المناسب لنمو معظم الفطريات هو من ٥ - ٣٠°م . ويمكن لبعض الفطريات أن تنمو فى رطوبة نسبية أقل من ٧٥٪ ، ولكن معظمها لا يمكنه النمو إلا فى رطوبة نسبية أعلى من ذلك . أما البكتريا ، فإنها لا يمكنها النمو فى المخازن ، لأنها تتطلب نموها رطوبة نسبية أعلى من ٩٠٪ .

وقد يؤدى النمو الغزير للفطريات عند ارتفاع الرطوبة النسبية إلى ظهور ما يسمى بالبؤر الساخنة hot spots ، نتيجة معدلات التنفس المرتفعة لهذه الكائنات الدقيقة ، وكذلك للبذور ذاتها ، وتتضح من ذلك أهمية التهوية الجيدة فى مخازن البذور لتوزيع الحرارة والرطوبة بالتساوى فى أرجاء المخزن .

٢٧ - ٢ - ٦ : تقسيم محاصيل الخضر حسب مدة احتفاظ بذورها بحيويتها

عندما تكون بذور الخضر عالية الحيوية وخالية من الإصابات الميكانيكية والحشرية والمرضية ، فإنه يمكن تخزينها دون توقع تدهور فى نسبة الإنبات أو قوته قبل انقضاء الفترات المبينة فى جدول (٢٧ - ٥) ، بشرط أن تكون درجات الحرارة والرطوبة النسبية منخفضتان نسبيًا أثناء التخزين .

٢٧ - ٣ : مصادر إضافية فى علم البذور

للتعمق فى دراسة موضوع حيوية وتخزين البذور يوصى بمراجعة كل من Barton (١٩٦١) ، و Bass وآخرين (١٩٦١) ، و Harrington (١٩٧٠ ، ١٩٧١) ، و Roberts (١٩٧٢) ، و Amer. Soc. Hort. Sci. (١٩٨٠) .

وتتناول المصادر التالية موضوع فسيولوجيا وإنبات البذور بالتفصيل :

Crocker & Barton (١٩٥٣) ، Pollock & Toole (١٩٦١) ، Villiers (١٩٧٢) ، Mayer & Poljakoff-Mayber (١٩٨٢) ، Bewley & Black (١٩٨٢) .

أما المراجع التالية ، فهى فى مجال بيولوجيا وتقنية البذور : U.S.D.A (١٩٥٢ ، ١٩٦١) ، مرسى ؛ وعبـــد الجواد (١٩٦٤) ، Kozlowski(١٩٧٢ أ ، ١٩٧٢ ب) ، Copeland (١٩٧٦) .

جدول (٢٧ ـ ٥) : تقسيم محاصيل الخضر حسب مدة احتفاظ بذورها بحيويتها أثناء التخزين فى الظروف الجوية المناسبة .

مدة التخزين بالسنة	الخضر
١ ـ ٢	الذرة السكرية ـ البصل ـ الجزر الأبيض ـ الحى كيل .
٢	البامية ـ البقدونس ـ السلسفيل ـ الداندليون .
٣	الهليون ـ الفاصوليا ـ الجزر ـ الكرات ـ البسلة . الروزيل ـ اللوبيا .
٤	البنجر ـ السلق السويسرى ـ المسترد ـ الفلفل ـ القرع العسل الفينوكيا ـ الطماطم .
٥	البروكولى ـ كرنب بروكسل ـ الكرنب ـ القنبيط ـ الكرفس الشيكوريا ـ الكرنب الصينى ـ الكولارد ـ كرنب أبو ركبة ـ الخس ـ القاوون ـ الفجل ـ الروتاباجا ـ الخيار ـ الباذنجان ـ الهندباء ـ الكيل ـ السبانخ ـ الكوسة ـ اللفت ـ البطيخ . (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠)
١٥ ـ ٢٠	البذور الحقيقية للبطاطس (عن Barker & Johnston ١٩٨٠)

٢٧ - ٤ : المراجـــع

مرسى ، مصطفى على وعبد العظيم عبد الجواد (١٩٦٤) . محاصيل الخضر - الجزء الرابع : التقاوى . إنتاج وفسيولوجيا وفحص التقاوى . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٥٦٩ صفحة .

Adriance, G.W. and F.R. Brison. 1955. Propagation of horticultural plants. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y.298p.

American Society for Horticultural Science. 1980. Seed quality: an overview of its relationship to horticulturists and physiologists. HortScience 15: 763-788.

Barker, W.G. and G.R. Johnston. 1980. The longevity of seeds of the common potato, **Solanum tuberosum**. Amer. Potato J. 57: 601-607.

Barton, Lela V. 1961. Seed preservation and longevity. Interscience Pub., Inc., N.Y. 216p.

Bass, L.N. 1980. Seed viability during long term storage. Hort. Rev. 2: 117-141.

Bass, L.N., T.M. Ching and F.L. Winter, 1961. Packages that protect seeds. In U.S.D.A. Seeds, pp. 330-338. Washington D.C.

Bewley, J.D. and M. Black. 1982. Physiology and biochemistry of seeds. Vol. 2. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag, Berlin. 375p.

Copeland, L.O. 1976. Principles of seed science and technology. Burgess Pub. Co., Minneapolis, Minnesota. 369p.

Crocker, W. and L.V. Barton. 1953. Physiology of seeds. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass. 267p.

Devlin, R.M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., N.Y. 600p.

Gray, D. 1975. Effect of temperature on the germination and emergence of lettuce (**Lactuca sativa** L.) varieties. J.Hort. Sci. 50: 349-361.

Gray, D. and J.R.A. Steckel. 1977. Pre- sowing seed treatment with cytokinin to prevent high temperature dormancy in lettuce (**Lactuca sativa**). Seed Sci. and Tech. 5: 473-477.

Guedes, A.C., D.J. Cantliffe and T.A. Nell. 1981. Morphological changes during lettuce seed priming and subsequent radicle development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 121-126.

Harrington, J.F. 1970. Seed and pollen storage for conservation of plant gene resources. **In** O.H. Frankel and E. Bennett (Eds) 'Genetic Resources in Plants: Their Exploration and Conservation, pp 501-521. Blackwell Sci. Pub., Oxford.

Harrington, J.F. 1971. The necessity for high- quality vegetable seed. HortScience 6: 550-551.

Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1975. (3rd ed.). Plant propagation: principles and practices. Prentice Hall of India Priv. Limited, New Delhi. 662p.

Huang, H. and M. Yamaguchi, 1971. Effects of tomato juice on seed germination and seedling growth. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 315-319.

James, E., L.N. Bass and D.C. Clark. 1967. Varietal differences in longevity of vegetable seeds and their response to various storage conitions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 91: 521-528.

Justice, O.L. and L.N. Bass. 1979. Principles and practices of seed storage. Castle House Pup Ltd., London. 289p.

Kozlowski, T.T. (Ed.). 1972a. Seed biology. Vol. 1. Academic Pr., N.N416p.

Kozlowski, T.T. (Ed.) 1972b. Seed Biology. Vol. 2. Academic Pr., N.Y. 447p.

Lewak, S. and A.A. Khan. 1977. Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed germination. Plant Phys. 60: 575-577.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Mayer, A.M and A. Poljakoff-Mayber. 1982 (3rd ed.). The germination of seeds. Pergamon Pr., Oxford, 211p.

Odegaard, O.A. and O.E. Smith. 1969. Effects of kinetin, salt concentration and temperature on germination of early seedling growth of lactuca sativa L. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 167-170.

Pollock, B.M. and V.K. Toole. 1961. Afterripening, rest period, and dormancy. In U.S.D.A'Seeds', pp. 106-112. Washington, D.C.

Roberts, E.H. (Ed.). 1972. Viability of seeds. Chapman and Hall Ltd., London. 448p.

Sharples, G.C. 1973. Stimulation of lettuce seed germination at high temperatures by ethephon and kinetin. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 209-212

Smith, O.E., W.W. L.Yen and J.M. Lyons. 1968. The effects of kinetin in overcoming high-temperature dormancy of lettuce seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 93: 444-453.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

United States Department of Agriculture. 1952. Manual for testing agricultural and vegetable seeds. Agr. Handbook No. 30. Washington, D.C. 440p.

United States Department of Agriculture. 1961. Seeds. Yearbook of Agriculture. Washington, D.C. 591p.

Villiers, T.A. 1972. Seed dormancy. In T.T. Kozlowski (Ed.)-Seed Biology-vol. 2,pp. 219-281. Academic Pr., N.Y.

Zeng, G.-W. and A.A. Khan. 1984. Alleviation of high temperature stress by preplant permeation of phthalimide and other growth regulators into lettuce seeds via acetone. J.Amer, Soc. Hort. Sci. 109:782-785

القسم السابع
الآفات ومكافحتها

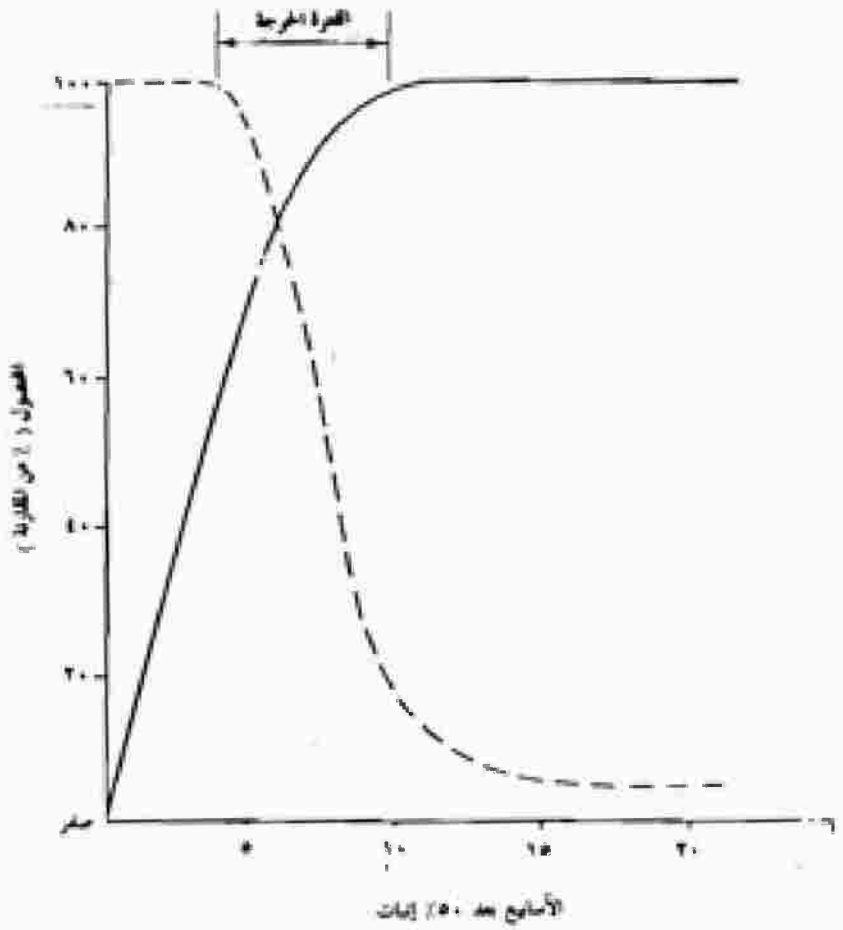
الحشائش (الأعشاب الضارة) ومكافحتها

تقوم الحشائش بمنافسة المحاصيل المزروعة على الماء والغذاء والضوء ، ويؤدى ذلك إلى نقص المحصول ، حيث لا تخفى أضرار الحشائش على منتجى الخضر . ويمكن لمن يرغب فى الاستفاضة فى هذا الموضوع الرجوع إلى Zimdahl (١٩٨٠) بخصوص أوجه التنافس بين الحشائش والمحاصيل المزروعة ، وإلى Pimentel (١٩٨١) بخصوص تقديرات الخسائر التى تحدثها الحشائش فى المحاصيل الزراعية المختلفة .

هذا .. ومعظم الحشائش المنتشرة فى المناطق الباردة من العالم هى من نوع ثلاثى (C_3) ، بينما نجد أن معظم المحاصيل المزروعة هى من نوع ثلاثى (C_3) . وكما هو معروف ، فإن النباتات الـ C_4 أكثر كفاءة فى عملية التمثيل الضوئى من النباتات C_3 . وقد يفسر ذلك ولو جزئيًا المقدرة الكبيرة للحشائش على منافسة النباتات المزروعة .

ولكل محصول فترة حرجة يلزم خلالها التخلص من الحشائش . وقبل ذلك تقل الفائدة المرجوة من العزيق . كما لا يفيد ترك الحشائش حتى انتهاء هذه الفترة أو استمرار العزيق بعدها . ويوضح شكل (٢٨ - ١) هذه العلاقة بالنسبة لمحصول البصل . ويمثل الخط المتقطع تأثير السماح للحشائش بالنمو لمدد مختلفة قبل التخلص منها ، بينما يمثل الخط المتصل تأثير مكافحة الحشائش لمدد مختلفة من بداية الزراعة على الإنتاجية (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

وتحتفظ بذور العديد من أنواع الحشائش بحيويتها لفترات طويلة ، خاصة عند دفنها فى التربة ، حيث لا تكون الظروف مناسبة لإنباتها . ويمكنها أن تحتفظ بحيويتها تحت هذه الظروف لمدة تزيد عن ٦٠ عامًا ، لكنها سرعان ما تنبت عندما تقترب من سطح الأرض بفعل العمليات الزراعية التى تثير التربة . ويتضح من ذلك أن العمليات الزراعية التى تؤدى إلى التخلص من الحشائش بدفنها بعمق فى التربة لا تعتبر علاجًا حاسمًا لمشكلة الحشائش ، لأن البذور المدفونة سرعان ما تعود للسطح بفعل العمليات الزراعية فى سنوات أخرى . وبالمقارنة .. فإن بذور معظم أنواع الحشائش تفقد حيويتها فى خلال ٣ أشهر إذا كانت مكمورة فى سماد بلدى . ولهذا السبب .. فإنه لا يجوز قلب الأسمدة البلدية فى الحقل قبل كمرها لمدة ٣ أشهر على الأقل .



شكل ٢٨ - ١ : تأثير موعد ابتداء الخريق (مع استمراره حتى الحصاد) وموعد إنهاء الخريق (الذى يبدأ مع ظهور ٥٠٪ من البادرات) على محصول البصل .

هذا .. ويعتبر مورفولوجيا وتقسيم الحشائش علمًا قائمًا بذاته ، يُعَد الدخول فيه خروجًا عن أهداف هذا الكتاب . ويمكن لمن يرغب فى التعمق فى هذا الموضوع الرجوع إلى المراجع التالية :

المؤلف	السنة	ملاحظات عن المرجع
Boulos & El-hadidi	١٩٦٧	الوصف الباقى مع رسوم تخطيطية لـ ١٥٠ نوعًا من الحشائش الشائعة فى مصر
Reed & Hughes	١٩٧٠	وصف لأهم الحشائش بالولايات المتحدة
Univ. of California	١٩٧٨	الحشائش ووصفها مع ٣ صور ملونة لكل حشيشة فى طور البادرة وفى الطور البالغ وللأزهار والثمار .

Muncher	١٩٨٠	المرجع كله (٥٨٦ صفحة) عبارة عن مفتاح key واحد لتمييز جميع أنواع الحشائش .
Ag Consultant and Fieldman	١٩٨٢	به صورة ملونة لعدد كبير من الحشائش

٢٨ - ١ : طرق مكافحة الحشائش

نقدم فيما يلى عرضًا لأهم الطرق المستخدمة فى مكافحة الحشائش ، مع شرح بعضها بإيجاز ، ثم ننتقل بعد ذلك إلى دراسة المكافحة الحيوية ، ثم طرق المكافحة الكيميائية ، وهى التى خصص لها الجزء المتبقى من هذا الفصل ، نظرًا لما لها من أهمية كبرى .

٢٨ - ١ - ١ : طرق المكافحة التقليدية

١ - العزيق (يراجع الفصل السادس عشر)

٢ - استعمال أغطية التربة . (يراجع الفصل السادس عشر) .

٣ - الحش أو الجز mowing : تتبع هذه الطريقة بصفة خاصة فى المسطحات الخضراء للتخلص من النباتات ذات النمو القائم قبل إزهارها .

٤ - الحرق : تستخدم فى الحرق قاذفات لهب خاصة ، وتقتل الحشائش بهذه الطريقة بإحداث تجلط Coagulation للبروتين ، إذ إن الحرارة المميتة لمعظم الخلايا الحية تتراوح من ٤٥ - ٥٥°م .

٥ - الغمر فى الماء flooding :

يجب أن يكون الغمر فى الماء حتى عمق ١٥ - ٢٥ سم أعلى سطح التربة ولمدة ٣ - ٨ أسابيع خلال فصل الصيف . كما يجب أن يكون الحقل مغطى تمامًا بالماء ، فقد لا يموت النبات إذا برز منه عدد ولو قليل من الأوراق فوق سطح الماء . ويؤدى الغمر إلى منع الأكسجين عن الجذور والأوراق ، وبهذه الطريقة يمكن التخلص من الكثير من الحشائش المعمرة مثل :

Russian Knapweed (Centaurea repens)

bindweed (Convolvulus arvensis

camel thorn (Alhagi camelorum)

hoary cress (Cardaria draba)

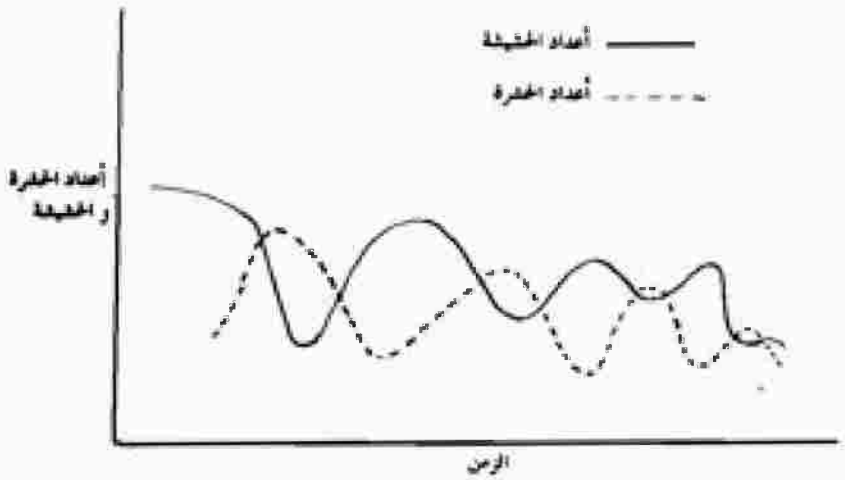
horse nettle (Solanum Carolinese)

ويعاب على هذه الطريقة أن بذور بعض الحشائش كالـ bindweed يمكنها تحمل النقع فى الماء لعدة سنوات .

٢٨ - ١ - ٢ : المكافحة الحيوية

المكافحة الحيوية هى استغلال نمو وتكاثر أحد الكائنات الحية فى تقليل أعداد كائن حى آخر غير مرغوب ، والحد من انتشاره . وقد كانت معظم حالات المكافحة الحيوية الناجحة مع الحشائش

باستخدام الحشرات . ويؤدى إطلاق إحدى الحشرات على حشيشة معينة إلى إحداث تغير فى أعداد كل من الحشيشة والحشرة فى دورات ، كما فى شكل (٢٨ – ٢) . فنجد أن تعداد الحشرة يزداد كثيرًا فى البداية ، نظرًا لتوفر مصدر غذائها ، وهو الحشائش ، وتجهز الحشرة أثناء تغذيتها على معظم الحشائش النامية ، فتقل كثافة الحشائش بالتالى ، ويعقب ذلك انخفاض شديد فى أعداد الحشرة ، نظرًا لنقص غذائها ، فتزيد الحشائش ثانيًا . ويتبع ذلك ارتفاع جديد فى أعداد الحشرة ، لكن إلى مستوى أقل مما وصلت إليه الأعداد فى الدورة الأولى . وهكذا يحدث ارتفاع يعقبه انخفاض فى أعداد الحشرة فى دورات . وتتعاقب الدورات فى كل دورة عن الدورة السابقة إلى أن يصل الأمر إلى حالة توازن بينهما على مستوى منخفض كثيرًا من كل من الحشرة والحشائش . وتصلح هذه الطريقة عند الرغبة فى التخلص من الحشائش فى الأراضى التى لم يسبق استغلالها فى الزراعة (Munk ١٩٧٠) .



شكل ٢٨ – ٢ : تأثير المكافحة الحيوية للحشائش بالحشرات على تعداد كل منهما مع الزمن .

ومن الأمثلة الناجحة لحالات المكافحة الحيوية للحشائش ما يلى :

١ – استخدمت الحشرات التالية بنجاح فى المكافحة الحيوية للحشائش المذكورة قرين كل منها :

(أ) حشرتا *Chrysolina hyperici* & *C. quadrigemina* فى مكافحة حشيشة المراعى goat weed (تسمى أيضًا Klamath ، أو St. Johnswort ، واسمها العلمى *Hypericum perforatum*) فى استراليا والولايات المتحدة .

(ب) حشرة cactus moth (*Cactoblastis cactorum*) فى مكافحة أنواع مختلفة من الجنس *Opuntia* فى أستراليا .

(جـ) حشرة cinnabar moth (**Tyrea jacobaea**) فى مكافحة حشيشة Tansy (**Senecio jacobaea**) ragwort (Muzik ١٩٧٠) .

(د) كما استخدمت حشرة **Bangasternus orientalis** فى المكافحة الحيوية لحشيشة yellow starthistle (**Centaurea solstitialis**) فى كاليفورنيا بعد نقلها إلى هناك من موطنها الأصلى فى دول حوض البحر الأبيض المتوسط الأوربية (شرقًا حتى البلقان) ، وقد وجد أنه يمكن لبرقة واحدة من الحشرة أن تتلف ٩٠٪ من البذور التى توجد بنورة الحشيشة (Maddox وآخرون ١٩٨٦) .

شكل ٢٨ – ٣ : تطفل حشرة Bangasternus orientalis على نورة حشيشة yellow starthistle وإتلافها لنحو ٩٠٪ من البذور بالنورة .

٢ – استخدام العنكبوت الأحمر فى مكافحة **Opuntia sp.** .

٣ – استخدام الأوز فى مكافحة حشائش القطن .

٤ – استخدمت القواقع snails والسرطان Crab فى مكافحة الحشائش المائية .

٥ – كما تفرز جذور بعض النباتات مواد سامة للنباتات المجاورة لها . ومن أمثلة ذلك :المسترد الأسود black mustard (**Brassica nigra**) الذى تفرز جذوره مواد سامة لبعض النباتات ، مثل : الـ chaparral مما يجعل بذوره غير قادرة على الإنبات بجوار المسترد الأسود ، بينما لا يؤثر المسترد على نباتات المراعى المرغوبة .

٢٨ - ١ - ٣ : المكافحة بالمبيدات

تستخدم مبيدات الحشائش herbicides بنجاح فى مكافحة الحشائش فى مزارع الخضر ، وذلك هو ما سنتناوله بالدراسه فيما تبقى من هذا الفصل . وتكتفى فى هذا الجزء بذكر بعض الأمور الهامة التى تتعلق بمكافحة الحشائش بالمبيدات . فهى لا تستخدم بهدف الاستغناء كلية عن عملية العزيق ، وإنما يكون بغرض تقليل عدد مرات العزيق إلى عزقة واحدة أو اثنين على الأكثر ، مع جعلهما أكثر فاعلية . كذلك فإنه يمكن استعمال مبيد الحشائش فوق خط الزراعة نفسه ، أى فى المنطقة التى لا يمكن الوصول إليها بالعازقات التى تسحبها الجرارات . هذا .. ولا يجوز استعمال مبيدات الحشائش فى حدائق الخضر المنزلية بسبب تنوع المحاصيل التى تزرع فيها .

٢٨ - ٢ : تقسيم مبيدات الحشائش

يمكن تقسيم مبيدات الحشائش بعدة طرق كالتالى :

تقسيم المبيدات حسب كيفية تأثيرها على النباتات

فتقسم المبيدات حسب كيفية تأثيرها على النبات إلى :

١ - مبيدات سامة بالملامسة Contact ، وهى التى تقتل الأنسجة التى تلامسها .

٢ - مبيدات جهازية systemic ، وهى التى تنتقل فى مختلف أجزاء النبات ، وتفيد فى قتل أعضاء التكاثر ، خاصة فى الحشائش المعمرة .

تقسيم المبيدات حسب فاعليتها على الأنواع النباتية المختلفة

فتقسم المبيدات حسب فاعليتها على الأنواع النباتية المختلفة إلى :

١ - مبيدات اختيارية selective ، هى المتخصصة على أنواع معينة من الحشائش .

٢ - مبيدات غير اختيارية non selective ، وهى التى تؤثر على مدى واسع من أنواع الحشائش .

تقسيم المبيدات حسب تركيبها الكيميائى :

تنتمى مبيدات الحشائش إلى مجموعات كيميائية عديدة ، ويمكن تقسيمها حسب ذلك إلى :

١ - الأملاح غير العضوية Inorganic salts

٢ - المنتجات البترولية .

٣ - مركبات الـ 2, 4-D

٤ - مركبات الـ Carbamates

٥ - مركبات الـ Triazines

٦ - المركبات الفينولية Phenolic Compounds

٧ – مركبات الـ Substituted Ureas

٨ – مركبات الـ Chloroacetamides

٩ – مركبات الـ Chlorinated aliphatic acids

١٠ – مركبات الـ Chlorobenzoic acids

١١ – مركبات أخرى .

٢٨ – ٣ : أمثلة لبعض مبيدات الحشائش وخصائصها

٢٨ – ٣ – ١ : الأملاح غير العضوية

من أمثلة الأملاح غير العضوية Inorganic salts ما يلى :

١ – ملح الطعام : استعمل ملح الطعام فى مكافحة الحشائش فى حقول البنجر ، حيث يرش ونباتات البنجر فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الرابعة .

٢ – سيناميد الكالسيوم Calcium Cyanamide : استخدم بنجاح فى مكافحة الحشائش فى حقول البصل والفلفل . ويجب استعماله قبل إنبات بذور الحشائش ، أو وهى ما زالت صغيرة . ويتطلب استعماله أن تكون الرطوبة الأرضية مرتفعة . رمزه الكيميائى $CaCN_2$ ، ويستعمل أيضًا كسماد وكمزيل للأوراق . وعند استعماله كمبيد ، فإنه يخلط فى طبقة الـ ٢,٥ سم العلوية من التربة بمعدل ٥٤٠ جم/م^2 من سطح التربة . ويجب انقضاء عدة أسابيع بين المعاملة والزراعة .

٣ – سيانات البوتاسيوم Potassium Cyanate : استخدمت رشًا لمكافحة الحشائش فى حقول البصل .

٤ – المركبات الزرنيخية Arsenic Compounds : مثل زرنيخات الصوديوم ، وثالث أكسيد الزرنيخ arsenic trioxide . ويمكن المعاملة بأى منهما رشًا كمبيدات بالملامسة أو عن طريق التربة ، حيث تمتص عن طريق الجذور ، وتنتقل فى الأوعية الخشبية . هذا .. وتقوم غرويات التربة بتثبيت الزرنيخات فى صورة غير ميسرة . وتتراوح الكمية اللازمة من ثالث أكسيد الزرنيخ للتخلص من كل الحولات النباتية من ١٣٥ – ٢٧٠ كجم/فدان فى الأراضى الخفيفة إلى ٤٤٥ كجم/فدان فى الأراضى الثقيلة . هذا .. ولم تعد المركبات الزرنيخية شائعة الاستعمال ، نظرًا لأنها تبقى فى التربة ، ويزداد تركيزها ، كما أنها سامة للإنسان والحيوان .

٥ – كلورات الصوديوم Sodium Chlorate : تعتبر كلورات الصوديوم مبيدًا جيدًا ولكنه خطر وسهل الاشتعال إذا لامس الملابس أو أى مادة سهلة الاشتعال ثم جف من عليها . وهو يبيد بالملامسة ، كما أنه ينتقل داخل النبات عند استعماله عن طريق التربة . وترجع فاعلية المبيد إلى تأثيره على مخزون الغذاء ، لأنه يؤدى إلى زيادة معدل التنفس ، ونقص نشاط إنزيمات الكاتاليز catalase .

٦ – مركبات البورون Boron compounds : يضر أيون البورون بالنباتات لأنه سام فى تركيزاته المنخفضة . ومركبات البورون لا تتحلل بواسطة كائنات التربة الدقيقة ، لأن التركيزات التى تقتل النباتات تقتل كائنات التربة أيضًا . وعليه .. فإن هذه المركبات تبقى فى التربة لمدد طويلة ، لكن يقل تركيزها مع الزمن بسبب التثبيت الكيميائى والرشح . ومن أهم هذه المركبات البوراكس ، والـ Sodium tetraborate ، وكلاهما غير قابل للاشتعال وغير سام . وقد يستعملان رشًا على النباتات ، أو بمعاملة التربة .

٢٨ – ٣ – ٢ : مركبات الـ 2,4-D :

تشتق مركبات الـ 2,4-D من 2,4-dichlorophenoxyacetic acid ، وهى مبيدات عالية الفعالية ، حيث تقتل أو تحدث أضرارًا كبيرة بمعظم الحشائش ذات الأوراق العريضة broad-leaved . ومن أمثلتها المبيدات التالية :

١ – مبيد 2, 4-D : يظهر معظم تأثير الـ 2,4-D فى أنسجة الكامبيوم ، والبشرة الداخلية ، والبريسيكل وبارنشيمية اللحاء ، وأشعة اللحاء . وقد تتأثر البشرة والقشرة أيضًا فى النباتات الصغيرة جدًا .

وتؤدى المعاملة بالـ 2,4-D إلى إحداث التأثيرات الآتية :

(أ) زيادة حجم الخلايا .

(ب) زيادة انقسام الخلايا .

(جـ) تميز أنسجة غير طبيعية .

(د) إنتاج مبادىء جذور عديدة على الساق .

(هـ) توقف نقل الغذاء فى اللحاء بسبب النمو غير الطبيعى .

(و) نقص انتقال الماء فى الخشب بسبب توقف بناء أنسجة جديدة .

(ز) موت النباتات فى النهاية .

ومن أعراض المبيد على الأوراق نقص مساحة تصل الورقة ، وتصبح العروق أكبر حجمًا وقريبة من بعضها البعض .

وتؤدى المعاملة بمبيد الـ 2, 4-D إلى حدوث خلل بين تمثيل الغذاء واستعماله ، فيزداد التنفس ويستهلك النشا والسكريات ، ويحدث نقص واضح فى المواد الكربوهيدراتية ، وتزداد نسبة البروتين بسبب هدم المركبات الأخرى فى النبات ، لكن تؤدى المعاملة بتركيزات منخفضة منه إلى حدوث زيادة مؤقتة فى التنفس ، يعود النبات بعدها لحالته الطبيعية .

هذا .. وتصبح النباتات المعاملة سهلة التقصف brittle بسبب زيادة انتفاخ الخلايا ، وتتشوه الأوراق بسبب حدوث اختلال نسبى فى انقسام الخلايا . كما تحدث التفافات twisting و epinasty نتيجة لحدوث اختلاف نسبى فى انتفاخ الخلايا ، وفى معدل انقسامها ، ومعدل زيادتها فى الحجم .

وتعتبر بعض النباتات شديدة الحساسية للمبيد . فمثلًا .. يكفى ٨ جم منه لإحداث أضرار بأوراق ١٠ أفدنة من القطن .

ويقتصر استعمال الـ 2,4-D فى الخضروات على الذرة السكرية التى لا تتضرر من المبيد عند استعماله بتركيزات معتدلة أثناء الإنبات عند بداية بزوغ النباتات من التربة ، لكن قد تحدث أضرار للنباتات التى تعامل وهى كبيرة نوعًا . كما قد يتسرب المبيد إلى الجذور فى الأراضى الخفيفة ، محدثًا أضرارًا بالنباتات .

وتعتبر بعض مركبات الـ 2,4-D شديدة القابلية للتبخر . وقد تنتقل هذه الأبخرة إلى الحقول المجاورة ، وهو الأمر الذى يتسبب فى حدوث أضرار شديدة بالخضر الحساسة ، مثل : الطماطم ، والخيار ، والقاوون ، والفاصوليا . وعليه .. فلا يجب استعمال مركبات الـ 2,4-D عندما تكون الخضر الحساسة نامية بالقرب من الحقل المراد معاملته (Thompson & Kelly ١٩٥٧)

وتكون النباتات أكثر تأثرًا بالمبيد عند الإنبات ، وتزداد مقاومتها مع زيادتها فى العمر . وبعضها لا تزداد مقاومته مع العمر ، بينما البعض الآخر ، كمحاصيل الحبوب والبحيليات ، تظهر مقاومتها بعد الإنبات بفترة قصيرة ، وتظهر بالحبوب فترة حساسية أخرى خلال الإزهار ، ثم تزداد مقاومتها مرة ثانية . وتزداد فعالية المبيد عند استعماله والنباتات فى حالة نمو نشيط ، لذلك فإن أحسن وقت للمعاملة هو عندما يكون الجو صحوًا ودافئًا .

هذا .. ويختفى المبيد تدريجيًا من التربة بسبب تحلله بفعل الكائنات الدقيقة ، إلا أنه قد يظل فى الطبقة السطحية ، نتيجة تثبيته بفعل غرويات التربة ، أو نتيجة لتحوله إلى صورة غير ذائبة . ويكون تحرك المبيد أكثر فى الأراضى الخفيفة .

٢ - مبيد MCPA :

وفيه تحل مجموعة CH_3 محل ذرة كلور ، وهو أقل ضررًا على البسلة من 2,4-D .

٣ - السيسون Sesone (أو 2,4 dichlorophenoxy sulfate) :

لا يصبح هذا المركب فعالًا كمبيد إلا بعد وصوله للتربة ، حيث يتغير تركيبه إلى 2,4-dichlorophenoxyethanol بفعل البكتريا **Bacillus cereus** var. **mycoides** ، وعندما يتأكسد المركب الأخير إلى 2,4-D فإنه يصبح مبيدًا للحشائش . ويتضح من ذلك عدم وجود خطورة من جراء وصول المبيد لأوراق النبات . وهو يستعمل فى مكافحة حشائش الشليك .

٤ - 2,4,5-T (أو 2,4,5- trichlorophenoxyacetic acid) :

يحتوى هذا المبيد على ذرة كلور إضافية فى حلقة الفينول أكثر مما يحتوى مبيد الـ 2,4-D ويخلط الـ 2,4,5-T مع الـ 2,4-D لمكافحة أكبر عدد من الحشائش .

٥ - الـ Propionic acids :

منها مركبات 2,4-DP ، 2,4,5-TP وهى تبقى فى التربة مدة أطول . ويخلط 2,4,5-TP مع الـ 2,4-D لمكافحة عدد أكبر من الحشائش .

٦ – الـ Butyric acids :

منها مركبات 2,4-DB (أو 2,4-dichlorophenoxybutyric) الذى تقوم معظم الحشائش بتحويله إلى 2,4-D . ويتصح باستعماله مع البقوليات ، كالبسلة ، لأنها لا تحتوى على الإنزيم الذى يحول الـ 2,4-DB إلى 2,4-D .

٢٨ – ٣ – ٣ : مركبات الكاربامیت

من أمثلة مركبات الكاربامیت Carbamates ما يلى :

١ – IPC أو Isopropyl 1-N phenyl carbamate

٢ – CIPC أو Isopropyl N-(3- Chlorophenyl carbamate .

تشتق مركبات الكاربامیت من حامض الكاربامیك Carbanic acid (NH_2COOH) ويتشابه المبيدان السابقان فى مفعولهما باستثناء أن IPC أكثر قابلية للذوبان ، وأكثر قابلية للتبخر من CIPC ، وعليه .. يستعمل الأول فى الجو البارد ، بينما يستعمل الثانى فى الجو الحار . ويؤدى كلاهما إلى :

(أ) تثبيط نشاط إنزيمات الـ dehydrogenase .

(ب) خفض معدل التنفس فى البداية ، ثم زيادته بعد ذلك .

(جـ) التأثير على التمثيل الضوئى .

وهما يستعملان بنجاح فى السباغ ، والبصل ، والبقوليات ، ويعطيان مقاومة جيدة لمعظم الحشائش .

وتدمص هذه المبيدات بواسطة غرويات التربة ، ولا تتسرب بالرشح ، ولكنها تتحلل بسرعة بواسطة الكائنات الدقيقة .

٣ – CDEC أو 2 chlorallyl diethyldithio carbamate : يستعمل قبل الإنبات فى حقول الفصليات ، والبقوليات ، والكرفس ، والخس ، والذرة . ويعطى نتائج جيدة فى الأراضى الرملية

٢٨ – ٣ – ٤ : مركبات الـ Triazines

هذه المركبات تأثير فعال على البادرات ، وهى غير سامة للحيوانات . وتحدث الاختيارية بتحويل النباتات المقاومة جزىء المبيد إلى صورة غير سامة بإزالتها الذرة كلور من المبيد ، فتفقده فاعليته . ويظل المبيد مثبتًا فى الطبقة السطحية من التربة ، ولذلك أثره الاختيارى أيضًا . وتتحلل هذه المبيدات بفعل الكائنات الدقيقة ، وأحيانًا بفعل الضوء ، ومنها ما يلى :

١ – السيمازين أو 2-chloro-4,6-bis (ethylamino) S-triazine :

يستعمل كمبيد قبل الإنبات مع الرى فى خلال الأسابيع الأولى . ويمتص المبيد عن طريق الجذور ، وليس عن طريق الأوراق . ويبدو أن بعض النباتات تتجنب تأثيره بسبب تعمق جذورها فى التربة ، بينما يحتوى البعض الآخر ، كالذرة ، وقصب السكر على إنزيم يغير تركيب المبيد ، ويجعله غير سام . ويستخدم المبيد بمعدل $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ كجم/فدان فى الذرة ، والشليك ، والفلفل .

٢ – الأترازين Asrarine أو 2-chloro-4, ethyl amino-6, isopropyl-amino-1,3,5 S-trianine

له بعض التأثير كمبيد قبل الإنبات . وهو أيضًا يتحطم ويتغير تركيبه فى كل من الذرة ، وقصب السكر . وينصح بتكرار زراعة الذرة فى الحقول المعاملة ، نظرًا لاستمرار بقائه فى التربة وفاعليته بها لفترة طويلة .

٢٨ – ٣ – ٥ : المركبات الفينولية Phenolic Compounds

تعرف الفينولات أيضًا باسم carbonic acids . وتستعمل الـ Substituted phenols كمبيدات بالملامسة أو كمبيدات سابقة للإنبات ، وليس لها أى تأثير على الحشائش المعمرة .

تؤدى المركبات الفينولية إلى زيادة التنفس واستهلاك الغذاء المخزن ، كما تحدث تخثرًا coagulation بالبروتوبلازم ، ومن أمثلتها ما يلى :

١ – مركبات الداى نيترو Dinitro أو alkanolamine salts of dinitro-O- secondary-bulyl phenol وتؤدى هذه المركبات إلى :

(أ) إحداث تخثر بالبروتين

(ب) إيقاف نشاط إنزيمات الـ flavoprotein .

(جـ) إحداث زيادة كبيرة فى معدل التنفس .

وتستخدم هذه المركبات مع الفاصوليا ، والبسلة ، والذرة الحلوة ، والبطاطس كمبيدات سابقة للإنبات ، كما تستخدم مع البسلة بعد الإنبات . وعند استعمالها قبل الإنبات ، فإنها تقضى على بذور الحشائش ، وعلى البادرات التى تظهر خلال فترة ١ – ٢ أسبوع بعد المعاملة . وبالرغم من ذلك .. فإنه يمكن الحصول على مقاومة كاملة للحشائش طوال موسم الزراعة إذا لم تثار التربة . هذا .. ولا تؤثر هذه المركبات على الحشائش المعمرة .

وهذه المركبات متطايرة ، وقد تتبخر بسرعة فى الجو ، محدثة أضرارًا للنباتات المزروعة ، أو قد تتسرب قبل أن تحدث الضرر المطلوب للحشائش .

كما قد تتسرب هذه المركبات فى الأراضى الخفيفة إلى حيث توجد بذور المحصول المزروع ، فتحدث به أضرارًا خاصة فى الجو الحار (Thompson & Kelly ١٩٥٧) ، ومن أمثلتها :

١ – ميد الـ dinoseb أو (Dinitrophenol) DNBP

٢ – Pentachlorophenol أو PCP

٣ – Na Salt of Pentachlorophenol

٢٨ – ٣ – ٦ : مركبات الـ Substituted Urea

اليوريا حماد ، ويمكن بإحلال بعض العناصر محل الأيدروجين أن تتحول إلى مبيدات للحشائش . ومن أمثلة هذه المبيدات ما يلى :

١ – Fenuron ، واسمه الكيميائى 3-phenyl- 1, 1- dimethyl urea

٢ – monuron ، واسمه الكيميائى 3-(p-chlorophenyl)-1,1 dimethyl urea

٣ – diuron ، واسمه الكيميائى 3-(3,4- dichlorophenyl)- 1-1 dimethyl urea

٤ – neburon ، واسمه الكيميائى 1-n-butyl-3-(3,4-dichlorophenyl) -1- methyl urea

ومنها أيضًا المبيدات siduron ، و linuron و cotoran ، و tenoran ، و norea .

وتمتص جميع المبيدات السابقة عن طريق الجذور ، وتنتقل فى الخشب . وجميعها تعطل عملية التمثيل الضوئى ، وتتحلل بفعل الكائنات الدقيقة فى التربة ، وبفعل الضوء .

يفيد مبيد fenuron مع الحشائش المعمرة المتعمقة الجذور .

ويستخدم الـ monuron فى حقول الفلفل قبل وبعد موسم الحصاد . كما يستخدم حول البيوت الخمية ومراقد البذور للتخلص من أى نمو نباتى . ويمتص هذا المبيد بواسطة غرويات التربة ، خاصة المادة العضوية ، وعليه .. تجب زيادة تركيزه فى الأراضى الثقيلة الغنية بالمادة العضوية ، عنه فى الأراضى الخفيفة حتى يعطى مكافحة جيدة . وهذا المبيد قليل الذوبان فى الماء ، لذا يجب رج المخاليل جيدًا أثناء الرش . وهو يمتص بسرعة داخل النباتات ، ويجعلها صفراء اللون ، ويسبب موتها فى النهاية ، لكنه لا يحدث أى ضرر بنباتات الفلفل عند استعماله بالتركيز الموصى به (Thompson & Kell, 1957) .

٢٨ – ٣ – ٧ : مركبات الـ Chloroacetamides

هى مبيدات بالملامسة تقضى على الحشائش وهى فى مرحلة الإنبات ، وتؤثر على التنفس ، كما تؤدى إلى وقف انقسام الخلايا . ومن أمثلتها المبيد CDAA أو (2-Chloro-N, N-diallylacetamide)

٢٨ – ٣ – ٨ : مركبات الـ Chlorinated aliphatic acids

من أمثلتها المبيدات

١ – TCA (Na Salt of trichloroacetic acid)

٢ – dalapon (2,4-dichloropropionic acid)

يمتص الأول عن طريق الجذور فقط ، بينما يمتص الثانى عن طريق الجذور والأوراق . ويستعمل كلاهما فى حقول البنجر والبطاطس .

٢٨ – ٣ – ٩ : مركبات الـ Chlorobenzoic Acids

هى مركبات تحفز التنفس فى النباتات ، ومنها المبيدات التالية :

١ – TBA أو (2,3,6-trichlorobenzoic acid)

يفيد فى مكافحة الحشائش المعمرة ، مثل الـ wild morning glory ، أو leafy spurge وغيرهما . ويمتص عن طريق الجذور والأوراق ، ويحدث تشوهات كتلك التى يحدثها الـ 2,4-D .

٢ – Amiben ، أو (3-amino-2,5-dichlorobenzoic acid) .

مبيد اختيارى يستعمل قبل الإنبات فى حقول البقوليات والخضروات لمكافحة عدد كبير من النجيليات والحشائش ذات الأوراق العريضة ، ويستعمل بكثرة فى حقول فول الصويا . ويرش المبيد على التربة . ويجب رى الأرض بعد المعاملة . وهو ليس سامًا (Mozik ١٩٧٠) .

٢٨ – ٣ – ١٠ : مبيدات تنتمى إلى مركبات أخرى متنوعة

من أمثلتها ما يلى :

١ – الـ Analap ، أو (N-1-naphthyl phthalamic acid) :

مبيد جيد يستعمل مع القرعيات قبل الإنبات . وتعد بعض أصناف القرع مقاومة للمبيد ، وتتحمله بصورة جيدة ، بينما تتأثر بعض الأصناف الأخرى به . ويجب استعماله قبل إنبات بذور الحشائش ، لأنه لا يؤثر إلا أثناء الإنبات . ويعطى نتائج جيدة مع القرعيات عندما تكون الظروف مناسبة للإنبات السريع .

٢ – Amitrole ، أو (3-amino-1,2,4-triazole) :

يفيد هذا المبيد مع الحشائش المعمرة ، مثل : Canada thistle ، و quack grass ، و bermuda grass ، و poison ivy . ويمتص المبيد بسرعة عن طريق الأوراق والجذور . وعند المعاملة تصبح الثمرات الجديدة بيضاء خالية من الكلوروفيل ، لكن لا يتحطم الكلوروفيل فى الأوراق التى سبق نموها قبل المعاملة . ويتراكم المبيد فى الأنسجة الميرستيمية ، ويؤثر على توزيع المواد الكربوهيدراتية ، ويخفز التنفس ، ويثبط النمو . ويبدو أنه يتعارض مع تكوين البورين purine .

٣ – Diquat ، أو (1,1-ethylene-2,2-dipyridilium dibromide) :

٤ – paraquat ، أو (1,1-dimethyl-4,4-bipyridilium) :

لكى تصبح هذه المبيدات فعالة ، فلا بد من اختزالها بواسطة النبات إلى free radical أثناء عملية التمثيل الضوئى . وعليه .. فإن مفعولها يكون أقوى فى الضوء ، عنه فى الظلام . وتفيد فترة من الظلام بعد المعاملة فى زيادة فاعلية هذه المبيدات . وهى تحدث تأثيرها بالملامسة وليست اختيارية .

٥ – المواد المستعملة فى تعقيم التربة :

من أمثلة هذه المواد ما يلى :

(أ) الـ Carbon bisulfide

(ب) الكلوروبكرين Chloropecrin

(حـ) بروميد الميثيل Methyl bromide

٢٨ - ٤ : العوامل المؤثرة على فاعلية مبيدات الحشائش

تتأثر فاعلية مبيدات الحشائش بالعديد من العوامل ، نوجزها فيما يلى :

٢٨ - ٤ - ١ : العوامل الداخلية بالنبات

١ - التمثيل الضوئى :

تفقد بعض المبيدات فاعليتها إن لم تعامل بها النباتات فى وقت يسمح بانتقالها داخل النبات قبل أن تنشط به عملية البناء الضوئى . ومن أبرز الأمثلة على ذلك المبيد الـ paraquat . فإذا عوملت النباتات بهذا المبيد فى وقت متأخر بعد الظهيرة ، فإنه يتمص وينتقل مختلف أجزاء النبات ليلًا . ومع صباح اليوم التالى يبدأ النبات فى البناء الضوئى ، فيتحول المبيد إلى free radical ، ويصبح سامًا ويقتل النبات . وإذا رش النبات بالمبيد فى وجود أشعة الشمس القوية ، فإن تأثيره يكون قويًا ، ولكن محدودًا ؛ فلا تكون قوته القاتلة كبيرة ، لأن المادة تصبح سامة قبل أن تنتقل بعيدًا فى النبات (Muzik ١٩٧٠) .

٢ - الحالة الفسيولوجية للنبات :

تتأثر الخلايا الصغيرة غير المتميزة بالمبيدات أكثر من تأثر الخلايا الكبيرة البالغة . وتتأثر النباتات التى تحتوى على نسبة مرتفعة من الرطوبة بدرجة أكبر من تلك التى تحتوى على نسبة منخفضة من الرطوبة . ولا تتأثر النباتات التى تعانى من نقص فى العناصر الغذائية بنفس الدرجة التى تتأثر بها النباتات التى تنمو فى ظروف جيدة ، حيث يكون تأثر الأول بالمبيد أقل .

٣ - عمر النبات :

يختلف مدى تحمل النباتات للمبيد باختلاف عمرها ، فبعضها يكون أكثر حساسية وهى كبيرة ، بينما يكون البعض الآخر أكثر حساسية وهى صغيرة . وبصفة عامة .. فإن معظم الحشائش تكون أكثر حساسية للمبيدات وهى صغيرة ، وتتطلب تركيزات أكبر من المبيد وهى كبيرة . والبعض الآخر من المبيدات لا يؤثر إلا على البذور النابتة فقط (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

٢٨ - ٤ - ٢ : العوامل الجوية

١ - درجة الحرارة :

لدرجة الحرارة تأثير كبير على فاعلية مبيدات الحشائش من عدة نواح . فالمبيدات التى تكون فعالة وهى على شكل أبخرة تتأثر فاعليتها بشدة بدرجة الحرارة ، فتزداد مع ارتفاع درجة الحرارة ، إلا أن المبيد قد يتبخر بسرعة كبيرة عندما تكون الحرارة شديدة الارتفاع ، الأمر الذى يقلل من فترة تأثير المبيد على الحشائش ، أو قد يكون معدل تبخره سريعًا بدرجة تضر بالمحصول نفسه .

كما أن درجة الحرارة تؤثر على سرعة إنبات بذور كل من المحصول والحشائش ، وقد تجعل توقيت المعاملة صعبًا .

هذ .. وتكون النباتات أقل حساسية لمبيدات الحشائش فى الجو الحار الجاف بسبب تكوين النباتات لطبقة شمعية سميكة على الأوراق تحت هذه الظروف . كذلك تقل حساسية النباتات لمبيدات الحشائش فى الجو البارد بسبب نقص نشاط الخلايا تحت هذه الظروف .

٢ – الضـــوء :

يؤثر الضوء على معدل نمو كل من المحصول والحشائش . وبعض المبيدات تكون أكثر فاعلية عندما تكون الحشائش نشيطة النمو ، وعليه .. فإنه قد يمكن الحصول على مقاومة جيدة فى الجو الصحو المشمس ، عنه فى الجو الملبد بالغيوم .

وقد يحدث تحلل ضوئى photodecomposition لبعض المبيدات فى المناطق التى تشتد فيها الكثافة الضوئية ، فيختفى المبيد من سطح التربة . ومثال ذلك .. تحلل السيمازين simazine فى المناطق الجافة عند اشتداد الإضاءة قبل أن تصل الرطوبة التى تحمله إلى أسفل .

٣ – العوامل الجوية الأخرى :

(أ) الرطوبة النسبية : تؤثر على سرعة تبخر المبيد من على سطح الأوراق .

(ب) الأمطار : تعمل على إزالة المبيد من على سطح الأوراق قبل امتصاصه داخل النبات .

(جـ) الندى : يخفف من تركيز المبيد .

(د) الرياح : تعمل على تطاير المبيد أثناء المعاملة .

٣٨ – ٤ – ٣ : العوامل الأرضية

١ – قوام التربة :

قد يتسرب المبيد فى الأراضى الخفيفة إلى منطقة الجذور بسرعة ، ويتسبب فى إحداث أضرار بالمحاصيل المزروعة عند استعماله بتركيزات قد لا تكون ضارة لو استعملت فى الأراضى الثقيلة .

٢ – الرطوبة الأرضية :

للرطوبة الأرضية أهمية كبيرة فى حالة مبيدات الحشائش التى تقتل البذور النابتة ، نظرًا لأنها يجب أن تكون كافية لإنبات البذور . ويفيد رى الأرض فى تحسين فاعلية المبيد فى هذه الحالات ، نظرًا لأهمية إنبات البذور خلال فترة وجيزة بسبب قصر المدة التى تحتفظ خلالها هذه المبيدات بفاعليتها .

كما تتأثر بعض المبيدات بشدة بالأمطار ، كما فى حالة مبيد الدالابون dalapon الذى قد يختفى أثره من التربة فى خلال أسبوعين خلال موسم الأمطار فى المناطق الاستوائية ، بينما قد يستمر أثره لعدة شهور فى المواسم الجافة (Marik ١٩٧٠) .

٣ – نسبة المادة العضوية :

تثبت بعض المبيدات بواسطة المادة العضوية . وفى حالة التسميد العضوى الغزير قد يتطلب الأمر استعمال تركيزات مرتفعة من المبيد حتى يكون فعالًا . وقد تحدث نفس هذه التركيزات أضرارًا كبيرة بالمحصول لو أنها استعملت فى أراضى تقل فيها نسبة المادة العضوية .

وتتفاوت المبيدات كثيرًا فى مدى تأثرها بنوع التربة ، فالبعض منها لا يتأثر بنوع التربة ، ومثال ذلك : TCA و 2,3,6,-TBA و Dalapon و EPTC . والبعض الآخر شديد التأثر بنوع التربة لدرجة أن الكمية التى يلزم استخدامها فى التربة العضوية قد تبلغ مئة ضعف الكمية التى يوصى بها فى الأراضى الرملية ، ومثال ذلك المبيدات Terbacil و Simazine و Linuron و Chlorpropham (Fordham & Briggs ١٩٨٥) .

٤ – درجة حرارة التربة :

لدرجة حرارة التربة أهمية كبيرة ، خاصة فى حالة المبيدات السابقة للإنبات ، لأنها تؤثر على سرعة إنبات كل من بذور المحصول وبذور الحشائش ، فلو أنبتت بذور المحصول فى وقت مبكر قبل إنتهاء فاعلية المبيد لتأثرت به ، ولو تأخرت بذور الحشائش فى الإنبات لضعفت فاعلية المبيد عليها .

٥ – التثبيت فى التربة :

تبقى بعض المبيدات كالسيمازين simazine والـ 2,4-D فى الطبقة السطحية من التربة ، لأنها تدمص على غرويات التربة والمواد العضوية ، أو قد تكون مواد غير ذائبة مع بعض عناصر التربة ، كالكالسيوم ، فتفشل فى الوصول إلى جذور النباتات المعمرة العميقة ، ولكنها تظل مؤثرة على البذور النابتة (Muzik ١٩٧٠) .

٦ – الكائنات الدقيقة :

قد يتحلل المبيد بسرعة فى التربة بفعل الكائنات الدقيقة ، خاصة إذا كانت الظروف مناسبة لنمو البكتريا والفطريات . وأفضل الظروف لذلك هى التهوية الجيدة والحرارة المناسبة ، مع توفر الرطوبة والمادة العضوية . وتبعًا لذلك .. فإن البرودة الشديدة ، أو الجفاف ، أو انخفاض نسبة المادة العضوية جميعها عوامل تؤدى إلى زيادة فترة بقاء المبيد فى التربة دون تحلل .

وبعض المبيدات يجب أن يتغير تركيبها بفعل الكائنات الدقيقة قبل أن تصبح سامة للحشائش . فمثلاً : 2,4-dichlorophenoxy sulfate يجب أن يتغير بفعل أحد أنواع البكتريا إلى 2,4-D قبل أن يكون مؤثرًا . ولا يكون المبيد فعالاً فى الأراضى التى لا تتوفر بها هذه البكتريا .

وتختلف مبيدات الحشائش فى مدة فاعليتها فى التربة ، وتقسم تبعًا لذلك إلى ثلاثة أقسام كالتالى :

(أ) مبيدات تفقد فاعليتها فى أقل من ثلاثة أشهر ، ومن أمثلتها : كل من Dalapon ، و Cyanazine ، و Chloropropham ، و Carbetamide ، و Azlorotryne ، و Terbutryn ، و Metoxuron .

(ب) مبيدات تفقد فاعليتها فى خلال ٣ – ٦ أشهر ، ومن أمثلتها : كل من Linuron ، و EPTC ، و Dinitramine ، و Cycloate ، و Chlorbromuron ، و Trietazine ، و Tri-allate .

(جـ) مبيدات تفقد فاعليتها فى خلال مدة أطول من ٦ أشهر ، ومن أمثلتها : كل من TCA ، و Terbacil ، و Simazine ، و Methazole ، و Lenacil ، و Atrazine ، و Trifluralin (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

٢٨ - ٤ - ٤ : طريقة المعاملة بالمبيد

قد تؤدى زيادة الرش إلى تجميع قطرات المبيد وانزلاقه من على سطح الأوراق فى صورة قطرات ، كما قد تؤدى قلة الرش إلى عدم تغطية سطح الأوراق بصورة جيدة .

وبعض المبيدات شديدة التطاير ، وتلزم تغطيتها فى التربة فى خلال ساعة من إضافتها بخلط المبيد بالتربة ، كما هو الحال مع المبيدات : EPTC ، و SMDC ، و diallate .

وقد يكون لخاصية التطاير تأثير ضار على النباتات النامية فى حيز مغلق ، كما هو الحال فى البيوت المحمية .

٢٨ - ٤ - ٥ : المعاملات الأخرى

تؤدى معاملة نباتات الذرة بالريبوفلافين riboflavin إلى استعادة النباتات المعاملة بالـ amitrole للونها الأخضر .

كما تؤدى المعاملة بالـ pantothenic acid إلى استعادة النباتات المعاملة بالدالابون dalapon لنموها .

٢٨ - ٥ : طرق مكافحة الحشائش بالمبيدات

٢٨ - ٥ - ١ : طرق المعاملة بالمبيدات

تتم المعاملة بمبيدات الحشائش بإحدى الطرق الآتية :

١ - فى صورة مركزة فوق خط زراعة البذور قبل إنبات الحشائش .

٢ - بتوجيه محلول الرش نحو الأرض أو الحشائش لتقليل التلامس مع المحصول .

٣ - برش المساحة المزروعة كلها .

٤ - بالرش فوق المحصول المزروع .

٥ - برش الحشائش التى نبتت قبل إنبات المحصول (Muzik ١٩٧٠) .

٢٨ - ٥ - ٢ : توقيت المعاملة بالمبيدات

تجرى المعاملة بمبيدات الحشائش فى واحد من ثلاثة مواعيد كما يلى :

١ - قبل الزراعة pre-planting :

يضاف المبيد للتربة قبل حرثها وقبل زراعة البذور بها ، حيث يخلط فى الـ ٣ - ٥ سم السطحية من التربة . من مميزات هذه الطريقة أن البذور تنبت فى تربة خالية من الحشائش تقريبًا . ومن عيوبها أن المبيد لا يقضى على الحشائش المتأخرة فى الإنبات .

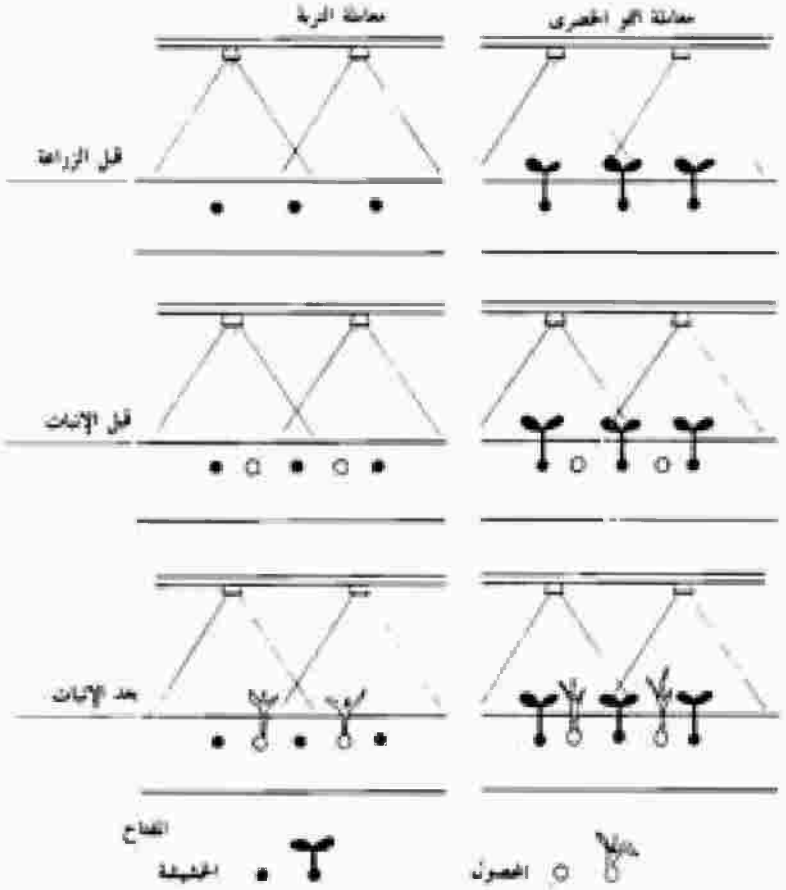
٢ – قبل الإنبات pre-emergence :

يضاف المبيد للتربة عند الزراعة أو بعد الزراعة مباشرة . ومن مميزات هذه الطريقة أن المبيد يضاف في وقت تكون فيه معظم الحشائش حساسة له ، لكن يعاب عليها أن الأمطار الغزيرة قد تؤدى إلى رشح المبيد إلى منطقة البذور ولمنع إنباتها .

٣ – بعد الإنبات Post-emergence :

يضاف المبيد عندما يكون المحصول المزروع في طور البادرة . ومن مميزات هذه الطريقة تجنب احتمالات الاضرار بالبذور ، لكن يعاب عليها أن المبيد يستعمل في مرحلة تكون فيها الحشائش قد أصبحت مقاومة قليلاً .

ويوضح شكل (٢٨ – ٤) المواعيد والطرق المختلفة في المعاملة بمبيدات الحشائش ، سواء عن طريق التربة Soil treatments ، أم الكتلة الخضرية Foliage treatments . وتجدر الإشارة إلى أن المواعيد المختلفة للمعاملة التي سبقت الإشارة إليها (قبل الزراعة وقبل الإنبات وبعد الإنبات) يعني بها إنبات بذور المحصول المزروع وليس الحشائش .



شكل ٢٨ – ٤ : طرق المعاملة بمبيدات الحشائش .

وغنى عن البيان أن المعاملة بمبيدات الحشائش فى وجود المحصول المزروع تلزم معها مبيدات اختيارية لا تضر بالمحصول . وتزداد الحاجة لهذه المبيدات الاختيارية عند رش المجموع الخضرى لمبيد الحشائش بعد إنبات المحصول المزروع .

٢٨ - ٥ - ٣ : خلط المبيدات

قد يتطلب الأمر أحيانًا خلط اثنين أو ثلاثة من مبيدات الحشائش معًا لزيادة قوة إبادة الحشائش ، وبشرط لذلك ما يلى :

١ - أن تكون المبيدات متوافقة ، فلا يؤدى خلطها إلى إحداث تغيرات أو تفاعلات تقلل من فاعليتها .

٢ - يجب أن يكون للخلط فائدة .

٣ - خفض التركيز المستعمل من المبيدات المخلوطة إلى الحد الأدنى الكافى لقتل الحشائش الحساسة لكل مبيد .

ومن المبيدات غير المتوافقة ، والتى لا يجوز خلطها معًا الـ paraquat الذى يعتمد على التنبيل الضوئى حتى يكون فعالًا ، والـ diuron الذى يخفض معدل البناء الضوئى فى النبات . وبالتالى فإن الثانى يضعف من فاعلية الأول . لكن مخلوطًا من مادة سريعة الفاعلية ، مثل : الـ 2,4-D ، أو الـ amitrole مع مادة ذات تأثير متبق ، مثل : الـ simazine قد يكون مفيدًا فى قتل الحشائش الموجودة وقت المعاملة ، وتلك التى تظهر مستقبلًا .

٢٨ - ٥ - ٤ : النقاط التى تجب مراعاتها عند المعاملة بمبيدات الحشائش

تجب مراعاة النقاط والأمور التالية عند المعاملة بمبيدات الحشائش

١ - ضرورة توفير رطوبة أرضية كافية للحصول على مقاومة جيدة مع المبيدات السابقة للإنبات .

٢ - يلاحظ أن مبيدات الحشائش تزداد فاعليتها عندما تكون الظروف مناسبة لإنبات بذور الحشائش وسرعة نموها .

٣ - يؤدى استعمال كميات زائدة من المبيد إلى الإضرار بمحصول الخضر ، إذ لا يوجد أى محصول ذى مقاومة تامة لمبيدات الحشائش .

٤ - يجب استعمال تركيزات وكميات أقل من مبيدات الحشائش فى الأراضى الخفيفة ، عنها فى الأراضى الثقيلة ، كما تستعمل كميات أكبر فى الأراضى العضوية ، عنها فى الأراضى المعدنية الثقيلة .

٥ - ضرورة رج خزان المبيد بصفة دائمة عند استعمال مساحيق قابلة للبلل .

٦ - يجب استعمال بشابير تعمل على توجيه المبيد قريبًا من سطح التربة لتقليل الفقد بتيارات الهواء .

٧ – يجب تنظيف خزان المبيد والرشاشات جيدًا بعد الاستعمال .

٨ – يجب كذلك تنظيف الرشاشات قبل الاستعمال ، خاصة إذا كان قد سبق استعمالها فى رش أحد المبيدات الفوسفورية على النحاس . ويتم تنظيف الرشاشة بملئها بمحلول مخفف من الخل والماء بنسبة ١ : ١٠٠ لمدة ساعتين ، ثم غسلها جيدًا بالماء .

٩ – لا ينصح بخلط مبيدات الحشائش مع المبيدات الأخرى لغرض رشهما معًا .

١٠ – يمكن تقليل نفقات المقاومة كثيرًا ، وذلك بإجراء الرش فوق خطوط الزراعة فقط ، خاصة عندما تكون المسافة واسعة بين الخطوط ، ويكفى رش شريط بعرض ٣٠ سم فوق خط الزراعة .

١١ – لا تهم كمية الماء المستعملة فى رش المبيد بقدر ما يهم استعمال الكمية التى تكفى لتغطية المساحة المراد رشها جيدًا .

١٢ – يجب أن يكون توزيع المبيد متجانسًا ، وإلا حدثت أضرار فى المناطق التى يزداد فيها تركيزه ، ويتطلب ذلك تجانس سرعة الخوار أثناء الرش .

٢٨ – ٥ – ٥ : تنظيف الرشاشات من مبيدات الحشائش

يعتبر التنظيف التام للرشاشات أمرًا غاية فى الأهمية عند الرغبة فى استعمال الرشاشات للأغراض الزراعية الأخرى ، وذلك حتى لا تحدث أضرار للنباتات ، ولتجنب حدوث أضرار للرشاشات نفسها ، نظرًا لأنها تتأكل بفعل بعض مبيدات الحشائش .

تغسل الرشاشة بالماء أولًا بصورة جيدة ، مع العناية بالأجزاء التى لا ينصرف منها الماء بسهولة . وإن لم يكن الماء كافيًا للتنظيف ، فيمكن استعمال إحدى المواد التالية لكل ٤٠٠ لتر ماء :

٢,٥ كجم	trisodium phosphate
١ كجم	أيدروكسيد صوديوم
٤ لتر	أمونيـــا
١٦ كجم	activated charcoal
٢٠ لتر	sal soda

يملأ خزان المبيد وكافة الأجزاء الأخرى بالمحلول المستعمل فى التنظيف ، ويترك لمدة ١٨ ساعة إذا استعمل الماء الساخن أو لمدة ٣٦ ساعة إذا استعمل الماء البارد . يلى ذلك التخلص من المحلول خلال البشابير ، ثم تشطف الرشاشات والخزان جيدًا بالماء .

هذا .. إلا أنه يجب تخصيص رشاشة مستقلة لمبيد الـ 2,4-D لا تستعمل فى أى غرض آخر ، نظرًا لصعوبة التخلص من كل آثار هذا المبيد .

٢٨ - ٦ : وسائل مقاومة النباتات لفعل مبيدات الحشائش

تعتبر بعض النباتات أكثر مقاومة لبعض مبيدات الحشائش من غيرها . وقد ترجع هذه المقاومة لأحد الأسباب التالية :

١ - المقاومة التي تتحقق بالتوقيت المناسب لموعد المعاملة بالمبيد :

يحدث ذلك عند المعاملة بالمبيدات قبل إنبات بذور المحصول pre-emergence herbicides ، حيث تقتل الحشائش التي تنبت مبكرًا ، وتفقد المبيدات مفعولها قبل أن تنبت بذور المحصول . وتتوقف كفاية مثل هذه المبيدات على سرعة إنبات بذور الحشائش ، بالمقارنة ببذور المحصول . وتزيد كفايتها كلما كان إنبات بذور الحشائش أسرع من إنبات بذور المحصول .

وقد تتم المعاملة في وقت يكون فيه النبات في مرحلة من النمو يكون خلالها أقل حساسية للمبيد من الحشائش . فمن المعلوم أن مقاومة النباتات للمبيد تزيد مع تقدمها في العمر . وهكذا .. فإن الـ 2,4-D قد يقتل نباتات الكرنب والطماطم الصغيرة ، بينما لا يكون لنفس التركيزات المستخدمة تأثير كبير على النباتات الكبيرة .

٢ - المقاومة الأسباب مورفولوجية :

قد ترجع المقاومة إلى أن أوراق النبات مغطاة بطبقة شمعية لا يلتصق بها المبيد . فمثلًا .. يكافح المسترد البري Brassica arvensis في حقول البسلة بالمعاملة بمركبات الداي نيترو dinitro ، لأن المبيد لا يلتصق بأوراق البسلة الملساء ، بينما يعلق بأوراق المسترد المغطاة بالشعيرات . وقياسًا على ذلك .. لا تتأثر الحشائش الأخرى ذات الأوراق المغطاة بطبقة شمعية بالمبيد . هذا .. وتزداد مقاومة النباتات لمثل هذه المبيدات في الجو الحار ، نظرًا لتكون طبقة شمعية سميكة على الأوراق تحت هذه الظروف . كما يزداد ترسيب الطبقة الشمعية مع تقدم النباتات في العمر ، لذلك نجد أن الأوراق المسنة تكون أكثر مقاومة من الأوراق الحديثة .

وقد يعمل مورفولوجي النبات على منع وصول المبيد إلى القمة النامية في حالة وجود أغلفة واقيه protective sheath تحيط بالميرستيم الطرفي ، كما هو الحال في ذوات الفلقة الواحدة ، بالمقارنة بذوات الفلقتين .

كذلك فإن الأوراق القائمة أو التي تصنع زاوية صغيرة مع الساق لا يتبقى عليها الكثير من المبيد بعد الرش ، بالمقارنة بالأوراق العريضة والأفقية .

وقد تعوق الشعيرات hairs والأشواك spines حدوث اتصال جيد بين المبيد وسطح الورقة ، إلا إذا استعملت مواد مبللة وناشرة wetting agents مع محلول الرش ، لكن قد يكون للشعيرات تأثير عكسي إذا كانت خفيفة وقليلة الكثافة ، الأمر الذي يساعد على بقاء محلول الرش في مكانه ، دون أن ينزلق من على سطح الورقة .

٣ – المقاومة لأسباب فسيولوجية :

ترجع مقاومة النباتات في هذه الحالة لأسباب مختلفة ، منها مثلاً : عدم استطاعة المبيد الانتقال إلى الخلايا الحساسة له . وقد يُحدث النبات نفسه تغييرًا في المبيد يفقده فاعليته كما يحدث عند إزالة ذرة كلور من مبيد السيمازين simazine في نبات الذرة ، فيصبح غير سام للنبات . وقد لا يحتوي النبات على إنزيم ضروري لإحداث تغير معين بالمبيد حتى يصبح فعالاً . وكمثال على ذلك .. لا يوجد بنبات الترمس الحجازي إنزيم يقوم بتحويل مادة الـ 2,4 DB إلى مادة الـ 2,4 D الفعالة .

وقد تقدمت كثيرًا دراسات فسيولوجيا وكيمياء مبيدات الحشائش ، وأصبحت علمًا قائمًا بذاته . وللتعمق في هذا العلم يوصى بمراجعة أي من المراجع القيمة التي تتناول هذا الموضوع بالتفصيل مثل Audus(١٩٧٦) ، و Thompson (١٩٧٧) ، و Ashton & Crafts (١٩٨١) .

٤ – المقاومة الوراثية :

ترجع جميع حالات المقاومة للمبيدات أساسًا إلى أسباب وراثية . ويوجد العديد من حالات المقاومة هذه بين أصناف المحاصيل المزروعة . كما ظهرت اختلافات بين الطرز الطبيعية من الحشائش في مقاومتها لبعض المبيدات ، مثال ذلك : مقاومة كل من :

(أ) الـ bindweed للـ 2,4-D

(ب) الـ wild oats للـ IPC

(جـ) الـ Canada thistle لكل من الـ 2,4-D والـ amitrole .

(د) الـ barnyard grass (**Echinochloa crusgalli**) للـ Dalapon (Muzik ١٩٧٠) .

هذا .. ويتناول Le Baron & Gerstel (١٩٨٢) موضوع مقاومة الحشائش لجاميع المبيدات المختلفة بالتفصيل .

٢٨ – ٧ : توصيات مبيدات الحشائش

نظرًا لكثرة مبيدات الحشائش المعروفة وما يستجد منها سنويًا ، لذلك فإن التوصيات الخاصة باستعمالات مبيدات الحشائش تتغير من آن لآخر . كما أن هذه التوصيات لا تعطي نتائج مؤكدة إلا في المناطق الجغرافية التي أجريت فيها دراسات مكافحة الحشائش بسبب اختلاف الظروف البيئية وأنواع الحشائش السائدة من منطقة لأخرى . ومع ذلك .. فيمكن الرجوع إلى بعض من هذه المصادر للاقتداء بها في المعاملات الكيميائية التي يمكن أن تفيد في مكافحة الحشائش عمليًا ، ومن هذه المصادر : Evans (١٩٦٢) ، و Mc Henry & Norris (١٩٧٧) ، و Calif. Agr. Exp. Sta (١٩٧٢)و Fryer & Makepeace (١٩٧٨) ، و Whitesides (١٩٨١) ، و Ag Consultant and Fieldman (١٩٨٢) .

وتتناول معظم المراجع السابقة أساسيات علم مكافحة الحشائش إلى جانب تركيزها على التوصيات . ومن المصادر الأخرى الهامة التى تركز على أساسيات العلم كل من : Klingman (١٩٦١) ، و Munik (١٩٧٠) ، و Klingman & Ashton (١٩٧٥) ، و Fryer & Makepeace (١٩٧٧) ، و Elmore & Mchenry (١٩٧٧) .

٢٨ - ٨ : المراجـــع

مرسي ، مصطفى علي وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر (الجزء الثاني) : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

Ag Consultant. 1982. 1982 weed control manual. Meister Pub. Co., Willoughby, Ohio. 338p.

Audus, L.J. (Ed.) 1976. (2nd ed.). Herbicides: physiology, biochemistry, ecology. Academic Pr., London. 2 vols.

Boulos, L. and M.N. El-Hadidi. 1967. Common weeds in Egypt. Da. Al-Maaref, Cairo. Unpaginated.

California Agricultural Experiment Station. 1972. 1972 crop weed control recommendations. Div. Agr. Sci., Univ Calif. 45p.

Elmore, C.L., W.B. McHenry, J.E. Hill and A.H. Lange. 1977. Herbicide handbook. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. Spec. Pub. 3243. 29p.

Evans, S.A. 1962. Weed destruction. Blackwell Scientific Pub., Oxford. 172p.

Fordham, R. and A.G. Biggs. 1985. Principles of vegetable crop production. Collins Professional and Technical Books. London. 215p.

Fryer, J.D. and R.J. Makepeace (Eds). 1977. (6th. ed.) Weed control handbook. vol. I. Principles. Blackwell Scientific Pub., Oxford. 510p

Fryer, J.D. and R.J. Makepeace (Eds.) 1978. (8 th ed.) Weed control handbook. Vol. II. Recommendations. Blackwell Scientific Pub., Oxford. 532p.

Klingman, G.C. 1961. Weed control as a science. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 421p.

Klingman, G.C. and F.M. Ashton. 1975. Weed science: principles and practices. John Wiley & Sons, N.Y. 431p.

Le Baron, H.M. and J.Gressel (Ed.). 1982. Herbicide resistance in plants. JohnWiley & Sons, N.Y 401p.

Maddox, D.M. R. Sobhian, D.B. Joley, A. Mayfield and D. Supkoff. 1986. New biological control for yellow starthistle. Calif. Agr. 40 (11 & 12): 4-5.

McHenry, W.B and R.F. Norris. 1977. Study guide for agricultural pest control advisers on weed control. Univ. Calif. Div. Agr. Sci., Priced Pub. 4050. 64p.

Muenscher, W.C. 1980 (2nd ed.). Weeds. Comstock Pub. Associates, Ithaca, N.Y. 586p.

Muzik, T.J. 1970. Weed biology and control. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 273p.

Pimentel, D. (Ed.) 1981. CRC handbook of pest management in agriculture. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 597p.

Reed, C.F. and R.O. Hughes. 1970. Selected weeds of the United States. U.S. Dept. Agr. Res. Serv., Agr. Handbook No. 366. 463p.

Thopson, H.C and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

Thompson, W.T. 1977. Agricultural chemicals. Book II. Herbicides. Thompson Pub., Fresno, California. 264p.

Whiteside, R.E. (Comp) 1981. Oregon weed control Handbook. Extension Service, Oregon State Univ. Corvallis. 162p.

University of California, Div. Agr. Sci. 1978. Grower's weed identification handbook. Cooperative Ext., Priced Pub. 4030.

Zimdahl, R.L. 1980. Weed-Crop competition- a review. International Plant Protection Center, Oregon State Univ., Corvallis, Oregon. 196p.

الأمراض والحشرات والآفات الأخرى

تتضمن قائمة الأمراض والحشرات والآفات الحيوانية الأخرى التى تصيب محاصيل الخضر عدة مئات من الآفات التى تختلف فى أهميتها وانتشارها . والهدف من هذا الفصل هو تعريف القارىء بمجاميع الآفات المختلفة ، وطرق تكاثرها ، والأضرار التى تحدثها ، دون الدخول فى تفاصيل ذلك أو فى طرق المكافحة ، حيث تناقش كافة طرق المكافحة معًا فى الفصل التالى . وتجدر الإشارة إلى أن ما تقدمه فى هذا الفصل يتضمن مبادىء عدد كبير من العلوم ، وعليه .. فإن المناقشة ستكون بالضرورة موجزة . ويمكن لمن يرغب فى التعمق فى موضوع ما الرجوع إلى المصادر المتخصصة فى هذا الشأن ، والتى أشير إليها عقب مناقشة كل موضوع . وسنتناول بالدراسة فى هذا الفصل الأمراض والحشرات التى تصيب محاصيل الخضر ، وكذلك الآفات الحيوانية الأخرى ، كالأكاروس ، والقواقع ، والطيور .

٢٩ – ١ : الأمراض

تعد الأمراض بمسبباتها المختلفة من أخطر الآفات التى تصيب محاصيل الخضر ، فتحدث أضرارًا جسيمة بالنمو النباتى وبالمحصول كمًا ونوعًا . هذا .. ويعطى Pimentel (١٩٨١) تقديرات الخسائر التى تحدثها الأمراض النباتية للمحاصيل الزراعية المختلفة على المستوى العالمى .

وتؤثر الأمراض النباتية على سبع وظائف حيوية رئيسية هى :

١ – تخزين الغذاء .

٢ – تمثيل الغذاء (أى استعمال الغذاء المجهز فى الأغراض الحيوية المختلفة) .

٣ – امتصاص وتراكم الماء والأملاح المعدنية .

٤ – النمو (النشاط الموستيمى) .

٥ – امتصاص الماء .

٦ – التمثيل الضوئى .

٧ – انتقال ومرببان العصارة فى النبات .

وقد يؤثر المرض الواحد على واحدة أو أكثر من الوظائف الحيوية السبع السابقة الذكر ، ولكن - وفى جميع الحالات - يتأثر معدل التنفس أيضًا بالمرض .

ويؤدى تأثر المرض على أى من هذه الوظائف الحيوية السبع - بالإضافة إلى التنفس - إلى إمكانية تقسيم الأمراض إلى سبع مجاميع حسب طبيعة الضرر الذى تحدثه بالنبات كالتالى :

١ - الأعفان الطرية وتلف البذور .

٢ - ندوات البادرات .

٣ - أعفان الجذور .

٤ - أمراض التفحم وغيرها التى تتلف الأنسجة الميرستيمية النشطة .

٥ - الذبول الوعائى .

٦ - الأمراض المؤثرة على التمثيل الضوئى (تبقعات الأوراق - التفحمات والندوات البياض الزغبى والدقيقى - الأصداء)

٧ - الأمراض التى تقلل انتقال العصارة (ويمكن أن تتسبب عن فيروسات وفيرويدات والكائنات الشبيهة بالميكوبلازما والميكوملازما) (تقسيم مالك نيو ، نقلًا عن روبرتس وبونزويد ١٩٨٦) .

٢٩ - ١ - ٦ : الأمراض الفطرية

تقسم الأمراض الفطرية Fungal Diseases حسب مسبباتها إلى الأقسام التالية :

الفطريات البلازموديوفورية Plasmodiophorales

الفطريات البلازموديوفورية أو البلازموديوفورات عبارة عن مجموعة صغيرة من الطفيليات التى تتميز بطور خضرى بلازمودى ، أى أن الجسم الخضرى يكون عبارة عن بروتوبلاست عار أميبى عديد النويات . هذا .. وتحاط كل من الجراثيم الساكنة (التى تتكون من البلازموديوم داخل خلايا العائل) بجدار . وتنتج هذه الجراثيم جراثيم أخرى سابحة ذات هدبين .

ومن الأمراض التى تسببها البلازموديفورات مرض الجذر الصولجانى Club Root فى الصليبيات المتسبب عن **Plasmodiophora brassicae** ، والذى ينتشر بصفة خاصة فى الأراضى الحامضية ، وتظهر أعراضه على شكل عقد متضخمة بجذور الصليبيات ، يتبعه تقزم واصفرار النباتات .

الفطريات الطحلبية Phycomycetes

تتكون أفراد الفطريات الطحلبية من جسم خضرى ، أو غزل فطرى ، أو ميسيليوم mycelium مكون من هيفات غير مقسمة عرضيًا وعديدة النويات . ومن أهم الأمراض المتسببة عن فطريات طحلبية ما يلى :

العفن الأبيض فى الصليبيات ويسببه *Albugo* spp.

البياض الزغبى ، ويسببه *Plasmopara* spp. & *Peronospora* spp.

اللفحة المتأخرة ، ويسببها *Phytophthora* spp.

الذبول الطرى ، ويسببه *Pythium* spp.

العفن الأسود ، ويسببه *Rhizopus* spp.

الفطريات الأسكية Ascomycetes

تسمى أيضًا بالفطريات الزقية Sac fungi ، نظرًا لأن الزق ascus هو المظهر الواضح والمميز فى الطور الجنسى ، وهو جسم شبيه بالكيس تتكون فى داخله جراثيم أسكية عددها ثمان . هذا .. والميسليوم مقسم ووحيد النواة ، أو عديدها .

ومن أهم الأمراض المتسببة عن فطريات أسكية ما يلى :

البياض الدقيقى ، ويسببه *Erisphe* spp.

عفن إسكليروتنيا ، ويسببه *Sclerotinia* spp.

الفطريات البازيدية Basidiomycetes

تتميز الفطريات البازيدية بتكوين البازيديم basidium ، وهو عضو أنبوبى أو صولجانى الشكل يحمل أربع جراثيم بازيدية خارجيًا . وفيها الميسليوم مقسم . ومن أهم الأمراض المتسببة عن فطريات بازيدية ما يلى :

التفحم ، ويسببه *Ustilago* spp.

الصدأ ، ويسببه *Puccinia* spp. (شكل ٢٩ - ١)

الفطريات الناقصة Fungi Imperfecti أو Deuteromycetes

لا يعرف هذه الفطريات طور كامل ، ولكنها تشابه فى تركيبها وطرق تكاثرها مع الفطريات الأسكية والبازيدية .

ومن أهم الفطريات الناقصة المسببة للأمراض التالية ما يلى :

Phoma spp.

Colletotrichum spp.

Fusarium spp.

Alternaria spp.

Rhizoctonia spp

Sclerotium spp

وهى تسبب أمراضًا نباتية مختلفة تظهر فى شكل ذبول ، وتبقعات بالأوراق والأجزاء النباتية الهوائية الأخرى ، وأعفان (شكل ٢٩ - ٢) ، وتساقط للبادرات ... إلخ (Walker ١٩٦٩) .

شكل ٢٩ - ١ : مرض الصدأ فى القاصوليا .

٢٩ - ١ - ٢ : الأمراض البكتيرية

تتميز البكتريا المسببة للأمراض النباتية بأنها كائنات ميكروسكوبية عصوية الشكل ذات أهداب عادة ، ومعظمها سالبة لصبغة جرام ، وتشمل أجناس :

Xanthomonas

Pseudomonas

Erwinia

Agrobacterium

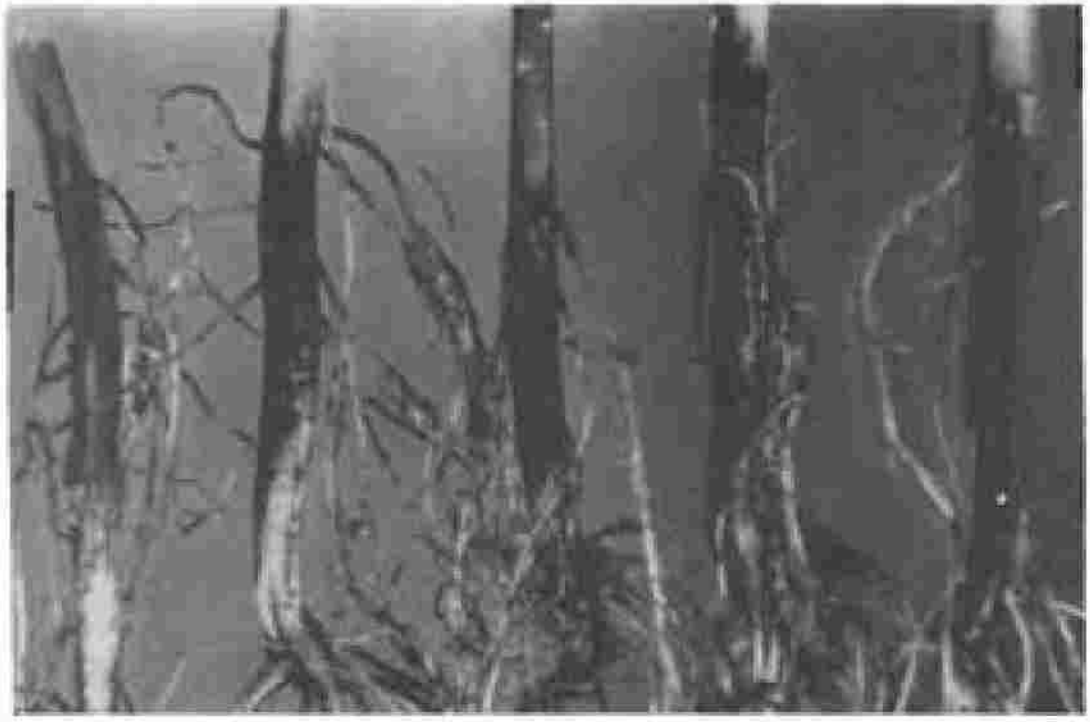
بينما القليل منها موجبة لصبغة جرام ، وتشمل أجناس :

Corynebacterium

Nocardia (ن. Vaccinii هو نوع واحد)

Streptomyces (س. scabies هو نوع واحد)

(١٩٦٨ The Commonwealth Mycological Inst)



شكل ٢٩ – ٢ : مرض عفن الجذور الجاف المسبب عن فطر Fusarium solani f. phaseoli في الفاصوليا-درجات مختلفة من الإصابة في السويقة الجنينية السفلى (عن Hanan ١٩٧٠) .

وتقسم البكتريا إلى ٣ مجاميع رئيسية حسب تأثيرها الأولي على النباتات :

١ – بكتريا تكون تآليل Gall-Forming ، حيث تؤثر على نظام النمو .

٢ – بكتريا تحدث عفنًا طريًا Soft rot ، حيث تحلل محتويات الخلايا الخلوية للأنسجة .

٣ – بكتريا تؤثر على فسيولوجيا وتمثيل الخلايا ، محدثة أعراض

شكل ٢٩ - ٣ : ذبول الأوراق أحد أعراض مرض التسوس البكتيرى Bacterial Canker فى الطماطم المتسبب عن الإصابة بالبكتريا Corynebacterium michiganense (عن Hassan ١٩٩٦) .

تنتشر البكتريا عادة من نبات لآخر بالهواء ، أو برذاذ ماء الرى ، أو قطرات المطر ، وبعضها ينتقل عن طريق البذور ، والقليل منها ينتقل عن طريق الحشرات والنيماتودا ، كما يعيش الكثير منها فى التربة وفى بقايا النباتات فى التربة . وينتقل البعض منها بواسطة العمليات الزراعية العادية ، مثل : التقليم ، وعملية الحصاد ، وإعداد الأجزاء الخضرية للتكاثر .

أعراض الإصابات البكتيرية

من أهم الأعراض التى تسببها الإصابات البكتيرية ما يلى :

١ - الذبول Wilting :

من أمثلة ذلك الذبول البكتيرى فى الطماطم والبطاطس المتسبب عن البكتريا Pseudomonas solanacearum

٢ - اللفحة Blight :

من أمثلة ذلك اللفحة النارية فى التفاح والكمثرى المتسببة عن البكتريا Erwinia amylovora

٣ – التبقعات Spots :

من أمثلة ذلك التبقعات البكتيرية التي تسببها البكتريا من جنس Xanthomonas ، كما في الفلفل والصليبيات .

٤ العفن Rot :

ومن أهم أنواعه العفن الطري Soft rot الذي يصيب معظم أنواع الخضر وفاكهة ، وتسبب عن البكتريا Erwinia carotovora

٥ – التآليل Gall :

من أهم أمثلتها مرض التآلل التاجي Crown gall الذي يصيب عددا كبيرا من أشجار الفاكهة ، وتسبب عن البكتريا Agrobacterium tumefaciens

٦ – الجرب Scab

ومن أمثلته جرب البطاطس المتسبب عن البكتريا Streptomyces scabies

المصادر الأولية للإصابات البكتيرية ، وطرق انتشارها

يمكن أن تحدث الإصابة الأولية بالبكتريا من أحد المصادر التالية التي تعيش فيها البكتريا :

١ – البذور ، حيث تعيش البكتريا داخل البذور وليس على سطحها ، كما في حالات اللفحة في الفاصوليا .

٢ داخل أعضاء التخزين الشحمية ، كما في حالة البكتريا المسببة للعفن الحلقي في البطاطس .

٣ – في الأشجار المصابة ، كما في اللفحة النارية في التفاح والكمثرى .

٤ – في التربة كممرمات ، ولكنها لا تستطيع منافسة الكائنات الدقيقة الأخرى التي تعيش في التربة .

٥ – في الحشرات الناقلة ، كما في حالة خنفساء الخيار التي تنقل البكتريا المسببة للذبول البكتيري للقرعيات ، وهي Erwinia tracheiphila

وتنتشر الإصابات البكتيرية من نبات لآخر ومن مزرعة لأخرى بعدة طرق منها :

١ – رذاذ الأمطار ومياه الري بالرش ، خاصة عند وجود الرياح التي تعمل على زيادة رقعة انتشار الرذاذ . وتعتبر تلك أهم وسائل انتقال البكتريا من نبات لآخر .

٢ – بواسطة الآلات والعمال الزراعيين أثناء إجراء العمليات الزراعية .

٣ – بطريق الحشرات ، كما في حالة الذبول البكتيري في القرعيات كما سبق الذكر .

هذا ولا تحدث الإصابات البكتيرية إلا من خلال الفتحات الطبيعية ، كالثغور ، ونهايات عروق الورقة hydathodes ، والعديسات ، والجروح التى تحدثها الحشرات القارضة والنيماتودا ، وكذلك الجروح التى تنشأ من العمليات الزراعية والتطعيم .

٢٩ - ١ - ٣ : الأمراض الفيروسية

لا تتكاثر الفيروسات viruses إلا داخل خلايا العائل . وبعضها لا يحدث أعراضًا مميزة عند تكاثره فى نباتات معينة ، بينما قد يحدث أعراضًا شديدة فى غيرها من النباتات . وتسمى الفيروسات عادة باسم الأمراض التى تحدثها . فمثلاً .. فيروس موزايك الطماطم يحدث موزايك فى الطماطم ، وهكذا . ولا يمكن رؤية الفيروسات إلا بالميكروسكوب الإليكترونى (Russell ١٩٧٨) .

تتكون معظم الفيروسات النباتية من بروتينات نووية تحتوى على حامض ريبوزنيوكليك RNA ، إلا أنه وجد (حتى الآن) فيروس نباتى واحد يحتوى على خيط مزدوج من حامض ديزوكسى نيوكليك DNA هو فيروس موزايك القنبيط . كما أن من الفيروسات النباتية ما هو خيط مفرد من ديزوكسى نيوكليك أسد ، مثل فيروس الجروح . أما باقى الفيروسات النباتية التى درست ، فقد وجد أنها تتكون من خيط مفرد من حامض ريبوزنيوكليك ، ولو أن القليل منها يتكون من خيط مزدوج من هذا الحامض .

وتختلف الفيروسات النباتية فى الشكل ، حيث توجد منها الأشكال التالية :

١ - الكروى ، مثل فيروس الذبول المبقع فى الطماطم .

٢ - متعدد الأوجه ، مثل فيروس موزايك اللوبيا ، وموزايك القنبيط ، وموزايك البسلة .

٣ - عصوى ، مثل فيروس موزايك الدخان (الطماطم) .

٤ - خيطى ، مثل فيروس إكس البطاطس ، وفيروس واى البطاطس .

٥ - خيطى طويل ملتو ، مثل فيروس اصفرار البنجر ، وفيروس اصفرار الحس المعدى (روبرتس وبوزويد ١٩٨٦) .

بعد تكاثر الفيروس فى الخلية النباتية ، فإنه ينتقل إلى الخلايا الأخرى إما بطريقة مباشرة عن طريق الخلايا البرانشيمية ، أو عن طريق الحزم الوعائية (اللحاء أو الخشب) أو بالطريقتين معًا . فإذا كان الانتقال عن طريق الخلايا البرنشيمية فقط ، كانت الإصابة موضعية local ، وإن كان بكلتا الطريقتين ، كانت الإصابة جهازية systemic . وتنتقل معظم الفيروسات فى النبات عن طريق اللحاء هذا .. وتكون الإصابة الموضعية فى صورة بقع مصفرة ، أو متحللة ، أو حلقية . أما الأعراض التى تظهر فى الأجزاء النباتية التى لم تحدث عندها الإصابة ، فإنها تكون فى صورة تبرقش ، أو اصفرار عام بالنبات ، أو تحلل عام necrosis ، أو بقع حلقية ringspots ، أو فى صورة تشوهات distortions ، أو تغيرات فى اللون (Kiraly وآخرون ١٩٧٤) .

أعراض الإصابات الفيروسية

من أهم مظاهر الإصابات الفيروسية وأكثرها شيوعًا في النباتات ذلك التحور الذى يطرأ على التكشف الطبيعى للكلوروفيل ، والذى ينتج عنه ظهور درجات من اللون الأخضر تتفاوت بين الشحوب واللون الطبيعى ، مما يعطى الأوراق مظهرًا متبرقشًا ، وهو ما يسمى بالموزيك mosaic . وتحدث هذه الأعراض بمجموعة كبيرة من الفيروسات النباتية يطلق عليها فيروسات التبرقش . كما توجد مجموعة أخرى كبيرة تحدث اختزالاً منتظمًا للكلوروفيل مع آثار قليلة نسبيًا من التبرقش ، ويطلق عليها فيروسات الأصفرار yellows viruses (شكل ٢٩ - ٤أ ، وشكل ٢٩ - ٤ ب : صورة ملونة في آخر الكتاب).

شكل ٢٩ - ٤ : (أ) أعراض الإصابة بفيروس تجعد أوراق الطماطم الأصفر في الطماطم

ومن أهم الأعراض والتأثيرات الأخرى الشائعة للإصابات الفيروسية ما يلى :

١ - شفافية العروق Veinclearing ، وتخويط العروق Veinbanding :

تبدو العروق شفافة أو بلون شاحب أو مصفر ، كما قد يظهر شريط من نسيج شاحب يمتد بطول العروق . وتظهر هذه الأعراض قبل تكشف التبرقش أو الموزاييك .

٢ - البقع الحلقى Chlorotic ring spots :

تظهر الأعراض فى صورة بقع موضعية مستديرة شاحبة ، أو قد تكون فى صورة حلقات شاحبة متبادلة مع اللون الأخضر الطبيعى . والغالب أن مراكز هذه البقع تتحلل فى النهاية .

٣ - التحلل والموت Necrosis :

مع تقدم أعراض التبرقش أو الاصفرار نجد أن الأنسجة المصابة قد تضعف وتضمحل ، ثم تتحلل وتموت . وتتراوح مساحة الأنسجة المتحللة من بقع بحجم رأس الدبوس إلى بقع بقطر ١ سم أو أكثر .

٤ - التقزم Stunting والموت المبكر Premature Death :

يظهر ذلك مع تقدم الإصابة فى معظم الأمراض الفيروسية .

٥ - التشوهات Malformation والتضخمات :

تظهر تشوهات واضحة بالأعضاء النباتية المصابة ، سواء أكانت أوراقًا ، أم أزهارًا أم ثمارًا . ومن هذه التشوهات : التجعد ، أو التكرمش ، والتثآلل ، وتكوين التوءمات والدرنات المغزلية ، وكثرة عدد البراعم وتشوهها .

وإلى جانب ما تقدم .. فإن النباتات قد تكون حاملة للفيروس ، دون أن تظهر عليها أعراض مميزة ، وتسمى Symptomless Carriers (Walker ١٩٦٩) .

ويعطى Bos (١٩٧٨) وصفًا تفصيليًا مزودًا بالصور لأعراض الإصابات الفيروسية فى النباتات . أما تفاصيل الأمراض الفيروسية ، فيمكن الرجوع إليها فى Smith (١٩٧٢ ، ١٩٧٧) ، و Matthews (١٩٨١) .

انتقال الفيروسات Virus Transmission

تنتقل الفيروسات النباتية إلى النباتات ، ومن نبات لآخر بالوسائل التالية :

١ - الانتقال الميكانيكى Mechanical Transmission :

يتم الانتقال الميكانيكى عادة بإحداث جروح بالنبات الملقح لتسهيل إحداث العدوى بالفيروس . فمثلًا .. ينتقل فيروس موزاييك الدخان بواسطة أيدى العمال أثناء عملية تقليم وتربية الطماطم فى

الصوبات ، وينتشر فيروس موزاييك الخيار بواسطة عمال الجمع أثناء حصاد الثمار ، وينتشر فيروس الدرنة المغزلية فى البطاطس بواسطة نصل السكين عند تقطيع درنات التقاوى .

هذا .. وبينما تنتقل فيروسات مجموعة الموزاييك بسهولة بالوسائل الميكانيكية فإنه يندر انتقال فيروسات مجموعة الاصفرار بهذه الوسيلة .

٢ - الانتقال بواسطة التطعيم Graft Transmission :

تنتقل جميع الفيروسات بطريق التطعيم ، نظرًا لأن النسيج المصاب يصبح جزءًا من النبات السليم بعد نجاح التطعيم . وليس لهذه الطريقة فى انتقال الفيروسات أهمية إلا عند التكاثر بالتطعيم ، وكذلك فى أغراض البحوث .

٣ - الانتقال بواسطة البذور وأعضاء التكاثر الأخرى :

تنتقل بعض الفيروسات بالبذور ، مثل : موزاييك الفاصوليا العادى ، وموزاييك الخس . وبرغم أن نسبة الانتقال بالبذور تكون عادة منخفضة ، إلا أن النباتات الناتجة من زراعة بذور مصابة تكفى عادة لنشر الفيروس فى الحقل بوسائل الانتقال الأخرى .

هذا .. كما تنتقل جميع الفيروسات بطرق التكاثر الخضرى المختلفة ، مثل : الدرنات ، والفسائل ، والجذور ، والأبصال .. إلخ .

٤ - الانتقال بواسطة الحشرات Insect Transmission :

ينتقل العديد من الفيروسات النباتية بطريق الحشرات . ويطلق على الحشرات الناقلة للفيروسات اسم vectors . ومعظم هذه الحشرات تتبع رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera ، وأغلبها يتبع عائلتين من هذه الرتبة هما : عائلة المن Aphididae ، وعائلة نطاط الأوراق Cicadellidae . والقليل منها يتبع عائلة الذباب الأبيض Aleyrodidae ، وعائلة الحشرات اللعابية Cercopidae ، وعائلة البق الدقيقى Coccidae . كما ينتقل فيروس الذبول المتبقع فى الطماطم بواسطة حشرة التربس ، وهى من رتبة هدبية الأجنحة Thysanoptera . وتنتقل بعض الفيروسات ، مثل : موزاييك القرع ، وموزاييك اللوبيا بواسطة الخنافس ، وهى من رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera . ومما تجدر الإشارة إليه أن أغلب فيروسات الاصفرار تنقلها نطاطات الأوراق والذبابة البيضاء ، فى حين تنتقل أغلب فيروسات مجموعة الموزاييك بواسطة المن .

هذا .. وتختلف الفيروسات والحشرات الناقلة فى المدة التى تصبح الحشرة بعدها ناقلة للفيروس بعد تغذيتها على النبات المصاب ، وفى المدة التى تظل الحشرة خلالها قادرة على نقل الفيروس للنبات السليم ، وفيما إذا كان الفيروس يتكاثر داخل جسم الحشرة وينتقل إلى النسل أم لا .

٥ - الانتقال بواسطة الأكاروس .

٦ – الانتقال عن طريق التربة :

يتم الانتقال بهذه الطريقة ف فيروسات موازييك الدخان ، وفيروس تضخم العرق ف الخس . وقد تحدث الإصابة عن طريق الجذور ، أو عن طريق ملامسة الأوراق لتربة الحاوية على الفيرس . وقد يعيش الفيرس ف التربة ، أو ف بقايا النباتات التى توجد بها .

٧ – الانتقال بواسطة النيماتودا وبعض الفطريات التى تعيش التربة .

٨ – الانتقال بواسطة حبوب اللقاح .

٩ – الانتقال بواسطة النباتات الزهرية المتطفلة .

تعد هذه الطريقة ذات فائدة خاصة ف الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيًا ، حيث تفيد ف أغراض البحوث . ويعتبر نبات الحامول من النباتات الزهرية المتطفلة القادرة على نقل الفيروسات .

٢٩ – ١ – ٤ : الأمراض التى تسببها الفيرويدات

الفيرويدات النباتية Plant Viroids عبارة عن أحماض نووية من نوع الريبوزنيوكليك (RNA) عارية من الغطاء البروتينى ، وأصغر حجمًا من الفيروسات ، وقادرة على إحداث المرض بالنبات . وتتكاثر داخل خلايا العائل الحى فقط ، على حساب هذه الخلايا ، وتنتقل من خلية إلى أخرى كالفيروسات .

ومن أمثلة الفيرويدات النباتية المعروفة تلك التى تسبب مرض الدرنة المغزلية للبطاطس ، والتقزم الصغير للكريزانثيمم .

٢٩ – ١ – ٥ : الأمراض التى تسببها المولكيوتات

المولكيوتات Mollicutes عبارة عن كائنات حية وحيدة الخلية ليس لها جدار خلوى . وقد اكتشفت عام ١٩٦٧ ، وأطلق عليها حديثًا اسم كائنات شبيهة بالميكوبلازما Mycoplasma Like Organisms (اختصارًا MLOs) ، نظرًا لأنها تشبه الكائنات التى تتبع جنس ميكوبلازما Mycoplasma ، والتى يسبب بعضها أمراضًا للإنسان والحيوان .

والمولكيوتات تشبه البكتريا ف أنها وحيدة الخلية ،وف احتوائها على تركيب وراثى على هيئة كرموسوم واحد يتكون من خيط مزدوج من الحمض النووى ديزوكسى نيوكليك (DNA) ، وف أنها بدون غشاء نووى محدد . وبذلك فهى تعد من الكائنات الحية الدقيقة غير محددة النواة Prokaryotes ، مثل البكتريا تمييزًا لها عن الكائنات الحية ذات الأنوية الحاملة بغشاء نووى Eukaryotes .

وتقسم الكائنات الشبيهة بالميكوبلازما حاليًا على أنها بكتريا فقدت جدارها الخلوى ، وتوضع ضمن قسم المولیکیوتات Mollicutes مع قسمى البكتريا Bacteria والريكتسيات Rickettsiae فى مملكة بروكاريوتا Kingdom Prokaryotae .

هذا .. والكائنات الشبيهة بالميكوبلازما عديدة الأوجه . وتتراوح قطرها من ٢ - ١٠٠ ميكرون ، وتكون محاطة بغشاء خلوى ، وتحتوى على حمض رايبوزومى نيوكليك . ويعتقد أنها تتكاثر بالانقسام البسيط . وهى تختلف عن الفيروسات فى أنها حساسة للتتراسيكلينات tetracyclines ، والكلورامفينكول Chloramphenicol ، ولكنها غير حساسة للبنسلين penicillin الذى يؤثر على جدر خلايا البكتريا .

وهى تحدث فى النباتات أعراضًا شبيهة بأعراض الإصابات الفيروسية ، وتنتقل غالبًا بواسطة نطاطات الأوراق ، ويتكاثر بعضها فى النطاطات ، والبعض منها ينتقل من جيل لآخر عن طريق بيض النطاطات ، ولا تنتقل ميكانيكيًا ، وتعيش غالبًا فى إناء النباتات المصابة . ومن أمثلتها الميكوبلازما المسببة لمرض اصفرار الأستر Aster Yellows فى الجزر والأستر ، و Whiche's Broom فى البطاطس ، و Stubbern Disease فى الموالح والتقزم stunt فى الذرة .

ولمزيد من التفاصيل عن الميكوبلازما المسببة للأمراض النباتية يراجع Whitcomb & Tully (١٩٧٩) .

٢٩ - ١ - ٦ : الأمراض التى تسببها الريكتسيات

تعد الريكتسيات Rickettsias أحدث مجاميع الكائنات الدقيقة التى اكتشفت كمسببات مرضية ، وقد كان اكتشافها فى بداية السبعينيات . وهى تتشابه مع البكتريا إلى حد كبير ، نظرًا لأن لها جُدر خلوية محددة ، كما أنها حساسة للبنسلين ، مثل البكتريا . ويوجد منها مجموعتان : إحداهما تعيش فى أنسجة الخشب فقط ، وتنتقل بواسطة نطاطات الأوراق ، ونطاطات النباتات . ومن أمثلتها مسببات أمراض Pierc's Disease فى العنب و Ratoon Stunt فى قصب السكر . أما المجموعة الثانية ، فإنها تعيش فى أنسجة اللحاء فقط ، ومن أمثلتها ما يسبب مرض Clubleef فى الرسيم (Smith ١٩٧٧ ، روبرتس وبوثرويد ١٩٨٦) .

٢٩ - ١ - ٧ : النيماتودا المسببة للأمراض النباتية

يطلق على النيماتودا النباتية Plant Nematodes اسم الديدان الخيطية ، وهى ديدان خيطية صغيرة تصعب رؤيتها بالعين المجردة .

دورة حياة النيماتودا

تشترك جميع أنواع النيماتودا فى أن لها دورة حياة واحدة بسيطة تبدأ بالبيضة المخصبة المحتوية على الزيجوت . ومع انقسام الزيجوت يبدأ الجنين فى التكون ، حيث يصل إلى الطور اليرقى الأول الذى

ينسلخ داخل البيضة ، معطيًا الطور اليرقى الثانى . بعد ذلك يفقس البيض ويخرج منه الطور اليرقى الثانى الذى يبحث عن العائل ليبدأ فى التغذية . تلى ذلك ثلاثة انسلاخات متتالية ، معطية الطور اليرقى الثالث ، فالطور اليرقى الرابع ، ثم الطور البالغ ذكرًا كان أم أنثى . ولا تختلف اليرقات فى الشكل عن الطور الكامل إلا فى عدم اكتمال الأجهزة التناسلية ، وعدم وجود الفتحة التناسلية . ومع نضج الأنثى فإنها تعطى بيضًا جديدًا لتبدأ دورة حياة جديدة .

هذا .. وتستغرق دورة حياة العديد من أنواع النيماتودا نحو أربعة أسابيع تحت الظروف البيئية المناسبة . وتطول مدة الدورة عن ذلك عندما لا تكون الظروف البيئية مناسبة ، أو عند عدم توافق النيماتودا مع العائل .

تقسيم النيماتودا حسب طريقة تغذيتها

تقسم النيماتودا التى تعيش فى التربة إلى ثلاث فئات حسب طبيعة تغذيتها كالتالى :

١ - نيماتودا مترممة Saprophytic Nematodes :

تتغذى النيماتودا المترممة على المواد العضوية المتحللة ، وما يوجد فى محاليل التربة من كائنات دقيقة . ومن أمثلتها الجنس **Rhabditis** .

٢ - نيماتودا مفترسة Predaceous Nematodes :

تتغذى النيماتودا المفترسة على الحيوانات الدقيقة التى تعيش فى التربة ، بما فى ذلك النيماتودا أيضًا ومن أمثلتها الجنس **Mononchus** .

٣ - نيماتودا متطفلة على النبات Plant Parasitic Nematodes :

تقسم النيماتودا المتطفلة على النبات إلى الأقسام التالية :

(أ) نيماتودا متطفلة على الفطريات . ومن أمثلتها الجنس **Aphelenchus**

(ب) نيماتودا متطفلة على الطحالب . ومن أمثلتها الجنس **Dorylaimus**

(جـ) نيماتودا متطفلة على النباتات الراقية . وتنقسم بدورها حسب طريقة تغذيتها إلى :

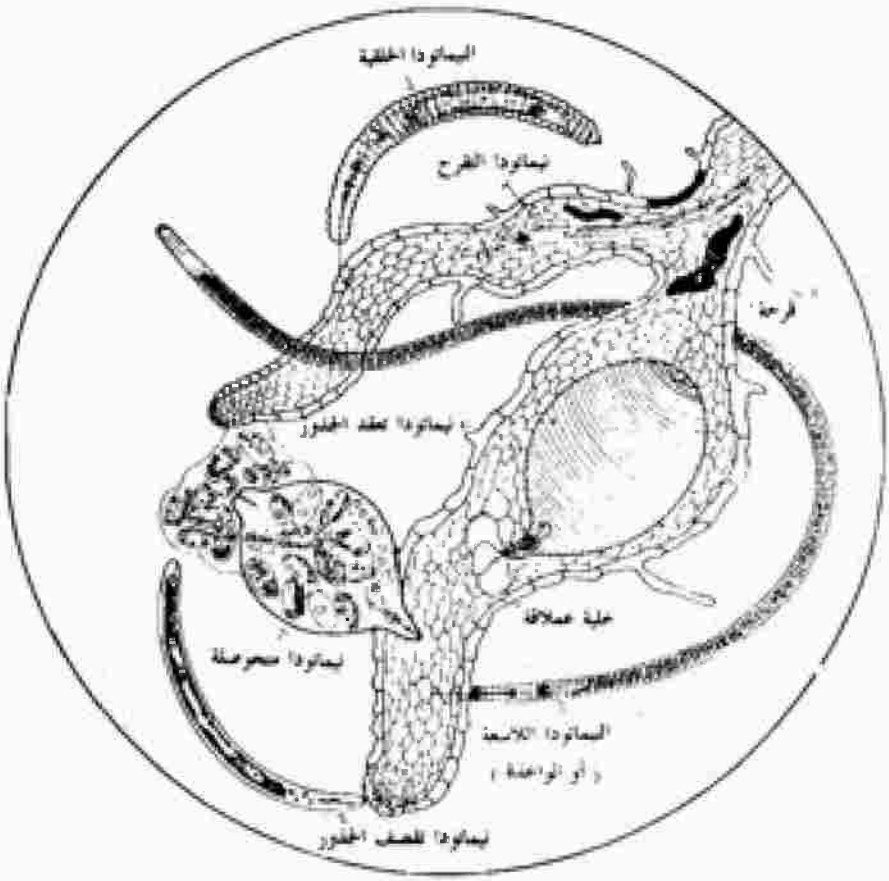
(١) متطفلات على المجموع الخضرى من أوراق ، وسيقان ، وبراعم ، وأزهار ، كما فى أجناس **Aphelenchoides** ؛ **Anguina** .

(٢) متطفلات على المجموع الجذرى . وهذه تنقسم بدورها إلى :

(أ) متطفلات خارجية Ectoparasites : وهى التى تتغذى على جذور العائل من الخارج بإرسالها للرمح الذى يمتص العصارة . ومن أمثلتها الجنس **Xiphinema** .

(ب) متطفلات داخلية Endoparasites : وهي التي تتغذى على نسيج العائل بعد أن يخترق جزءًا كبيرًا من مقدمتها نسيج الجذر . ومن أمثلتها الجنس **Meloidogyne** .

(جـ) متطفلات شبه داخلية Semi-endoparasites ، وهي التي تتغذى على نسيج العائل بعد أن يخترق جزءًا كبيرًا من مقدمتها نسيج الجذر . ومن أمثلتها الجنس **Rotylenchulus** . ويوضح شكل (٢٩ - ٥) بعض أنواع النيماتودا الهامة .



شكل ٢٩ - ٥ : بعض أنواع النيماتودا الهامة .

طبيعة الأضرار التي تحدثها النيماتودا

تحدث الأضرار الناشئة عن تطفل النيماتودا على النباتات نتيجة لما يلي :

١ - موت الأنسجة Necrosis :

تموت الأنسجة نتيجة لإحداث النيماتودا لأحد الأعراض التالية :

(أ) التقرح Lesion :

التقرح هو موت الخلايا المكونة للنسيج المصاب فى منطقة محددة تتلون غالبًا بلون داكن . ويحدث ذلك دائمًا فى نسيج القشرة ، وقد يمتد إلى الأسطوانة الوعائية . ومن أهم الأجناس التى تحدث هذه الأعراض جنس نيماتودا التقرح **Pratylenchus** ، والنيماتودا الحفارة من جنس **Radopholus** .

(ب) الذبول Wilting :

يظهر الذبول فى جميع حالات الإصابة بالنيماتودا المتطفلة على الجذور ، وبصفة خاصة فى حالة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور ، وهى التابعة للجنس **Meloidogyne** .

(جـ) التعفن Rotting :

التعفن هو حدوث تحلل فى نسيج النبات ، إما نتيجة الإصابة بالنيماتودا مباشرة ، كما فى حالة الإصابة بنيماتودا الأبصال من الجنس **Ditylenchus** ، أو نتيجة للإصابة بكائنات ثانوية من البكتريا والفطريات المحدثة للعفن الطرى من الفتحات التى أحدثتها النيماتودا بالجذور .

(د) موت الأطراف Die-back :

هو موت الأطراف الغضة فى الأشجار ، واستمرار ذلك تدريجيًا نحو قاعدة الأفرع . ومن أمثلة النيماتودا المحدثة لهذا النوع من الأعراض : نيماتودا الموالح من جنس **Tylenchulus** .

٢ - زيادة النمو Hyperplasia :

تحدث الزيادة فى النمو نتيجة لإحداث النيماتودا لأحد الأعراض التالية :

(أ) تكوين الخلايا العملاقة Giant cell formation .

تتكون الخلايا العملاقة فى حالة الإصابة بعدد محدود من أنواع النيماتودا ، أهمها نيماتودا تعقد الجذور من الجنس **Meloidogyne** ، ونيماتودا الحوصلات من الجنس **Heterodera** ، وكذلك الجنس **Nacobbus** .

وتنشأ الخلية العملاقة من اندماج عدد من الخلايا المتجاورة ، وذلك عن طريق تلاشى الجدر الفاصلة بينها ، ثم حدوث زيادة فى سمك الجدار المحيط بهذا الاندماج الخلوى الذى يحتوى على عدد كبير من الأنوية .

(ب) تكوين العقد Gall formation .

تظهر هذه الأعراض على الجذور فى حالات الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور من الجنس **Meloidogyne** ، والنيماتودا الناقلة للفيروسات من جنسى **Xiphinema** و **Longidorus** . وفى حالة إصابة

الأوراق ، كما فى الجنس **Ditylenchus** ، والأزهار ، كما فى الجنس **Anguina** لنشأ هذه العقد نتيجة حدوث زيادة غير عادية فى انقسام الخلايا فى منطقة الإصابة .

هذا .. وليس من الضرورى أن يصاحب تكوين الخلايا العملاقة تكوين عقد أو تورمات كما يحدث عند تكوين الخلايا العملاقة فى حالة الإصابة بنيماتودا الخوصلات **Heterodera** ، والعكس صحيح .. فقد تتكون تورمات ، ولا تتكون خلايا عملاقة ، كما فى حالة جنس **Anguina** ، وجنس **Xiphinema** .

٣ - توقف الأنسجة عن النمو Hypoplasia :

يحدث التوقف فى نمو الأنسجة كما فى حالة الإصابة بنيماتودا تقصف الجذور التابعة للجنس **Trichodorus** ، حيث تتطفل النيماتودا على القمة النامية للجذور (شافعى والشريف ١٩٧٩) .

نيماتودا تعقد الجذور

يعرف نحو ٥٠ نوعًا من نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes ، لكن ٩٩٪ من العينات التى جمعت من مختلف أنحاء العالم كانت من أربعة أنواع رئيسية هى كما يلى :

Meloidogyne incognita

M. javanica

M. arenaria

M. hapla

تنتشر الأنواع الثلاثة الأولى فى المناطق الحارة التى يكون معدل درجة الحرارة القصوى فيها ٣٦°م أو أقل ، بينما يوجد النوع الرابع فى المناطق الباردة التى يصل فيها انخفاض درجة الحرارة إلى - ١٥°م ، لكنها لا تنتشر إلا فى المناطق التى يكون معدل درجة الحرارة القصوى فيها أقل من ٢٧°م ، وهى التى تقع شمال خط عرض ٣٥ شمالًا ، وجنوب خط عرض ٣٥ جنوبًا (Taylor وآخرون ١٩٨٢) .

ويوضح شكل (٢٩ - ٦) المراحل التطورية المختلفة فى دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور (عن Sasser ١٩٥٤) .

وأبرز أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور هى العقد الجذرية (شكل ٢٩ - ٧) ، لكن وجود هذه العقد لا يعنى بالضرورة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور ، لأنها قد تظهر أيضًا فى الحالات الآتية :

١ - عند الإصابة بأنواع أخرى من النيماتودا منها : **Ditylenchus** و **Meloidodera** و **Nacobbus** .

٢ - عند الإصابة بفطر الجذور المنسب عن الفطر **Plasmodiophora brassicae**

٣ - بواسطة بكتريا العقد الجذرية في البقوليات (Taylor & Sasser ١٩٧٨)

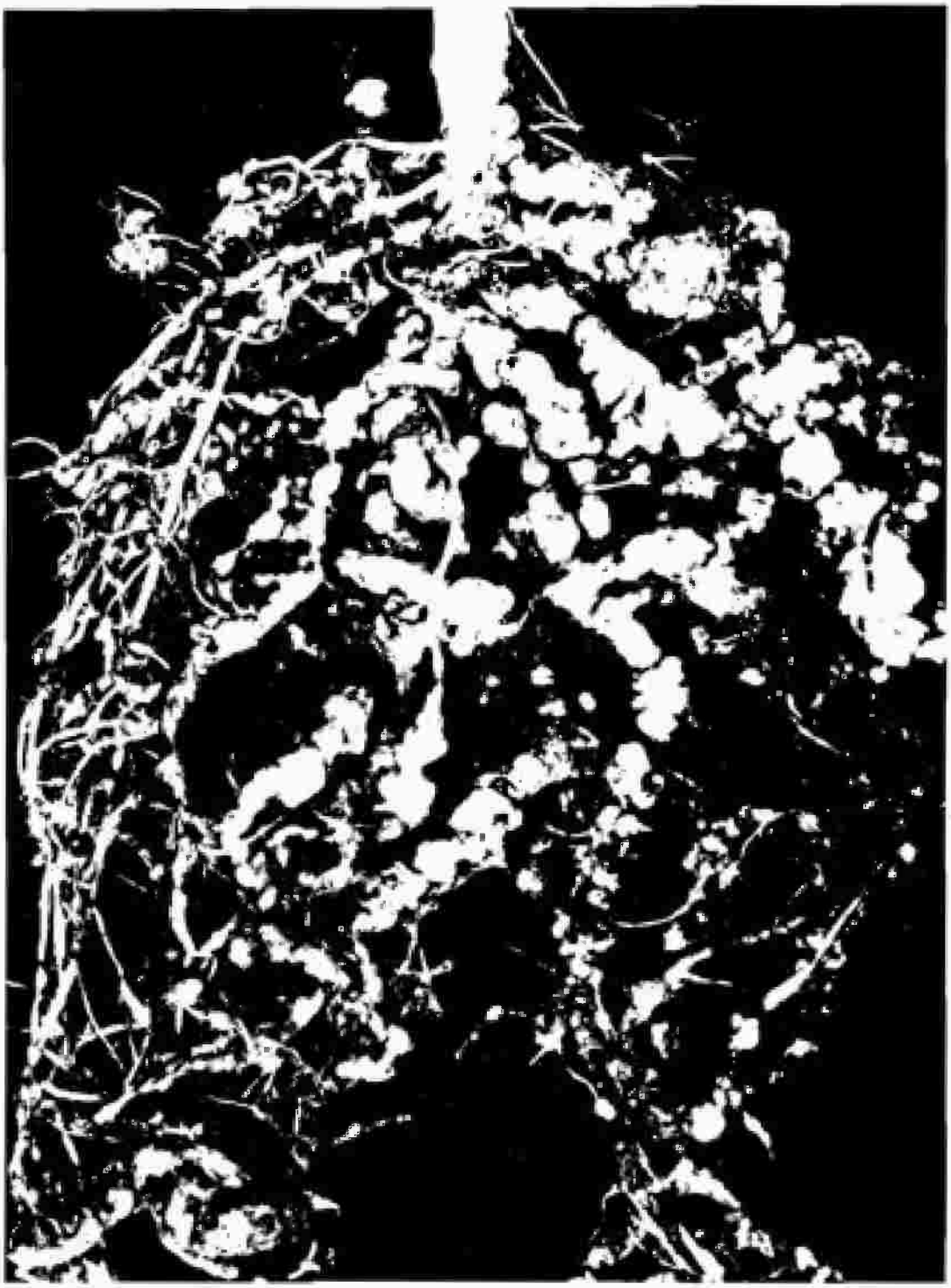
شكل ٢٩ - ٦ : المراحل التطورية المختلفة في دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور .

وتؤدي الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور إلى إحداث نقص واضح في النمو والإنتاجية يختلف من محصول لآخر . ففي الطماطم وجد Barker وآخرون (١٩٧٦) أن الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور في أرض صفراء رملية أحدثت نقصًا في المحصول بلغ ٨٥٪ عند الإصابة بالنوع **M.incognita** ، و ٥٠٪ عند الإصابة بالنوع **M. hapla** ، لكن مقدار النقص اختلف كثيرًا باختلاف موقع التجربة ، وتعداد النيماتودا بالحقل من ١٠,٥ - ٨٥٪ .

هذا وتتأثر شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور بالعوامل البيئية التالية :

١ - درجة الحرارة :

يمكن أن يعيش النوع **M. hapla** في التربة المتجمدة ، ويتكاثر في درجة حرارة من ١٥ - ٢٨°م ، لكنه لا يعيش في المناطق التي يزيد فيها الحد الأقصى لدرجة الحرارة صيفًا عن ٣٢°م . أما الأنواع



شكل ٢٩ - ٧ : أعراض الإصابة بيمافوديا تعقد الجذور فى القاصوليا (عن Taylor & Sasser ١٩٧٨) .

الأخرى ، فيمكنها أن تعيش فى درجة حرارة من صفر إلى ٥٥م ، ولكنها لا تصيب النباتات ، ولا تتكاثر إلا فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك . ويمكن القول أن درجة حرارة ٥٥م هى الحد الأدنى للإصابة بـ M. hapla وأن الدرجة المثلى للإصابة تتراوح من ١٥ – ٢٠م ، وللتكاثر من ٢٠ – ٢٥م ، وأن الحد الأقصى هو ٣٥م . أما باقى الأنواع ، فتزيد درجات الحرارة المناسبة لها عن تلك الحدود بنحو ٥ درجات مئوية .

٢ – الرطوبة الأرضية :

تعتمد النيماتودا على الرطوبة الأرضية فى البقاء والنشاط ، وتموت اليرقات والبويضات فى التربة الجافة ، لكنها تظل حية طالما كان محتوى الأرض من الماء بالقدر الذى يكفى لإبقاء الرطوبة النسبية فواء التربة فى حدود ١٠٠٪ . وتتنفس اليرقات وتتحرك بسهولة فى الأرض ، طالما وجد غشاء مائى حول حبيبات التربة . وعند نقص الرطوبة يقل التنفس ، وتقل حركة اليرقات فى التربة ، كما تحدث تأثيرات مماثلة فى حالات الغرق .

٣ – pH التربة :

تعيش النيماتودا جيدًا فى مدى pH من ٤ – ٨ ، أى أن الـ pH المناسب للنيماتودا هو أيضًا فى المجال المناسب للنمو النباتى .

ومن أهم المصادر التى يمكن الرجوع إليها بخصوص نيماتودا تعقد الجذور ، والتى تتميز بالشمولية والإيجاز : كل من Taylor & Sasser (١٩٧٨) ، و Eisenback وآخرين (١٩٨١) . ويتناول المرجع الأول بيولوجى النيماتودا ، وطرق التعرف على أنواعها ، وطرق مكافحتها . أما المرجع الثانى ، فيتناول بالتفصيل كل نوع منها على حدة .

أما بالنسبة للأمراض النيماتودية – بصورة عامة – فإنه يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Sasser (١٩٧١) ، وشافعى والشريف (١٩٧٩) ، و Dropkin (١٩٨٠) .

٢٩ – ١ – ٨ : الأمراض التى تسببها النباتات المتطفلة

يوجد أكثر من ٢٥٠٠ نوع من النباتات المتطفلة Parasitic Plants تنتمى إلى ١٠ عائلات نباتية على الأقل ، لكن القليل منها هو ما يحدث خسائر اقتصادية جوهرية ، مثل (عن Russell ١٩٧٨) :

الجنس	الاسم العربى	الاسم الانجليزى	العائلة التابع لها
Cuscuta spp.	الحامول	doddors	Cuscutaceae
Orobanche spp.	الهالوك	broomrape	Orobanchaceae
Striga spp.	الدبق	witchweeds	Scrophulariaceae

الهالـوك

يتبع الهالوك الجنس Orobanche ، وقد وجد El-Helaly وآخرون (١٩٧٣) خمسة أنواع من الهالوك فى مصر هى :

Orobanche cernua

O. aegyptiaca

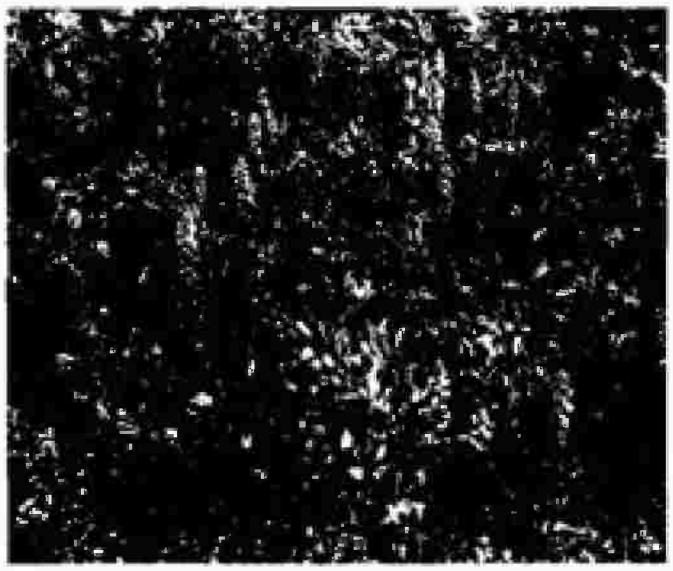
O. ramosa

O. minor v. grisebachii

O. mutelii

ويعطى المرجع وصفًا تفصيليًا لكل نوع من الهالوك والأنواع النباتية التى يصيبها .

ومن أهم عوائل الهالوك فى مصر كل من : البطاطس ، والطماطم ، والبرسيم ، والبسلة ، والفول (شكل ٢٩ – ٨) ، والحمص ، والترمس ، والجزر ، والكرنب ، والباذنجان ، وعدد كبير من الحشائش (Al-Menofi ١٩٧٨)



شكل ٢٩ – ٨ : الإصابة بالهالوك فى حقول الفول (الزراعة فى العالم العربى – المجلد الثانى – العدد الرابع) .

وتوصى وزارة الزراعة بمكافحة الهالوك فى حقول الفول بالرش بالأترسر ٣٦ lancer 36 بمعدل ٧٥٠ مل/ ٢٠٠ لتر ماء/ فدان فى الرشة الواحدة ، على أن يجرى الرش ٣ مرات ، الأولى مع بداية التزهير ، ثم كل ٣ أسابيع بعد ذلك . كما يحسن الرش بسماد ورقى فى نفس الوقت لتشجيع نمو النباتات . ويعمل المبيد على منع إنبات بذرة الهالوك .

الحـــامول Dodder

ينتمي الحامول الجنس **Cuscuta** ، وتوجد منه عدة أنواع تتطفل على عدد من المحاصيل الزراعية . وفي مصر وجد Al-Menoufi & Hassan (١٩٧٦) خمسة أنواع من الحامول تتطفل على ٢٤ نوعًا من النباتات من تسع فصائل مختلفة . وقد كان من بينها نوع واحد وجد منتشرًا خلال الصيف هو **Cuscuta pedicellata** . أما باقي الأنواع ، فإنها وجدت منتشرة خلال فصل الشتاء ، وهي :

C. hyalina var. nubiana

C. chinensis

C. planiflora

C. epilinum

ومن أهم المحاصيل الزراعية التي وجد الحامول متطفلاً عليها كل من الخبيزة ، والذرة ، والبرسيم الحجازي ، والزمير ، والكتان ، وحشيشة برمودا ، والرجلة .

بعد انتشار بذور الحامول ، فإن معظمها ينبت في خلال شهر واحد . أما البذور المتبقية ، فتظل ساكنة في التربة لعدة سنوات . وتعتمد البادرات الصغيرة على الغذاء المخزن بالبذرة ، وتموت إن لم تجد العائل المناسب بعد استنفاذ هذا الغذاء . أما إن وجدته ، فإن ساق نبات الحامول تلتف التفافًا لولبيًا حول العائل ، وترسل ممصات داخل خلايا العائل ، ثم يموت المجموع الجذري للنبات ، ويفقد اتصاله بالأرض .

يظهر الحامول كسوق خيطية متشابكة ومتفرعة وبه حراشيف خالية من الكلوروفيل . وينتشر النبات بالبذور التي تتناثر بسهولة في الحقل .

ويمكن الاطلاع على تفاصيل بيولوجيا الحامول وطرق مكافحته بالرجوع إلى Ashton (١٩٧٦) .

٢٩ - ١ - ٩ : مصادر إضافية خاصة بالأمراض النباتية

بالنظر إلى أن هذا الفصل لم يتطرق ولا يجوز لنا أن نتطرق فيه إلى تفاصيل الأمراض المختلفة التي تصيب محاصيل الخضر ، لأن ذلك يخرج بالكتاب عن الهدف الذي كتب من أجله ، كما يستحيل تلخيص ما يكتب في مجلدات في جزء واحد من فصل واحد ، لذلك فإننا نورد فيما يلي للقارىء بعض المصادر الهامة التي يمكنه الاستعانة بها في هذا الشأن :

المؤلف	السنة	الموضوع وملاحظات
أولا : مراجع عامة		
U.S.Dept. Agr.	١٩٥٣	الأمراض النباتية بوجه عام
U.S.Dept. Agr.	١٩٦٠	أسماء جميع الأمراض التى تصيب المحاصيل المزروعة فى الولايات المتحدة
Walker	١٩٦٩	واحد من أهم مراجع أمراض النبات
المركز القومى للإعلام والتوثيق	١٩٧٠	حصر لجميع بحوث أمراض النبات التى أجريت فى مصر خلال الفترة من ١٩٠٠ إلى ١٩٧٠
Holliday	١٩٨٠	الأمراض الفطرية للمحاصيل الاستوائية
Ziedan	١٩٨٠	أسماء جميع الأمراض التى تصيب المحاصيل المزروعة فى مصر
Manners	١٩٨٢	أساسيات أمراض النبات
روبرتس وبوترويد	١٩٨٦	أساسيات أمراض النبات
العروسى وآخرون	١٩٨٧	أمراض النبات : عام وشامل
ثانيا : أمراض المحاصيل البستانية		
Chupp & Sherf	١٩٦٠	أمراض الخضر
Shurtleff	١٩٦٢	أمراض المحاصيل البستانية
حماد وآخرون	١٩٦٥	أمراض الخضر
Reed & Webb	١٩٧٥	أمراض الخضر
Cook	١٩٧٨	أمراض الخضر الاستوائية وتحت الاستوائية
Dixon	١٩٨١	أمراض الخضر
MacNab وآخرون	١٩٨٣	أمراض الخضر بالصور الملونة
Fletcher	١٩٨٤	أمراض محاصيل البيوت المحمية من الخضر ونباتات الزينة
Dixon	١٩٨٤	أمراض المحاصيل البستانية ومكافحتها

ثالثا : أمراض الخازن والتسويق ل محاصيل الخضر

Ramsey وآخرون	١٩٥٩	أمراض العائلات الركبة والرمرامية والطيقية
Ramsey & Smith	١٩٦١	أمراض العائلتين الصليبية والقرعية
Smith وآخرون	١٩٦٤	أمراض الخازن والتسويق لجميع الخضر
Smith وآخرون	١٩٦٦	أمراض العائلات الزنبقية والنرجسية والبقولية والخيمية
McColloch وآخرون	١٩٦٨	أمراض الطماطم والفلفل والباذنجان

٢٩ - ٢ : الحشـــرات

تعد الحشرات من أخطر الآفات التي تصيب محاصيل الخضر . وهي تحدث بها أضرارًا مباشرة ل النموات الخضرية والثمرية ، كما أن بعضها ينقل محاصيل الخضر بعض الأمراض الفيروسية الهامة . ولتفاصيل هذه الأضرار على المستوى العالمي يراجع Pimentel (١٩٨١) .

٢٩ - ٢ - ١ : تقسيم الحشرات حسب طريقة تغذيتها

تقسم الحشرات حسب طريقة تغذيتها إلى المجاميع الآتية :

الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة

وهذه تقسم إلى أربع مجاميع حسب الجزء الباقي الذي تتغذى عليه كالتالي :

١ - آكلات الأوراق والسيقان : وهي تؤثر على عملية البناء الضوئي ، ومن أمثلتها ما يلي :

(أ) يرقات أبي دقيق والفراشات ، مثل : دودة الكرنب ، ودودة الكرفس ، والدودة القارضة ، والدودة الناسجة .

(ب) بعض الخنافس ويرقاتها ، مثل : الخنفساء اليابانية ، خنفساء الإسبرجس ، وخنفساء الفاصوليا العادية ، وخنفساء كلورادو .

(جـ) حوريات النطاط وحشراته الكاملة .

(د) ناقفات الأوراق .

٢ - آكلات الجذور : وهي تتغذى - بصفة عامة - على الأجزاء الحديثة من المجموع الجذري ، وتؤثر بالتالي على فاعلية الجذور ، ومن أمثلتها ما يلي :

(أ) يرقات الخنافس ، مثل : خنفساء الخيار ، وخنفساء مايو ، وخنفساء يونيو .

(ب) ديدان جذور الشليك .

٣ – الحشرات التى تحفر فى السيقان : وجميعها من الثاقبات ، مثل : ثاقبات فرع الكوسة ، أو ثاقبات الذرة .

٤ – الحشرات التى تتغذى على الثمار اللحمية والبذور وأعضاء التخزين اللحمية ، وتستهلك كميات كبيرة من الغذاء ، وهى عبارة عن يرقات الفراشات والخنافس ، مثل سوسة البطاطا ، وسوسة الفول ، وسوسة البسلة ، ودودة ثمار الطماطم ، ودودة كيزان الذرة .

الحشرات ذات اجزاء الفم القارض الماص

تثقب هذه الحشرات طبقة البشرة وتمتص الكلوروبلاستيدات والأغذية الذائبة والفيتامينات من الأوراق ، وتجعلها غير قادرة على تكوين الكلوروفيل ، ومن أمثلتها ما يلى :

١ – الأنواع المتعددة من المن ، مثل : من البسلة ، ومن الكرنب .

٢ – أنواع التربس ، مثل تربس البصل .

٣ – أنواع البق ، مثل بق الكوسة ، وبق الكرنب .

٤ – نطاطات الأوراق ، مثل : نطاط أوراق البطاطس .

٥ – الحشرات القشرية .

٢٩ – ٢ – ٢ : دورة حياة الحشرات

تنقسم دورة حياة الحشرات التى تنسلخ انسلاخًا كاملًا إلى أربع مراحل هى : البيضة egg ، واليرقة larva ، والعذراء pupa ، وهو طور ساكن تتحول فيه اليرقة إلى الطور الأخير ، وهو الحشرة البالغة adult أو الطور التزاوجى .

أما عندما لا يكون الانسلاخ كاملًا فإن المراحل الوسطية بين البيضة والحشرة الكاملة تعرف باسم الحوريات nymphs .

ويعد الطور اليرقى هو أكثر الأطوار خطورة فى معظم الحشرات ، ويطلق على هذا الطور أحيانًا اسم الدودة warm ، وهى تسمية خاطئة يجب استبعادها . ويعطى الطور اليرقى الكثير من الأسماء الوصفية كالتالى :

١ – يرقة كما فى الحشرات التى تتبع رتبة ذات الجناحين Diptera ، مثل : الذباب ، والبعوض ، وحشرات الأنفاق .

٢ – يرقة اسطوانية (يُسروع) Caterpillars ، وهى يرقات الحشرات التى تتبع رتبة الحشرات القشرية Lepidopters ، مثل : الفراشات ، وعثة الملابس .

٣ – يرقة دودية grub ، وهي : يرقات تعيش في التربة لحشرات تتبع رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera ، مثل الخنافس ، وقد تسمى بهذا الاسم أي يرقات أخرى تعيش في التربة .

٤ – ديدان سلكية wire worms ، وهي يرقات الخنافس المقفزة click beetles .

٥ – سوس Weevils ، وهي الأطوار اليرقية والأطوار البالغة للخنافس التي تهاجم الحبوب والبذور .

٦ – يرقات زحوية slug ، أي يرقات زحوة ، وهي يرقات الحشرات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة Hymenoptera ، مثل : نحل العسل ، والنمل ، والزنابير ، وهي تختلف عن الزحويات الحقيقية .

٧ – الثاقبات borers ، وهي يرقات العثة ، والخنافس ، وهي تصنع أنفاقاً داخل الجذور والسيقان (جانيك ١٩٨٥) .

٢٩ – ٢ – ٣ : أهم الحشرات التي تصيب الخضر والأضرار التي تحدثها

يُبين جدول (٢٩ – ١) أهم الحشرات التي تصيب محاصيل الخضر ، والأضرار التي تحدثها (عن استينو وآخرين ١٩٦٣). وللمزيد من التفاصيل المتعلقة عن هذا الموضوع يراجع Reed & Weeb (١٩٧٥)

جدول (٢٩ ـ ١) : أهم الحشرات التي تصيب محاصيل الخضر ، وطبيعة الأضرار التي تحدثها في كل محصول .

الحشرة	المحاصيل التي تصيبها	الطور الضار	نوع الضرر
بق بذرة القطن	الباميا	الحشرة الكاملة والحوريات	تصاب البذور في الثمار الناضجة وتقل نسبة إنباتها .
بق الفيسكس الدقيقي	الباميا والباذنجان	الحشرة الكاملة والحوريات	تقوم بامتصاص عصارة النبات ، مما يؤدي إلى تجعد القمة النامية وتوقف نمو الفرعات . كما يسود قطر أسود على إفرازات الحشرات .
بق ورق القطن أو البقة السوداء	البطيخ والفرعيات الأخرى	الحشرة الكاملة والحوريات	تقوم بامتصاص العصارة من الأوراق ، مما يؤدي إلى ذبولها وجفافها ، ويتوقف النمو النباتي .
تربس البصل أو تربس القطن	البصل والثوم	الحشرة الكاملة واليرقات	تظهر بقع فضية بأنصال الأوراق نتيجة لامتصاص العصارة . يقف النمو النباتي ، ويصفر ، وتتدلى الأوراق وتتجعد . كما تصاب الثورة ، وتصاب أجزاء الزهرة ، ويقل محصول البذور .

جدول (٢٩ - ١) : يتبع .

الحشرة	المحاصيل التي تصيبها	الطور الضار	نوع الضرر
الحفار	النباتات الصغيرة ودرنات البطاطس	الحشرة الكاملة	تقوم الحشرة بقرض وتقريق جذور النباتات الصغيرة وسوقها تحت سطح التربة مباشرة ، فتذبل النباتات ثم تصفر وتموت . تشاهد أنفاق طويلة ظاهرة على سطح الأرض عقب الري .
الحنفساء البرغوثية	البادرات الصغيرة	الحشرة الكاملة	تتغذى على البادرات ، وقد تقضى عليها ، خاصة في الصليبيات .
حنفساء البقول (حنفساء اللوبيا حنفساء الفاصوليا حنفساء الفول الكبيرة حنفساء الفول الصغيرة)	البقوليات	البرقات والعذارى	تبدأ الاصابة أثناء الأزهار وتضع القرون ، فيوضع البيض على الأزهار أو القرون قبل التفتح ، وبعد الفقس تدخل البرقات في البيض ، وتتغذى على البذور قبل وبعد الحصاد ، ثم تتحول إلى عذراء داخل البذرة ، ثم تخرج الحشرة الكاملة أثناء التخزين .
حنفساء الخمراء	الفرعيات	الحشرة الكاملة والبرقات	تتغذى الحشرة الكاملة على الأوراق والأجزاء الزهرية فتتلفها ، ثم تحفر البرقات في الساق عند سطح الأرض أو في الجذور ، فيذبل النبات ويجف .
حنفساء القمح	الفرعيات	الحشرة الكاملة والبرقات	تتغذى الحشرة الكاملة على الأوراق حتى تأتي عليها ، ثم تثقب الثمار وتتلفها .
دودة البطيخ	البطيخ	البرقات	تتغذى البرقات على الأوراق والأزهار ، كما تثقب الثمار وتتغذى على محتوياتها .
دودة الخبازى	الخبيزة والخرشوف	البرقات	تتغذى البرقات على الأوراق .
فراش درنات البطاطس	الباذنجانيات	البرقات	تتغذى على درنات البطاطس في الحقل والمخزن ، وعلى ثمار وبراعم أزهار الطماطم ، وعلى براعم وأزهار وثمار الباذنجان . تحفر البرقات بين بشرتي ورقة البطاطس حتى تصل إلى أعناق الأوراق ، ثم الساق ، ثم الدرنات عند الأجزاء التي تتحول فيها ، ويذبل النبات .
حفار ساق الباذنجان	الباذنجان والبطاطس والفلفل	البرقات	تدخل البرقات في الساق قرب سطح الأرض وتحفر فيه . وتعرف الاصابة بالثقوب التي توجد بالساق مكان دخول البرقات ، حيث يشاهد بقوطها براز الحشرة .
حفار ساق الكرنب	الكرنب والقنبيط	البرقات	تحفر في الساق عدة أنفاقاً يتسبب عنها موت النبات .

جدول (٢٩ - ١) : يتبع .

الحشرة	المحاصيل التي تصيبها	الطور الضار	نوع الضرر
الدودة القارضة	البادنجانيات والبصل والبطاطا والخرشوف والبسلة	اليرقات	تتغذى ليلا وأحيانا نهارا في شقوق الأرض . تقرض البادرات أو النباتات عند سطح الأرض ، أو على ارتفاع بضعة سنتيمترات .
دودة قرون الفوبيا	البقوليات	اليرقات	تتغذى على البراعم الزهرية ، فتسقط الأزهار والثمار الحديثة ، العقد والبذور قبل نضجها .
الدودة النصف قياسة	الكرنب والسبانخ والخس والبسلة	اليرقات	تحدث ثقوباً في الأوراق .
دودة ورق القطن	العديد من الخضر	اليرقات	تتغذى على الأوراق ، وتحدث بها ثقوباً غير منتظمة .
أبو دقيق الكرنب	الصليبيات والخس	اليرقات	تتغذى على الأوراق ، وتحدث بها ثقوباً غير منتظمة .
ذبابة البصل	البصل والثوم	اليرقات	تتغذى على البادرات وقاعدة النبات ، وتعيش بين قواعد الأوراق .
ذبابة الفاصوليا	الفاصوليا واللوبيا	اليرقات	تسبب النباتات المصابة واصفرارها مع وجود مجاميع من اليرقات والعذارى تحت بشرة الساق . تضع الحشرة الكاملة البيض في أنسجة الورقة ، وعندما يفقس تسير اليرقات بين بشرتي الورقة صانعة أنفاقاً فضية اللون تمتد حتى العرق الوسطي ، ثم العنق ، ثم الساق حتى موضع اتصال الساق بالجذر حيث تبقى .
ذبابة الثمار	القرعيات	اليرقات	يوضع البيض في الثمرة تحت القشرة مباشرة ، وعندما يفقس تتجول اليرقات في الثمرة وتتغذى على أنسجتها . تتميز الثمار المصابة بوجود ثقوب دقيقة على سطحها . وفي النهاية تصفر الثمار وتضمر وتتعفن .
(الذبابة البيضاء والخاصيه	أنواع مختلفة	الحوريات والحشرة الكاملة	نقل بعض الأمراض الفيروسية .
المن (أنواعه عديدة)	العديد من الخضروات	الحشرة الكاملة	تتجعد الأوراق المصابة ، خاصة في القمم النامية .
النطاط (نطاط البرسيم ، نطاط البرسيم المتشابه ، نطاط الأرز .	القرعيات والصليبيات والطماطم	الحوريات والحشرات الكاملة	التغذية على النباتات ، خاصة البادرات الصغيرة .

جدول (٢٩ ـ ٢) : موعد الاصابة الطبيعى ، والعلامات المميزة للاصابات الحشرية المختلفة فى محاصيل الخضر

الحشرة	موعد الاصابة	أهم العلامات المميزة للاصابة
بق بذرة القطن	من يوليو حتى أكتوبر	الحشرة الصغيرة سوداء اللون ـ تلف البذور فى ثمار الباميه
بق الهيبسكس الدقيقى	خلال الصيف	تجعد القمة النامية فى الباميه والباذنجان ، ونمو قطر أسود على إفرازات الحشرة
بق ورق البطيخ أو البقة السوداء	خلال الصيف	ظهور بقع سوداء على أوراق القرعيات فى بداية الاصابة .
تربس البصل أو تربس القطن	من أكتوبر حتى أبريل	ظهور بقع فضية على أوراق البصل والثوم وتلف البورة ، ووجود اليرقات فى قلب النباتات بأعداد كبيرة .
الحفار	من مارس حتى أكتوبر	تكوين أنفاق طويلة ظاهرة على سطح الأرض عقب الرى
الحنفساء البرغوثية		ظهور الحشرة وهى صغيرة بطول ٢ ـ ٣ مم ولونها أزرق معدنى لامع وتثب وثبا سريعا إذا أزعجت مع ظهور ثقوب صغيرة بأوراق النباتات المصابة من الصليبيات والباذنجان .
خنافس البقول		ثقب البذور ووجود العذارى بداخلها
خنفساء الخمراء	من مارس حتى نوفمبر	لون الحشرات الكاملة أحمر برتقالى . حفر اليرقات فى ساق القرعيات عند سطح الأرض أو فى الجذور .
خنفساء المقات	من أبريل حتى نوفمبر	لونها احمر طوبى ، وتوجد ١٢ بقعة سوداء على غمدى الحشرة . تلف أوراق القرعيات وثقب الثمار
دودة البطيخ	ابتداء من أبريل	إصابة أوراق البطيخ وتلف الأزهار وثقب الثمار
أبو دقيق الخبازى	خلال الصيف	أكل أوراق الخبازى والخرشوف
فراشة درنات البطاطس	من مارس الى مايو فى الحقل ومن مايو إلى أكتوبر فى المخزن	اليرقة صغيرة طولها من ٩ ـ ١٢ مم لونها أبيض مخضر . حفر اليرقات بين بشرة الورقة . بروز إفرازات اليرقة على سطح الدرنة .

جدول (٢٩ - ٢) : يتبع .

الحشرة	موعد الاصابة	أهم العلامات المميزة للاصابة
حفار ساق الباذنجان	ابتداء من شهر أبريل	اليرقة طولها نحو ١٧ مم . الرأس بنية ، وباقى الجسم أبيض مشرب بصفرة . ظهور ثقوب فى ساق نباتات الباذنجانيات مع ظهور براز الحشرة على فوهة الثقب .
حفار ساق الكرنب		تلف الشتلات وظهور انفاق فى سيقان نباتات الصليبيات
الدودة القارضة		اليرقة التامة النمو طولها ٥ سم ، ولونها أخضر زيتونى ، وتتكور بمجرد الشعور بالخطر . تتغذى بالليل وتختبىء نهارا فى شقوق الأرض . تقرض البادرات والنباتات الأكبر عند سطح الأرض .
دودة قرون اللوبيا		سقوط البراعم الزهرية والثمار الحديثة العقد ، وظهور براز اليرقة على قرون البقوليات .
الدودة النصف قياسة		عند سير اليرقة تتقوس بطنها ، ثم تعود للامتداد .
دودة ورق القطن		اليرقة الحديثة الفقس لونها أخضر مصفر ، ورأسها سوداء . أما اليرقة الأكبر سنا ، فلونها زيتونى أو رمادى أو أسود ، وعلى ظهرها خط وسطى أصفر ، وعلى جانبيه خطان آخران لونهما أصفر كذلك ، وتوجد بقع سوداء على الظهر .
أبو دقيق الكرنب	من أكتوبر حتى أوائل الصيف	لون اليرقة التامة النمو أخضر ، وطولها نحو ٢,٥سم . وتظهر ثقوب غير منتظمة بأوراق الصليبيات والخس .
ذبابة البصل	من نوفمبر حتى مارس	طول اليرقة نحو ٨ مم . وتعيش بين قواعد الأوراق .
ذبابة الفاصوليا	الزراعة الخريفية	طول اليرقة نحو ٤ مم ، ولونها سمنى . توجد اليرقات والعذارى تحت بشرة الساق ، كما توجد انتفاخات بين الجذر والساق تتواجد بها اليرقات والعذارى .

جدول (٢٩ - ٢) : يتبع

الحشرة	موعد الاصابة	أهم العلامات المميزة للاصابة
ذبابة الفقات	من أكتوبر حتى فبراير	طول اليرقة التامة نحو ٨ مم ، ولونها سمنى . وتظهر بالثمار المصابة ثقوب دقيقة تغطيها إفرازات صمغية .
الذبابة البيضاء	من سبتمبر إلى نوفمبر	لون الحشرة الكاملة أبيض دقيق . إذا هزت النباتات تطير الحشرة بأعداد كبيرة ، ثم تعود بسرعة للاختباء بين الأوراق .
الجاسيدز		لونها أخضر ، وتتحرك حركة جانبية وبسرعة
المن		الحشرة لونها أسود أو أخضر أو أصفر . ويظهر براز المن - وهو مادة عسلية - على النباتات المصابة ، ولذلك تعرف الاصابة عند الزراع باسم الندوة العسلية . ينمو على الافرازات فطريات العفن الأسود أو يتغذى عليه النمل .
النطاط	مارس إلى أكتوبر	يبلغ طول الحشرة الكاملة ٢ - ٤ سم ، ولونها بني يميل إلى الصفرة أو الخضرة

٢٩ - ٢ - ٤ : موعد الإصابات الحشرية ، والعلامات المميزة لها

يُبين جدول (٢٩ - ٢) أهم العلامات المميزة للإصابات الحشرية في محاصيل الخضر ، وموعد الإصابة بها في مصر .

هذا .. والمكتبات غنية بالمراجع العلمية القيمة في مجال الحشرات الاقتصادية ، إلّا أن غير المتخصص تزداد حاجته إلى المصادر المبسطة ، مثل Westcott (١٩٦٤) الذي يتناول ١٩٠٠ حشرة من الحشرات التي تصيب المحاصيل البستانية بالشرح من حيث الاسم العلمي ، والوصف المورفولوجي ، والعوائل التي تصيبها ، والضرر الذي تحدثه بها . كذلك يمكن الرجوع إلى كل من حماد وآخرين (١٩٦٥) ، و Pyenon (١٩٦٤ ، ١٩٧٧) ، وحماد وعبد السلام (١٩٨٥) .

٢٩ - ٣ : الآفات الأخرى

من الآفات الأخرى الهامة التي تصيب محاصيل الخضر كل من : الأكاروس ، والقارضات ، والطيور . وهي آفات تحدث أضرارًا متنوعة ، وقد تكون خطيرة . وقد قدم Pimentel (١٩٨١) حصرًا لهذه الأضرار على المستوى العالمي .

٢٩ - ٣ - ١ : الأكاروس

توجد للأكاروس أربعة أزواج من الأرجل ، وجسم مكون من منطقتين ، حيث يندمج الرأس مع الصدر فى منطقة واحدة . وبالمقارنة .. فإن الحشرات لها ٣ أزواج من الأرجل ، وجسم مكون من ثلاث مناطق هى : الرأس ، والصدر ، والبطن . وتتبع الأكاروس قبيلة مفصليات الأرجل التى فيها العناكب Spider ، والعقارب Scorpions ، وعديدات الأرجل daddy longlegs ، والقراد ticks .

وتقسم الأنواع المختلفة من الأكاروس إلى :

١ - أكاروس الأوراق :

يتغذى أكاروس الأوراق بثقب السطح السفلى للأوراق بواسطة زائدتين شوكيتين لامتصاص العصارة ، فتتلون الأوراق أولًا باللون الأصفر ، ثم باللون البنى . ومن أمثلتها : العنكبوت الأحمر العادى ، وعنكبوت الشليك . ويصيب العنكبوت الأحمر القرعيات والباذنجانيات ، والبقوليات ، والسباغ ، والقلقاس ، والبامية ، والشليك . ويتواجد العنكبوت الأحمر طول العام ، ويعيش بأعداد كبيرة على أوراق النباتات ، خاصة على السطح السفلى ، وينسج عليها نسيجًا رقيقًا يعيش تحته ، ويمتص العصارة النباتية . وتتميز الإصابة بظهور بقع حمراء اللون أو صفراء باهتة على الأوراق . وقد تسقط الأوراق فى حالات الإصابة الشديدة .

٢ - أكاروس الأبصال :

يتغذى أكاروس الأبصال على الأبصال والتراكيب المشابهة ، وهو يصيب أبصال وكورمات بعض نباتات الزينة ، وكذلك ريزومات الفليون (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٢٩ - ٣ - ٢ : القارضات والطيور

تعتبر الفئران من أهم القارضات التى تصيب محاصيل الخضر . وقد اتسع نطاق الأضرار التى تحدثها فى السنوات الأخيرة ، خاصة فى الخضر الصيفية ، كالبطيخ ، والشمام ، والفلفل ، وغيرها . وتعد مشكلة الفئران من أكبر مشاكل إنتاج الخضر فى بعض المناطق ، نظرًا لأنها تتوالد وتتكاثر بسرعة مذهلة (يراجع الجزء ٢٢ - ٣ - ٤ بخصوص مكافحة الفئران) .

أما الطيور فضررها أقل ، وإن كان قائمًا ، خاصة بالنسبة للخضر البقولية ، كالبسلة، حيث تقوم الطيور بنقر القرون ، وتتغذى على البذور . وأفضل الطرق لمكافحتها هى باستعمال مواد لاصقة خاصة توضع فى الأماكن التى تحط فيها الطيور عادة ، حيث لا تستطيع الفكاك منها ، لكن بعض الدول تحرم استخدام هذه الطريقة . كما تستعمل مدافع خاصة تطلق أصواتًا عالية على فترات ، مما يزعج الطيور فى البداية ، إلّا أنها تتعود على صوت الطلقات بعد فترة ؛ ولا تتأثر بها ، بينما يتبقى إزعاجها للإنسان .

٢٩ - ٤ : المراجـــع

العمروسي ، حسين ، وصبر ميخائيل ، ومحمد على عبد الرحيم (١٩٨٧) . أمراض النبات . دار المطبوعات الجديدة - الإسكندرية - ٥٥٨ صفحة .

اسبنر ، كال رمزى ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبد المقصود محمد ، و وريد عبد البر وريد ، وأحمد عبد المجيد رضوان ، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) . إنتاج الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ١٣١٠ صفحة .

جانيك ، جوليوس (١٩٨٥) . علم البساتين . ترجمة جميل فهيم سوريال وآخرين . الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٦٥٩ صفحة .

حماد ، شاكر ، وحسين العروسي ، ومحمود عاصم (١٩٦٥) آفات وأمراض الخضر ومقاومتها . الدار القومية للطباعة والنشر - القاهرة .

حماد ، شاكر ، وأحمد لطفى عبد السلام (١٩٨٥) . الحشرات الاقتصادية فى مصر والعالم العربى - دار المريخ للنشر - الرياض - ٥٥٥ صفحة .

روبرتس ، دانيال أ . وكارل وبوترويد (١٩٨٦) . أساسيات أمراض النبات . ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرين . الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة - ٥٢٣ صفحة .

على ، محمد ضياء الدين حسين ، وأحمد عبد العزيز مرسى ، ومصطفى عبد الجواد الشريف (محرران) (١٩٧٢) . تعريف بالبحوث الزراعية التى أجريت فى مصر ١٩٠٠ - ١٩٧٠ . الجزء الأول : أمراض النبات ، المركز القومى للإعلام والتوثيق ، الدقى - القاهرة - ٤٨٩ صفحة .

ووكر ، جون تشارلز (١٩٦٦) . أمراض النبات . الترجمة العربية لطبعة ١٩٥٧ من الكتاب الأصلى . مكتبة النهضة المصرية - القاهرة - ١٠٦١ صفحة .

Alexopoulos, C.J. 1962 (2nd ed.). Introductory mycology. Wiley, N.Y. 613p.

Al-Menoufi, O.A. 1978. A note on new hosts of **Orbanche aegyptiaca** Pers. and **O. crenata** Forsk. Egypt. J. Phytopath. 10: 71-72.

Al- Menoufi, O.A. and M.Th. Hassan. 1976 Studies on the parasitism of **Cuscuta** spp. 1. Survey study on **Cuscuta** spp. and their hosts in Nubaryia Region (El. Thazir Province). Egypt. J. Phytopath. 8: 25-29.

Ashton, F.M. 1976. **Cuscuta** spp. (dodder): a literature review of its biology and control. Univ. Calif., Div. Agr. Sci, Bul. 1880. 22p.

Barker, K.R, P.B Shoemaker and L.A. Nelson. 1976. Relationships of initial population densities of **Meloidogyne incognita** and **M. hapla** to yield of tomato. J.Nematology 8: 232-239.

Bos, L. 1978. Symptoms of virus diesses in plants. Res. Inst. Plant Prot., Wageningen, the Netherlands. 225p.

Chupp, C. and A.F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N.Y. 693p.

Cook, A.A. 1978. Diseases of tropical and subtropical vegetables and other plants. Hafner Pr., a division of MacMillan Pub., Co., N.Y. 381p.

Dixon, G.R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404p.

Dixon, G.R. 1984. Plant pathogens and their control in horticulture. MacMillan, London. 253p.

Dropkin, V.H. 1980. Introduction to plant nematology. John wiley & Sons, N.Y. 293p.

Edmond, J.B. T.L. Sens, F.S. Andrews and G.R. Halfacre. 1975. (4th. ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 560.

Eisenback, J.D., H. Hirschmann, J.N. Sasser and A.C. Triantaphyllou.1981. A guide to the four most common species of root knot nematodes (**Meloidogyne** spp.) with a pictorial key. Dept. Plant Path., N.C State Univ. Raleigh. 48p.

El-Helaly, A.F., H. Elarosi, M.D. Hassouna and O.A. Al-Menoufi. 1973. **Orobanche** spp. in Egypt. J. Phytopath. 5: 1-8.

Fletcher, J.T. 1984. Diseases of greenhouse plants. Longman, London. 351.

Hassan, A.A. 1966. The application of the coryledonary method of inoculation with **Corynebacterium michiganense** in screening for resistance and in host range studies. M.S. thesis, N.C. State Univ. at Raleigh. 79p.

Hassan, A.A. 1970. Inheritance of resistance to **Fusarium solani** f. **phaseoli** and **Thielaviopsis basicola** in **Phaseolus vulgaris** L. Ph. D. thesis, Cornell Univ. 154p.

Holliday, P. 1980. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 607p.

Király, Z, Z. Klement, F. Solymosy and J. Vörös. 1974. Methods in plant pathology with special reference to breeding for disease resistance.Elsevier Sci. Pub. Co., London. 509.

MacNab, A.A., A.F. Sherf and J.K. Springer. 1983. Identifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State Univ., University Park. 62p.

Manners, J.G. 1982. Principles of plant pathology. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 264p.

Matthews, R.E.F. 1981 (2nd ed.). Plant virology. Academic Pr., N.Y 897p.

McColloch, L.P., H.T. Cook and W.R. Wright. 1968. Market diseases of tomatoes, peppers and eggplants. U.S. Dept. Agr., Agr., Handbook No. 28., Wash., D.C. 74p.

Pimentel, D. (Ed.) 1981. CRC handbook of pest management in agriculture. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 597p.

Pyenson, L. 1964. Keep your garden healthy. E.P. Dutton & Co., Inc., N.Y. 256p.

Pyenson, L.L. 1977. Fundamentals of entomology and plant pathology. AVI Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 327p.

Ramsey, G.B., B.A. Friedman and M.A. Smith. 1959. Market diseases of beets, chicory, endive, escarole, globe artichokes, lettuce, rhubarb, spinach, and sweetpotatoes. U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 155. Wash., D.C. 42p.

Ramsey, G.B. and M.A. Smith. 1961. Market diseases of cabbage, cauliflower, turnips, cucumbers, melons, and related crops. U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 184. Wash., D.C. 49p.,

Reed, L.B. and R.E. Webb. 1975. Insects and diseases of vegetables in the home garden. U.S. Dept. Agr., Agr. Inf. Bul. No. 380. 50p.

Russell, G.E. 1978. Plant breeding for pest and disease resistance. Butterworths, London 485p.

Sasser, J.N. 1954. Identification and host-parasite relationships of certain root-knot nematodes (**Meloidogyne** spp.) Univ. Md. Agr. Exp. Sta., Tech. Bul. A-77. 31p.

Sasser, J.N. 1971. An introduction to the plant nematode problem affecting world crops and a survey of current control methods. Pflanzenschutz -Nachrichten Bayer 24: 3-47.

Sasser, J.N., C.C. Carter and A.L. Taylor. 1982. A guide to the development of a plant nematology program -Dept. Plant Path., N.C. State Univ., Raleigh. 21p.

Shurtleff, M.C. 1962. How to control plant diseases in home and garden. The Iowa State Univ. Pr., Ames, Iowa. 520p.

Smith, K.M. 1972 (3rd ed.). A textbook of plant virus diseases. Longman, London. 684p.

Smith, K.M. 1977 (6th ed.). Plant viruses. Chapman and Hall, London. 241p.

Smith, M.A., G.B. Ramsey and R.J. Geen. 1964. Market diseases of fruits and vegetables: a summary of transit and storage diseases and their control. U.S. Dept. Agr., Ext. Circ. 523. 19p.

Smith, M.A., L.P. McColloch and B.A. Friedman. 1966. Market diseases of asparagus, onions, beans, peas, carrots, celery, and related vegetables. U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 303. 65p.

Taylor, A.L. and J.N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (**Meloidogyne** species). Dept. Plant Path. N.C. State Univ., Raleigh. 111p.

Taylor, A.L., J.N. Sasser and L.A. Nelson. 1982. Relationship of climate and soil characteristic to geographical distribution of **Meloidogyne** species in agricultural soils. Dept. Plant Path., N.C. State Univ., Raleigh. 65p.

The Commonwealth Mycological Institute. 1968. Plant Pathologist's pocketbook. Key Surrey, England. 267p.

U.S. Dept. Agr. 1953. Plant diseases. Yearbook of Agriculture. Wash., D.C. 940p.

U.S.Dept. Agr. 1960. Index of Plant diseases in the United States. Agr. Handbook No. 165. 531p.

Walker, J.C. 1969. Plant pathology. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 819p.

Westcott, C. 1964. The gardener's bug book. Doubleday & Co., Inc., Garden City, N.J. 625p.

Whitcomb, R.F. and J.G. Tully (Eds). 1979. The mycoplasmas. Vol. III. Plant and insect mycoplasmas. Academic Pr., N.Y. 351p.

Ziedan, M.I. (Ed.). 1980. Index of plant diseases in Egypt. Institute of Plant Path. Agr. Res. Center, Cairo, Egypt. 95p.

الفصل الثلاثون

أساسيات مكافحة الآفات

تندرج كافة الطرق المستخدمة فى مكافحة الآفات النباتية تحت أربع وسائل رئيسية هى :

١ – الاستبعاد Exclusion : وتضم كل الطرق التى تكفل منع الآفة – أيًا كانت – من دخول منطقة الزراعة ، سواء أكانت هذه المنطقة حقلًا خاصًا ، أم دولة بأكملها .

٢ – الاستئصال Eradication : وتضم كل الطرق التى تكفل الاستئصال التام للآفة والتخلص منها ، سواء أكان ذلك على مستوى النبات الواحد ، أم على مستوى الحقل ، أم الدولة .

٣ – الحماية Protection : وتدخل ضمن ذلك كل الطرق التى تكفل حماية النبات من الإصابة بالآفة رغم وجودها فى بيئة الزراعة .

٤ – إدخال صفة المقاومة الوراثية فى الأصناف المزروعة Immunization : ويتضمن ذلك استخدام الطرق المعروفة لتربية النبات فى نقل صفة المقاومة للأمراض من الطرز البرية والأصناف غير المرغوبة إلى الأصناف المستخدمة فى الزراعة التجارية . وهو ما يعرف بالتربية لمقاومة الآفات Breeding for Pest Resistance .

٣٠ – ١ : الاستبعاد

يعنى تطبيق مبدأ الاستبعاد Exclusion فى مكافحة الآفات أن الآفات المعنية لا توجد بمنطقة الزراعة ، ويكون الغرض هو العمل بكافة الوسائل المتاحة لاستمرار منع الآفة من دخول منطقة الزراعة . ومن الطرق المستخدمة لتحقيق ذلك ما يلى :

٣٠ – ١ – ١ : الحجر الزراعى

إن المفهوم المعروف للحجر الزراعى النباتى Plant Quarantine هو الإبقاء على النباتات الخضرية التكاثر ، أو زراعة بذور النباتات الجنسية التكاثر فى مكان منعزل حتى يثبت خلوها من الإصابات المرضية ؛ لكن المفهوم الأشمل للحجر الزراعى يتضمن أيضًا ما يتعلق بتنظيم انتقال النباتات من مكان إلى آخر ، خاصة بين الدول وبعضها البعض (Commonwealth Myc. Inst. ١٩٦٨) . وهذه الإجراءات تقوم بها الدول والحكومات ، ولا يمكن أن يقوم بها المزارعون أو التعاونيات . هذا ..

وقد أفاد الحجر الزراعي في منع دخول الكثير من الآفات المرضية والحشرية إلى العديد من دول العالم . ويعنى المهتمون بالشئون الزراعية في كل دولة بعدد من الآفات غير الموجودة في الدولة لتطبيق الحجر الزراعي عليها . وتقوم السلطات المختصة بإعدام شحنات الأغذية أو النباتات الخضرية أو البذور التي يكتشف وجود هذه الآفات بها .

٣٠ - ١ - ٢ : إنتاج تقاوٍ خالية من الآفات

يفضل دائمًا إنتاج البذور في مناطق لا تتوفر فيها الظروف البيئية التي تساعد على انتشار الأمراض . فمثلاً .. تنتج تقاوى الفاصوليا في المناطق الجافة بغرب الولايات المتحدة لعدم ملاءمة الظروف الجوية بها لانتشار أمراض الإنثراكنوز ، واللفحة البكتيرية التي تنتقل عن طريق البذور .

كذلك فإن إنتاج تقاوى البطاطس يجب أن يتم تحت رقابة شديدة تجعل من الممكن الحصول على تقاوٍ خالية من الأمراض الفيروسية ، بالرغم من وجود العديد من الفيروسات التي تصيب البطاطس ، والتي يمكن أن تجعل زراعة البطاطس غير اقتصادية إن لم تتخذ هذه الإجراءات الصارمة عند إنتاج التقاوى المعتمدة .

وعند شراء الشتلات يجب التأكد من خلوها من الأمراض ، خاصة الفيوسية ، والأمراض التي تنتقل عن طريق التربة ، كالنيماتودا ، وأمراض الذبول .

٣٠ - ١ - ٣ : تجنب الزراعة في المواسم التي تشتد فيها الإصابة

يمكن تحقيق مبدأ استبعاد الآفة من المزرعة بتجنب الزراعة في المواسم التي تشتد فيها الإصابة . وقد تكون الزراعة مبكرة ، بحيث يتم الحصاد قبل اشتداد خطر الآفة ، أو قد تكون متأخرة بعد زوال خطر الآفة ، كذلك يمكن زراعة الأصناف المبكرة والمتأخرة لتحقيق نفس الغرض .

٣٠ - ١ - ٤ : زراعة حزام حول الحقل من النباتات التي تمنع انتشار الحشرات الناقلة للفيروسات

من الممكن حماية الحقل من الحشرات الناقلة للفيروسات بإحاطته بحزام من محصول آخر ، مع مكافحة الحشرة في هذا الحزام . فمثلاً .. أمكن حماية نباتات الفلفل والكرفس والطماطم من حشرة المن الحاملة لفيروس Y البطاطس (Potato Virus Y) بإحاطتها بحزام عرضه ١٥ م من عباد الشمس . وقد أدى رش نباتات هذا الحزام بالملاثيون إلى زيادة كفاءته في عدم وصول الفيروس للنباتات بالحقل .

٣٠ - ١ - ٥ : زراعة العوائل المفضلة للحشرة بين خطوط الزراعة

من الممكن حماية الحقل من الحشرات الناقلة للفيروسات بزراعة العوائل التي تفضلها الحشرة بين خطوط الزراعة . فمثلاً .. وجد Al-Musa (١٩٨٢) في الأردن أن زراعة الخيار أو الباذنجان أو الذرة بين خطوط الطماطم قبل الشتل بشهر أدت إلى خفض معدل الإصابة بفيروس تجعد الأوراق الأصفر في الطماطم ، لأن الحشرة فضلت هذه العوائل على الطماطم . وقد كان الخيار أكثرهم جاذبية للحشرة . كما أوصى Yassin (١٩٨٣) باتباع هذه الطريقة في مكافحة نفس المرض في السودان .

٣٠ - ١ - ٦ : استخدام أغطية التربة الملونة والعاكسة للضوء فى مكافحة الحشرات

يمكن تحقيق مبدأ الاستبعاد باستخدام أغطية خاصة للتربة تكون جاذبة للحشرات أو طاردة لها ؛ فتظل بذلك بعيدة عن النباتات . فمثلاً .. أدى استخدام أغطية من رقائق الألومنيوم إلى تقليل أضرار الحشرات والفيروسات فى محاصيل الخضر . وفى الكوسة أدى استعمال هذه الأغطية إلى تقليل أعداد المن ، وتأخير الإصابة بالفيرس ، وزيادة المحصول . كما أدى استعمالها فى الطماطم إلى نقص الإصابة بثاقبات الأوراق والـ Stink bug (Schwartz & Hamel ١٩٨٠) .

كذلك أمكن تأخير إصابة الطماطم بفيرس تجعد الأوراق الأصفر باستخدام أغطية صفراء اللون . فمثلاً .. أدى استعمال قش الأرز كغطاء للتربة وقت زراعة البذور إلى تأخير انتشار المرض فى حقول الطماطم مدة ٣ أسابيع ، وصاحب ذلك نقص تعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس فى الحقل ، وكانت الحشرة تنجذب نحو القش - ربما بسبب لونه الأصفر . وقد انخفضت فاعلية القش بعد ثلاثة أسابيع من فرشه على سطح التربة ، وصاحب ذلك تحوله إلى اللون الرمادى . (Cohen وآخرون ١٩٧٤) . وقد أدى استخدام الشرائح البلاستيكية الصفراء كغطاء للتربة بدلاً من القش إلى تأخير انتشار الفيرس فى الحقل مدة ٢٠ يومًا على الأقل . واتضح أن الحشرة تنجذب نحو البولييثيلين الأصفر بدرجة أكبر من انجذابها نحو القش . ويعد ذلك استبعادًا لها من على النباتات (Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨) .

٣٠ - ٢ : الاستئصال

يعنى تطبيق مبدأ الاستئصال Eradication فى مكافحة الآفات أن الآفة المعنية توجد فى المزرعة ، وأن طرق المكافحة توجه نحو قتلها والتخلص منها . وقد توجه جهود المكافحة نحو الآفة وهى ما زالت فى بيئة الزراعة ولم تصل بعد إلى النباتات ، أو قد توجه نحو النبات الذى أصبح حاملاً للآفة أو مصابًا بها ، أو توجه نحو البيئة والنباتات معًا ، كما فى حالة المكافحة الحيوية .

٣٠ - ٢ - ١ : طرق الاستئصال التى توجه نحو الآفة فى بيئة الزراعة

من أمثلة طرق الاستئصال التى توجه نحو الآفة التى توجد فى بيئة الزراعة ولكنها لم تصل إلى النباتات ما يلى :

١ - تعقيم التربة ، وبيئات نمو الجذور ، وأوعية نمو النباتات ، والمواد المستخدمة فى الزراعة : وقد سبق شرح الطرق المتبعة فى هذا الشأن فى الفصل الثالث عشر .

٢ - التخلص من بقايا النباتات المصابة ومن الحشائش الحاملة للآفات : يمكن التخلص من الكثير من الحشرات التى تقضى الشتاء فى بقايا النباتات فى الحقل بحرث هذه النباتات وقلبها فى التربة ، لكن هذه الطريقة لا تكون فعالة بالنسبة لمسببات الأمراض التى يمكنها أن تعيش فى بقايا النباتات فى التربة .

ويؤدى حرث التربة إلى سحق بعض الحشرات ميكانيكيًا ، وتعريض البعض الآخر للأعداء الطبيعية ، ويدفن البعض أيضًا على أعماق كبيرة ، حيث لا تستطيع الخروج ثانية . وبعض

الفيروسات تقضى الشتاء البارد فى جذور الحشائش المعمرة ، ومثل هذه الحشائش يلزم التخلص منها ، كما أنه من الضرورى التخلص من النباتات المحيطة بالحقل ، ومن الحشائش الأخرى التى تتخذها الحشرات مأوى لها .

٣ - اتباع دورة زراعية طويلة تتعاقب فيها زراعة محاصيل غير قابلة للإصابة بعد المحصول القابل للإصابة بغرض إهلاك الآفة التى لا تجد مأوى لها . وقد سبق شرح أهمية الدورة فى هذا الشأن فى الجزء (٥ - ١) .

٣٠ - ٢ - ٢ : طرق الاستحصال التى توجه نحو النبات المصاب أو الحامل للآفة

من أمثلة طرق المكافحة التى توجه نحو النبات الحامل للإصابة لتطهيره منها ، أو نحو النبات المصاب لتخليصه منها ما يلى :

١ - معاملة البذور بالمبيدات الفطرية أو الحشرية لتطهيرها من الفطريات التى تكون عالقة على سطحها ، أو من الحشرات التى تكون مختلطة بها (يراجع لذلك الجزء ١١ - ٤) . هذا .. وتؤدى هذه المعاملة أيضًا إلى حماية البادرات النابتة من الإصابة بأعفان البذور والجذور ومرض سقوط البادرات .

٢ - معاملة البذور والأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بالحرارة لتخليصها من الآفات المختلفة الفطرية ، أو البكتيرية ، أو الفيروسية ، أو النيماتودية ، أو الحشرية التى تصيبها (يراجع لذلك الجزء ١١ - ٨) .

٣ - رش النباتات بالمبيدات الجهازية لتخليصها من الإصابات الحشرية ومن بعض الإصابات المرضية . ولا يلزم فى هذه الحالة إيصال المبيد إلى كل المسطح النباتى ، نظرًا لأنه ينتقل من الأجزاء المعاملة إلى داخل النبات ، حيث يصبح جهازيًا ، ويؤدى إلى قتل الآفات المعنية بالمكافحة ، كما يحميها من أى إصابات جديدة طوال فترة فاعلية المبيد ، وفى ذلك تطبيق لمبدأى الاستحصال والوقاية معًا . ويجب توخى الحرص عند استخدام هذه الطريقة فى المكافحة بتجنب رش النباتات قبل الحصاد بفترة كافية لإعطاء الفرصة للمبيد لكى يتحلل ويتحول إلى مواد أخرى غير سامة فى الخضر المعاملة قبل أن يستعملها الإنسان .

٤ - المكافحة بالمضادات الحيوية .

٥ - التقليم كوسيلة لاستحصال الجزء النباتى المصاب والتخلص منه بعيدًا عن المزرعة . وتعد هذه الطريقة أكثر شيوعًا فى أشجار الفاكهة ، عنها فى محاصيل الخضر .

المكافحة بالمضادات الحيوية

المضادات الحيوية Antibiotics هى المركبات التى تفرزها بعض الكائنات ، وتعمل على حماية النبات من الإصابة بكائنات أخرى . وهى توجه نحو تخليص النبات المصاب من الآفة ، كما أنها توفر له أيضًا الحماية من احتمالات الإصابة مستقبلًا ، أى أنها تحقق مبدأى الاستحصال والوقاية .

١ - مكافحة الأمراض البكتيرية بالمضادات الحيوية :

تعتبر المضادات الحيوية هي المبيدات الوحيدة المستعملة فى مكافحة البكتريا تحت ظروف الحقل . وهى لا تقتل البكتريا ، لكنها تثبط نموها فقط ، أى أنها bacteristatic . ولضمان مفعولها فإنه يلزم تكرار الرش كل ١٠ أيام ، لأن تركيزها يقل تدريجيًا فى النبات بعد الرش .

تنفذ المضادات الحيوية بسهولة داخل الأنسجة النباتية ، بعكس المبيدات الأخرى التى لا يمكنها الوصول إلى البكتريا . والبعض منها يصبح جهازيًا داخل النبات ، ويظهر تأثيرها على البكتريا التى قد توجد بداخله .

ونظرًا لأن استعمال المضادات الحيوية قد يكون مكلفًا تحت ظروف الحقل ، لذلك فإنه ينصح باستعمالها فى تطهير الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر ، كالدرنات ، وكذلك فى تطهير البذور ورش المشاتل . وتوجد مشاكل تتعلق بظهور طفرات مقاومة للمضادات الحيوية (Király وآخرون ١٩٧٤) .

ومن أمثلة المضادات الحيوية التى استخدمت بنجاح كل من :

Streptomycin

Streptomycin-Terramycin

Actidione

يعتبر الإستربتومايسين مضادًا للبكتريا فقط ، وينتج من الفطر **Streptomyces griseus** ، ويستخدم فى مكافحة أمراض النباتات البكتيرية فى صورة Streptomycin sulphate ، و Streptomycin nitrate .

ومن التحضيرات التجارية للمضادات الحيوية Agri-mycin 100 ، وهو مبيد بكتيرى يذوب فى الماء بسهولة ، ولا يتبقى منه أى أثر ضار بالإنسان عند الحصاد ، ويحتوى على كل من الـ streptomycin ، والـ terramycin (عن تقرير لشركة Chas-Pfizer & Co. ١٩٥٥)

كما يدخل الإستربتومايسين كذلك فى التحضيرات التجارية التالية :

Hopk-Mycin ، و Gerox ، و Chemform ، و Agri-Strep ، و Agrimcin 17 ، و Rimocidin ، و Phytomycin .

ويستخدم الإستربتومايسين فى مكافحة الأمراض التالية :

(أ)اللفحة البكتيرية فى الكرفس المتسببة عن البكتريا **Pseudomonas apii** بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون فى مراقد البذور فقط . وتبدأ المكافحة والبادرات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية ، ويستمر الرش كل ٤ - ٥ أيام حتى الشتل .

(ب) العفن الطرى فى البطاطس .

(جـ) التبقع البكتيرى فى الطماطم والفلفل بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون فى مراقد البذور فقط حتى الشتل ، كما فى الكرفس .

هذا .. بالإضافة إلى استخدامه فى مكافحة العديد من الأمراض البكتيرية التى تصيب نباتات الفاكهة ، والزينة ، ومحاصيل الحقل .

٢ - مكافحة الأمراض الفطرية بالمضادات الحيوية

يستخدم لذلك المضاد الحيوى Cycloheximide الذى تنتجه نفس سلالات البكتيريا المنتجة للإستربتومايسين ، وهى : Streptomyces griseus . ويعد السيكلوهكساميد مضادًا للفطريات فقط ، وقد استعمل فى مكافحة الأمراض النباتية منذ عام ١٩٥٤.

ومن تحضيراته التجارية ما يلى :

(أ) Acti-spray ويحتوى على ٧,٧٪ سيكلوهيكساميد .

(ب) Acti-dione PM ويحتوى على ٠,٠٢٧٪ سيكلوهيكساميد .

(جـ) Acti-dione RZ ويحتوى على ١,٣٪ سيكلوهيكساميد ، و ٧٥٪ PCNB .

ويستعمل السيكلوهيكساميد بتركيز ١ - ١٠٠ جزء فى المليون غالبًا (وقد يصل التركيز إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون) فى مكافحة العديد من فطريات التربة مثل :

Fusarium oxysporum f. solani, Pythium, Rhizoctonia, Sclerotium, Thielaviopsis & Verticillium

(Sharvelle ١٩٧٩)

٣٠ - ٢ - ٣ : المكافحة الحيوية

يكون الغرض من المكافحة الحيوية Biological Control هو التخلص من الآفة فى كل من بيئة الزراعة والنبات المصاب معاً . ومن أهم مميزاتها ما يلى :

١ - لا تؤدى إلى قتل الأعداء الطبيعية للآفات كما يحدث عند استعمال المبيدات .

٢ - لا تترك أثرًا ضارًا بالإنسان على الأجزاء النباتية المستعملة فى الغذاء .

٣ - لا تؤدى إلى تلوث البيئة كما يحدث عند استعمال المبيدات فى المكافحة ، لكن يعاب على المكافحة الحيوية أنها لا يمكن أن تؤدى إلى التخلص نهائيًا من الآفة المراد مكافحتها ، نظرًا لأنه يوجد دائمًا توازن بين الآفة والطفيل الذى يتطفل عليها ، والذى يستخدم فى مكافحتها (Ware & MaCollum ١٩٧٥) .

مكافحة الحشرات بالحشرات

من الأمثلة الناجحة لحالات مكافحة الحشرات بالحشرات تلك التى أمكن بواسطتها السيطرة على البق الدقيقى الاسترالى Cotney-cushion scale فى كاليفورنيا . فقد وصلت هذه الحشرة إلى كاليفورنيا ، دون أن تصل معها الأعداء الطبيعية للحشرة ، وسرعان ما انتشرت بدرجة كبيرة ، ولكن أمكن التخلص منها بصورة عملية فى خلال سنة واحدة من إدخال إثنين من الأعداء الطبيعية لهذه الحشرة ، هما : Vedalia beetle وذبابة متطفلة . وقد كانت حشفساء فيداليا هى الأكثر فاعلية فى مكافحة الآفة .

كذلك فإن دودة الطماطم القرنية tomato horn worm تتغذى على أوراق الطماطم بشراهة ، لكن يمكن تقليل خطرها كثيرًا بواسطة أنثى دبور طفيلي female parasitic wasp تضع بيضها بكميات كبيرة في جسم يرقات الدودة ، ثم يفقس البيض إلى يرقات كثيرة تستهلك عضلات الدودة وأعضائها بسرعة ، مما يؤدي إلى موتها أو قلة نشاطها . كما أن التقليل من أضرار حشرة المَنّ البطاطس أمر ممكن بواسطة اليرقة المتطفلة لحشرة Aphidoletes aphido-myza (Farrar وآخرون ١٩٨٦) .

مكافحة الحشرات بالبكتريا

من الأمثلة الناجحة لحالات مكافحة الحشرات بالبكتريا استعمال البكتريا Bacillus thuringiensis في مكافحة العديد من الديدان الأسطوانية Caterpillars . تحضر مزارع هذه البكتريا تجاريًا ، وتسوق في صورة مساحيق قابلة للبلل تحت أسماء عديدة ، منها : الـ Dipel ، والـ Biriot ، والـ Thuricide . وهي شديدة الفاعلية ضد بعض الديدان ، مثل : الـ loopers ، وديدان الكرنب Cabbage warms ، والـ Cut-warms ، ولا يتبقى منها أي أثر ضار بالإنسان ، وتعتبر رخيصة نسبيًا ، بالمقارنة بالمبيدات الحشرية ويرخص باستعمالها في مكافحة يرقات الـ Lepidopterous في أكثر من ٢٠ محصولًا من الخضر . وقد انتجت منها سلالات عالية الضراوة . وتستخدم في المكافحة بتركيزات منخفضة (Schwartz & Hamel ١٩٨٠) .

٣٠ - ٣ : الحمـــاية

نعني بالحماية Protection تزويد النبات بالوسائل التي تجعله أكثر مقدرة على مقاومة الآفة عند محاولتها إصابته والتطفل عليه . وجميع الطرق المتبعة في هذا الشأن غير وراثية ، بمعنى أنها لا تحدث ولا تتطلب تغيرات في التركيب الوراثي للنبات لجعله أكثر مقاومة . ومن أمثلة هذه الطرق ما يلي :

٣٠ - ٣ - ١ : إصابة النباتات بالسلالات الضعيفة من الفيرس لإكسابها مناعة ضد السلالات القوية من نفس الفيرس

من الحقائق المعروفة أن إصابة النبات بسلالة ضعيفة من أحد الفيروسات تجعله أكثر مقاومة للإصابة بسلالات قوية من نفس هذه الفيروسات ، ويعرف ذلك باسم المناعة المكتسبة acquired immunity وهي شبيهة بالمناعة التي يكتسبها الإنسان أو الحيوان عند التعليم . وتطبق تلك الحقيقة على نطاق تجاري في مكافحة بعض الفيروسات الهامة ، مثل فيرس تبرقش أوراق الطماطم ، لكن يجب عليها ضرورة إصابة جميع النباتات بالسلالة الضعيفة . ورغم أن هذه السلالة لا تحدث أضرارًا بالنبات ، إلا أن مجرد وجودها بهذا الانتشار يزيد كثيرًا من ظهور طفرات شديدة الضراوة ، كما أنها تتفاعل مع الفيروسات الأخرى – مثلها في ذلك مثل السلالات القوية – الأمر الذي قد تنتج عنه أضرار جسيمة . فمثلًا إذا أصيب نبات الطماطم بفيرس X البطاطس (PVX) إلى جانب إصابته بفيرس تبرقش الطماطم ، فإن ذلك تنتج عنه تشوهات وأعراض شديدة تقضي على النبات كلية ، برغم أن أيًا منهما على انفراد لا يعد من الفيروسات الخطرة (Bawden ١٩٦٤) هذا .. ويمكن اعتبار هذه الطريقة نوعًا من المكافحة البيولوجية .

٣٠ - ٣ - ٢ : التطعيم على أصول مقاومة للآفات

استخدمت الأصول المقاومة فى مكافحة بعض آفات التربة بتطعيم الأصناف التجارية الجيدة القابلة للإصابة عليها . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

١ - فى اليابان يطعم الخيار على النوع **Cucumis ficifolia** المقاوم للفطر **Fusarium oxysporum** f. sp. **cucumerinum** (Kloue وآخرون ١٩٨٠) .

٢ - فى هولندا تطعم الطماطم على الأصول المقاومة للعديد من مسببات الأمراض التى منها :

Pyrenochaeta lycopersici (الجذر الفلينى)

Didymella lycopersici (canker)

F. oxysporum f.sp. **lycopersici** (الذبول الفيوزارمى)

Verticillium albo-atrum (ذبول فيرتيسيليم)

Meloidogyne spp. (نيماتودا تعقد الجذور)

ومن أهم الأصول المستخدمة فى هولندا لهذا الغرض نباتات الجيل الأول الهجين :

Lycopersicon esculentum x **L. hirsutum**

ويؤدى استخدامه إلى زيادة المحصول إلى جانب مقاومته لبعض الأمراض (Dixon ١٩٨١) . ولا تستخدم هذه الطريقة فى المكافحة إلا فى الزراعات المحمية (يراجع أيضًا الجزء ٢٢ - ٢ - ٣) .

٣٠ - ٣ - ٣ : المكافحة بالمبيدات

تستخدم المبيدات أساسًا فى مجال الوقاية من الآفات ، أما بجعلها على شكل غطاء رقيق يحيط بالأعضاء النباتية ، أو فى صورة جهازية داخل النبات . ففى كلتا الحالتين يؤدى المبيد إلى وقاية النبات من الإصابة . كما قد يستخدم المبيد كذلك كعلاج يؤدى إلى موت الآفة فى الأجزاء النباتية المصابة ، أو يوجه نحو الآفة فى بيئة الزراعة . وفى كلتا الحالتين الأخيرتين يكون الهدف من استعمال المبيد هو تحقيق مبدأ الاستئصال .

وتستخدم المبيدات على نطاق واسع فى مكافحة الأمراض الفطرية ، والحشرات ، والأكاروس ، والحشائش ، والنيماتودا ، والقوارض ، كما يوجد القليل من المبيدات التى تستخدم فى مكافحة الأمراض البكتيرية ، بينما لا توجد مبيدات تفيد مع الفيروسات النباتية .

الصور التى توجد عليها المبيدات

١ - مساحيق تعفير dust .

٢ - مساحيق قابلة للبلل wettable powder .

٣ – مستحلبات مركزة emulsible concentrate .

٤ – حبيبات granules .

تستعمل مساحيق التعفير بنفس الصورة التى تباع عليها باستعمال العفّارات . وتخفف المساحيق القابلة للبلل والمستحلبات بالماء ، وتعامل بها النباتات رشًّا بالتركيزات الموصى بها . أما الحبيبات ، فهى عبارة عن كتل طينية صغيرة مشبعة جيدًا بالمبيد . وتتم المعاملة بها بالطائرات ، أو بآلات التسميد ، أو بآلات الزراعة ، وتستخدم لمعاملة كل من التربة والنبات . ومن أهم مميزاتها أنها لا تترك بقايا سامة كثيرة كما فى حالات التعفير والرش .

تأثير المبيدات الفطرية

يتوقف تأثير المبيد الفطرى على تركيبه الكيميائى والمادة الفعالة التى توجد به . فمخلوط بوردو (كبريتات نحاس وجير حى وماء) والمبيدات النحاسية الأخرى التى ظهرت بعده تحتوى جميعها على أيونات النحاس . وعند رش هذه المبيدات على سطح الأوراق تتحرر منها أيونات النحاس السامة للفطريات ، ولذلك فهى مبيدات ذات فاعلية كبيرة ضد الفطريات التى تحتاج جراثيمها إلى ماء حر حتى تنبت .

أما المبيدات الفطرية التى تحتوى على الكبريت فى صورته العنصرية ، فإنها تتحول إلى صورة متطايرة عديدة الكبريتور Polysulphides تدخل الجرثومة فى الصورة الغازية . وعلى ذلك .. فإن الكبريت يكون فعالًا ضد أمراض البياض الدقيقى التى تنبت جراثيمها جيدًا فى عدم وجود الماء الحر .

هذا .. ويعمل النحاس والزئبق وغيرهما من العناصر الثقيلة على تكوين مركبات معقدة من السلفهيدريل ، والكربوكسيل ، والهيدروكسيل ، ومجموعات الأمينو . ويؤدى ذلك إلى إيقاف نشاط الإنزيمات الهامة التى تحتوى على هذه المجموعات ، بينما يعمل الكبريت فى صورته العنصرية وفى صورة مركبات الكبريتور كمنافس للأكسجين فى تفاعلات التنفس . أما المركبات الغنية بالكربامات ، مثل : الكابتان ، والزينب ، والنابام ، والفربام ، والمانيب ، فهى مثل العناصر الثقيلة تعمل مع مجموعة السلفهيدريل فى الإنزيمات الهامة الضرورية وتوقف نشاطها .

وتؤثر المبيدات الفطرية ذات التأثير المتخصص على خصائص حلوية معينة . فمركب الدودين يؤثر على خاصية النفاذية الاختيارية لمختلف أغشية خلايا الفطريات وما بها من أجسام بروتوبلازمية ، وتوقف الأوكزانثينات النشاط التنفسى ، ويقوم البينوميل وغيرها من البنزميد أزولات بإعاقة الانقسام النووى وتمثيل الأحماض النووية .

ورغم أن بعض المبيدات ، مثل البينوميل Benomyl ، قد أثبتت فاعلية فى مكافحة عدد كبير من أمراض المجموع الخضرى التى تسببها الفطريات الأسكية والفطريات الناقصة ، إلا أن استعمالها المستمر فى مكافحة فطر معين يؤدى إلى ظهور سلالات جديدة مقاومة لفعل هذا المبيد . وربما كان أفضل علاج لهذه المشكلة هو استخدام المبيد بالتناوب مع مبيدات أخرى ليس لها هذا التأثير (رودريس وبوثرويد ١٩٨٦) .

تقسيم المبيدات الحشرية حسب مصادرها وكيفية تأثيرها

تقسم المبيدات الحشرية حسب مصادرها إلى المجموعات التالية :

١ – المبيدات غير العضوية Inorganic : مثل مركبات الزرنيخ ، والكلورين ، والكبريت .

٢ – مشتقات البترول والقار : وهي زيوت تستعمل في صورة مستحلبات على أشجار البساتين لمقاومة الحشرات القشرية ، والبق الدقيقي ، والمن ، والأكاروس .

٣ – السموم النباتية : مثل النيكوتين ، والبيرثرم pyrethrum ، والروتينون rotenone ، والسابادلا Sabadilla ، والريانيا ryania

٤ – المركبات العضوية المخلقة synthetic organic insecticides

وهذه تنقسم إلى :

(أ) مركبات كلورونية : مثل الـ د . ت ، والتوكسافين ، والليندين ، والألدرين ، والديلدرين ، والكلورودين . وجميعها Chloronated hydrocarbons .

(ب) مركبات فوسفورية : مثل الملاثيون ، والملاثيون ، والميثا أيزوسيتوكس ، ومركبات الكاربامايت ، مثل : السيفين والتمك Temic ، والزكترال Zectran .

وتقسم المبيدات الحشرية حسب كيفية تأثيرها على الآفة إلى الأقسام التالية :

١ – السموم الطبيعية Physical poisons :

يكون تأثير هذه المبيدات طبيعيًا بحتًا ، ومثالها : الزيوت الثقيلة التي تؤدي إلى اختناق الحشرة ، والمساحيق الخاملة التي تؤدي إلى نخرج طبقة الجلد ، وتعرض الأنسجة الداخلية للجفاف ، مثل : أكسيد الألومنيوم ، والشاركول الذي يؤثر على الحشرة بامتصاص رطوبتها وتجفيفها هيجروسكوبيا .

٢ – السموم التنفسية : Respiratory poisons

تؤثر هذه المبيدات على الجهاز التنفسي أو إنزيمات التنفس ، ومثالها : غاز حامض الهيدروسيانيك ، وأول أكسيد الكربون .

٣ – السموم البروتوبلازمية Protoplasmic poisons

تؤثر هذه المبيدات على بروتين الخلايا ، فتعمل على ترسيبه ، خاصة خلايا الطبقة الطلائية المبطنة للمعدة الوسطى في حالة السموم المعدية . وهي غالبًا أملاح لمعادن ثقيلة ، مثل : الزئبق ، والنحاس ، والزرنيخ .

٤ – السموم العصبية Nervous system poisons

تؤثر هذه المبيدات على الجهاز العصبي بقدرتها على نفاذها السريع خلال الأنسجة الليبيدية التي

تغلف الأعصاب ، ومنها معظم المركبات الحديثة ، مثل : الميدات الكلورونية ، والفوسفورية (زعرو ع وآخرون ١٩٧٢) .

التوقيت المناسب للمكافحة بالميدات

يفضل دائمًا أن يكون الرش فى حالة الأمراض الفطرية وقائيًا ، أى يجرى قبل ظهور أية أعراض مرضية ، خاصة مع المحاصيل التى تتوقف جودتها وسعرها على مظهرها العام ، مثل : الخس والكرفس . ويجرى الرش كل ٧ – ١٠ أيام . وقد تقل الفترة عن ذلك فى المواسم الممطرة بسبب إزالة الأمطار الغزيرة للمبيد ، وسرعة انتشار الأمراض الفطرية والبكتيرية فى الجو الرطب .

أما فى حالة الإصابات الحشرية ، فإن المعاملة بالميدات تكون مع بدء توالد وتكاثر الحشرات ، أى بعد ظهور مبادىء الإصابة .

ويجب دائمًا فحص حقول الخضر كل ٢ – ٣ أيام بحثًا عن ظهور أمراض أو حشرات جديدة ، وأطوار مختلفة من الحشرات ، حتى تجرى المكافحة فى الوقت المناسب للحصول على أفضل النتائج .

النقاط التى تجب مراعاتها عند الرش بالميدات

١ – تجنب الرش وقت اشتداد درجة الحرارة .

٢ – ضرورة أن يغطى محلول الرش كل أجزاء النبات وأن يكون الرش منتظمًا .

٣ – عدم ترك خطوط بدون رش فى الحقل ، حتى لا تكون مصدرًا لإعادة الإصابة .

٤ – يستعان بمصفاة عند ملء الرشاشات لحجز الشوائب التى تؤدى إلى انسداد البشابير .

٥ – يكون سير العمال عند الرش فى اتجاه الريح ، وتوقف عملية الرش فى حالة اشتداد الريح .

هذا ويمكن ضمان وصول المبيد إلى كافة أوراق النبات وتغطية الأوراق من سطحيها بزيادة الضغط ، حتى يكون المبيد فى صورة ضباب ، فتعلق قطراته الصغيرة جدًا بأوراق وسيقان النباتات ، دون أن تتجمع ، وبالتالى لا تسقط على الأرض .

وليس المهم كمية الماء المستعملة فى الرش ، لكن المهم هو أن يصل المبيد إلى كافة أجزاء النبات بالتركيز الموصى به .

المعاملة بالميدات مع نظام الرى بالرش

يمكن رش الميدات مع ماء الرى بالرش ، ويتم ذلك فى أوروبا على نطاق واسع بالنسبة للميدات الفطرية ، وبدرجة أقل بالنسبة للميدات الحشرية .

وأهم ما يجب مراعاته عند إجراء المكافحة بهذه الطريقة هو ما يلى :

١ – تشغيل جهاز الرى بالرش لمدة ١٠ – ٢٠ دقيقة ، حتى يتم بلّ كل الأسطح النباتية وسطح التربة جيدًا بالماء .

٢ – إدخال المبيد إلى جهاز الرى بالرش لمدة ٥ – ١٠ دقائق تحت ضغط ٣ – ٤ كجم/سم٢ .

٣ – وبمجرد الانتهاء من سحب محلول المبيد فى جهاز الرى بالرش يخفض الضغط بشدة عند الرشاشات sprinklers . ويمكن إجراء ذلك بإبطاء حركة ماكينة ضخ الماء . ويستمر إنقاص الضغط إلى أن يتوقف دوران الرشاشات ، لكن مع استمرار خروج الماء بالدفاع بسيط لا يغطى سوى أصغر مساحة ممكنة . ومع ظهور بوادر إنتهاء خروج محلول الرش من آخر رشاش ، فإنه يكون قد تم غسل الأنابيب .

٤ – يجب عدم استعمال الأنابيب أو التوصيلات المصنوعة من الألومنيوم عند رش المبيد بهذه الطريقة (Pillsbury ١٩٦٨) .

الحدود المأمونة المتبقية للمبيدات على الأجزاء النباتية

الحد المأمون tolerance limit هو الكمية المتبقية residues المسموح بها على الأجزاء النباتية المستعملة فى الغذاء . ومن الضرورى ألا تزيد بقايا المبيدات القريبة من بعضها كيميائيًا عن ١٠٠٪ من الحد المأمون للمجموعة . فمثلاً .. يعتبر كل من الـ 2,4-D ، والـ DDT من مجموعة الـ Chlorinated hydrocarbons ، فإذا كان الحد المأمون المسموح به لهذه المجموعة هو ٧ أجزاء فى المليون ، فإن مجموع المبيدات المتبقية من كل منهما ومن المبيدات المشابهة من نفس المجموعة يجب ألا يزيد عن ٧ أجزاء فى المليون . ويعنى ذلك أن اختيار مبيدات حشائش معينة قد يحد من اختيار مبيدات حشرية أو فطرية من نفس المجموعة (Muzik ١٩٧٠) .

مصادر أخرى خاصة بالمبيدات واستعمالها فى مكافحة آفات الخضر

فيما يلى قائمة ببعض المصادر التى يمكن لمنتج الخضر الرجوع إليها بخصوص المبيدات واستعمالها فى المكافحة :

المرجع	السنة	الموضوع
Thompson	١٩٧٦ أ	المبيدات الفطرية
Thompson	١٩٧٦ ب	المدخنات ومبيدات القوارض
Thompson	١٩٧٧	مبيدات الحشرات والأكاروس
Green وآخرون	١٩٧٧	المبيدات واستعمالها – عام
Sharvelle	١٩٧٩ أ	مبيدات مكافحة الأمراض
Sharvelle	١٩٧٩ ب	توصيات مكافحة الأمراض
Schwartz & Hamel	١٩٨٠	توصيات مكافحة الحشرات
Ware	١٩٨٠	المبيدات واستعمالها – عام
Pimentel	١٩٨١	المبيدات واستعمالها – عام

٣٠ - ٤ : المقاومة الوراثية للآفات

شاع فى النصف الأول من هذا القرن استخدام كلمة immunization للدلالة على مكافحة الآفات بواسطة المقاومة الوراثية الطبيعية الموجودة فى النبات ، أو التى يتم إدخالها فيه بواسطة طرق التربية ، لكن هذه التسمية لم تعد مقبولة ، إذ إنها تنطبق بدرجة أدق على المناعة المكتسبة . وأصبحت المقاومة الوراثية للآفات تعرف باسم pest resistance . ويعد استخدام الأصناف المقاومة للآفات فى الزراعة من أسهل وأرخص طرق المكافحة ، فما على المزارع إلا أن يقوم بزراعة الصنف المقاوم لسلالة الآفة المنتشرة فى منطقة الزراعة ، والذى توصى به الجهات الزراعية المسئولة .

ويقع عبء إنتاج الأصناف المقاومة على مربى النباتات . ويستغرق برنامج التربية لإنتاج الصنف الجديد من ٦ سنوات فى حالة نقل صفة مقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد من سلالة غير مرغوبة إلى صنف تجارى ناجح إلى ١٢ سنة فى حالة المقاومة الكمية للأمراض (أى المقاومة التى يتحكم فيها عدد من الجينات) ، وربما إلى ٢٥ سنة عندما تكون المقاومة كمية ، ويضطر المربى إلى اللجوء إلى الأنواع البرية لعدم توفر صفة المقاومة فى النوع المزروع .

وبرغم طول الفترة التى تتطلبها برامج التربية ، فإن الأصناف المقاومة للآفات كثيرة ومتوفرة ، وغالبًا ما تكون أمام المزارع فرصة للاختيار من بين العديد من الأصناف المقاومة لآفة ما ، لكن ذلك لا ينطبق على جميع الآفات ، حيث لا تتوفر لبعضها أصناف مقاومة ، أو حتى مصدر جيد للمقاومة .

وتعتبر التربية لمقاومة الآفات أحد أهم تطبيقات علم تربية النبات . ولدراسة أساسيات هذا العلم يراجع كل من Allard (١٩٦٤) و Briggs & Knowles (١٩٦٧) أما التربية لمقاومة الآفات ، فيمكن الاطلاع على تفاصيلها فى كل من Kiraly وآخرين (١٩٧٤) ، و Russell (١٩٧٨) .

٣٠ - ٥ : وسائل مكافحة الأنواع المختلفة من الآفات

سبق أن درسنا بالتفصيل وسائل مكافحة الحشائش فى الفصل الثامن والعشرين . وكل ما قدمناه فى هذا الفصل حتى الآن ينطبق على العديد من الآفات ، مثل : الحشرات ، والأكاروس ، والنوازض ، والقطريات ، والنيماتودا ، والبكتريا ، والفيروسات ولا شك أن العديد من المزارعين لديهم فكرة جيدة عن مكافحة الأمراض القطرية والحشرات ، كما أن الاستخدام الأكبر للمبيدات هو فى مجال مكافحة الأمراض القطرية ، والحشرات ، والأكاروس .

ولأجل ذلك .. فإن مناقشتنا فيما تبقى من هذا الفصل سوف تتركز على بعض جوانب المكافحة التى قد تخفى على القارىء غير المتخصص ، خاصة فيما يتعلق بمكافحة الأمراض البكتيرية ، والفيروسية ، والنيماتودية .

٣٠ - ٥ - ١ : مكافحة الأمراض البكتيرية بالمبيدات

لا يوجد سوى القليل من المبيدات التى يمكن استخدامها فى مكافحة الأمراض البكتيرية ، فمثلًا .. أمكن مكافحة اللفحة النارية فى الفاصوليا فى نيوزيلندا ، والولايات المتحدة بالرش بمحلول

بوردو . وفى الولايات المتحدة كان محلول بوردو أفضل من الإستربتومايسين ، كما أمكن مكافحة كل من البكتريا **Xanthomonas phaseoli** ، و **Pseudomonas syringe** ، المسببين لمرض اللفحة العادية ، والتبقع البنى فى الفاصوليا على التوالى برش النباتات بكبريتات النحاس Tribasic Copper sulphate ، أو بأيدروكسيد النحاس Basic Copper Hydroxide وحققت أفضل مكافحة للبكتريا **X. Vesicatoria** التى تسبب مرض تبقع الأوراق البكتيرى فى كل من الفلفل والطماطم برش النباتات بمخلوط من الإستربتومايسين مع كبريتات النحاس ، لكن كفاءة الإستربتومايسين انخفضت مع ظهور سلالات جديدة مقاومة من البكتريا (Dixon ١٩٨١) . وفيما عدا هذه الأمثلة ، فإن استخدام المبيدات فى مكافحة الأمراض البكتيرية يعد قليل الأهمية بالنسبة لطرق المكافحة الأخرى .

٣٠ - ٥ - ٢ : مكافحة الفيروسات بالمبيدات

لا يوجد سوى القليل من المركبات التى تعد مضادة للفيروسات Antiviral chemicals ومن أمثلتها كل من : 2-thiouracil و8-araguanine اللذين أدى استعمالهما إلى مكافحة بعض الفيروسات ، أو تقليل شدة الأعراض التى تحدثها ، إلا أن ذلك تم بصورة تجريبية ، ولم ينجح على النطاق التجارى . كما وجد أن إضافة المبيد الفطرى الجهازى Carbendazim إلى التربة مع ماء الرى أدى إلى تقليل حدة الإصابة بفيروس اصفرار البنجر الغربى Beet western yellow virus فى الخس ، وفيروس تبرقش الدخان فى الدخان (Dixon ١٩٨١) . وجميع هذه المحاولات كانت وما زالت تجريبية ، حيث لم يمكن التوصل إلى وسيلة لمكافحة الأمراض الفيروسية بالمواد الكيميائية برغم وجود مركبات كهذه يمكنها التأثير على تكاثر الفيروس من خلال تأثيرها على تمثيل الأحماض الأمينية (Smith ١٩٧٧) .

٣٠ - ٥ - ٣ : مكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات بالمبيد

تفيد المبيدات الحشرية فى تقليل انتشار الفيروسات بالحشرات من نبات لآخر فى نفس الحقل ، خاصة فى الحالات التى لا تكون فيها الحشرة قادرة على نقل الفيروس إلا بعد مرور فترة بعد تغذيتها على النبات المصاب ، لكن المبيدات لا تفيد كثيرًا فى تقليل انتقال الإصابة للحقل المتعامل بالمبيدات من الحقول المجاورة المصابة .

وفى حالة المن يجب توجيه الاهتمام نحو الطور المجنح الذى يعتبر أكثر الأطوار خطرًا فى انتشار الإصابات الفيروسية . أما الطور غير المجنح ، فإنه لا ينشر المرض إلا للنباتات المجاورة فقط وبكفاءة ضعيفة (Bawden ١٩٦٤) . وعمومًا .. فإن المبيدات المعروفة لا تفيد كثيرًا فى وقف انتشار الأمراض الفيروسية التى تنتقل بواسطة المن ، لأن المبيد لا يقتل الحشرة إلا بعد أن تكون قد نقلت الفيروس بالفعل من النبات المصاب إلى النبات السليم . وهذا فقد أنتجت مبيدات جديدة عبارة عن زيوت ترش على النباتات فتمنع انتقال الفيروس بواسطة الحشرة التى يلامس الزيت أجزاء فمها . ومن أمثلتها JMS Stylet Oil الذى يستخدم بكفاءة فى الطماطم والقرعيات . فعند رش النباتات يتجمع الزيت فى الشقوق الدقيقة بين خلايا البشرة ، وهى نفس المنطقة التى تتغذى فيها حشرة المن . وعندما تتغذى الحشرة تتلوث أجزاء الفم الثاقبة الماصة بالزيت ، ومن هذه اللحظة تتوقف مقدرتها على التقاط الفيروس أو نقله وإحداث إصابة جديدة .

وعند استخدام الزيوت فى مكافحة المن يجب الاستمرار فى رش النباتات بصفة دورية حتى الحصاد ، كما يجب أن يكون الرش كاملاً ، لأن الزيت يعطى وقاية فقط ولا يقتل الحشرة ، وأن يكون الرش كل خمسة أيام فى الأوقات التى تكثر فيها الأطوار الجنحة ، وكل سبعة أيام فى النباتات السريعة النمو ، كالقرعيات والطماطم .

ويجب عدم الرش عندما يقل متوسط درجة الحرارة عن ١٥°م ، كما يجب عدم خلط الزيت بالمبيدات الأخرى (JMS Flower Farms ١٩٦٩) .

وعمومًا .. فإن المبيدات تستخدم على نطاق واسع فى مكافحة الحشرات الناقلة للأمراض البكتيرية والفيروسية . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

١ - مكافحة حشرة خنفساء الخيار التى تنقل البكتريا المسببة للذبول البكتيرى فى القرعيات .

٢ - مكافحة حشرة flee beetle التى تأوى البكتريا المسببة لمرض Stewart's bacterial wilt فى الذرة السكرية خلال الشتاء ، وتنقل المرض للنباتات بعد الزراعة .

٣ - مكافحة المن والتربس ونطاطات الأوراق الناقلة للعديد من الفيروسات .

٤ - مكافحة الذبابة البيضاء الناقلة لفيروس تجعد الأوراق الأصفر فى الطماطم ، وفيروس اصفرار الخس المعدى فى القرعيات .

٣٠ - ٥ - ٤ : تخليص النباتات الخضرية الكثير من الإصابات الفيروسية بإكثارها من القمة النامية

قد تنتشر بعض الأمراض الفيروسية لدرجة أنها تصيب كافة النباتات المزروعة من صنف ما ، أو قد تصيب سلالة تربية ذات أهمية خاصة . وفى هذه الحالة يلزم تخليص الصنف أو السلالة من الفيروس . ويجرى ذلك بإكثار النباتات من القمة النامية التى تكون غالبًا خالية من الإصابات الفيروسية . ويتم ذلك أولًا فى بيئات خاصة ، ثم تنقل النباتات الصغيرة إلى الأصص ، ثم إلى التربة .

وقد أمكن بهذه الطريقة الحصول على نباتات بطاطس من الصنف كينج إدوارد King Edward خالية من الـ paracrinkle virus الذى أصاب كل التقاوى التجارية من هذا الصنف . واستعملت هذه الطريقة أيضًا فى إنتاج نباتات بطاطس من الصنف آران فيكتورى Arran Victory خالية من فيروس S .

وفى حالات أخرى ، كما فى الداليا ، أمكن إنتاج نباتات خالية من الفيروس بإكثارها بالعقل الطرفية للسوق الخضرية الناتجة من إنبات الدرنات . ففى تلك المرحلة يكون نمو السيقان سريعًا لدرجة أن الفيروس لا يمكنه الوصول إلى القمم النامية بنفس سرعة نموها ، وبذلك تبقى عدة سنتيمترات من القمة النامية خالية من الفيروس . وقد أمكن بهذه الطريقة إنتاج نباتات داليا خالية من tomato spotted wilt virus .

كذلك أمكن تخليص البطاطس من فيروسات X و Y بزراعة الدرنات لمدة شهر فى درجة حرارة ٣٧°م ، ثم إكثار النباتات من القمم الطرفية التى كان ٨٥ - ٩٥٪ منها خاليًا من الإصابات الفيروسية (Smith ١٩٧٧) .

٣٠ – ٥ – ٥ : بعض الطرق المتبعة فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور

المكافحة بالمبيدات :

تكافح نيماتودا تعقد الجذور فى المشاتل عندما تكون موبوءة بالديدان الثعبانية بمعاملتها بالنيماكور ١٠٪ محب ، أو التوريدان ١٠٪ محب ، أو الفيك ١٠٪ محب ، أو الفايدت ١٠٪ محب بمعدل ٤٠ كجم للفدان نثرًا على سطح التربة ، ثم تقلب ، وتزرع البذرة ، ويروى المشتل ، وأفضل المبيدات للمشاتل هو بروميد الميثايل الذى يستخدم بمعدل حوالى ٧٠ جم لكل متر مربع من المشتل . وهو يقضى تمامًا على النيماتودا بجميع أنواعها ، والحشرات الأرضية ، والبكتريا ، والفطريات ، ومعظم بذور الحشائش .

ويمكن بعد الشتل رش النباتات بالفايدت السائل ٢٤٪ بمعدل ٢ لتر للفدان . ويكرر الرش كل ٣ أسابيع مع الرى بعد الرش مباشرة . وتزداد الكمية المستعملة إلى ٣ لتر للفدان فى حالة عدم معاملة النباتات فى المشتل .

كما يفيد غمس الأجزاء النباتية المستخدمة فى التكاثر فى المبيدات النيماتودية .

والمبيدات النيماتودية قد تكون على صورة أبخرة Fumigants تنطلق فى التربة وتذوب فى الماء الأرضى ، ثم تخترق أجسام النيماتودا ، أو على صورة مواد غير متبخرة non fumigants تذوب فى الماء الأرضى مباشرة . والبعض منها يمتصه النبات إما عن طريق التربة أو بعد الرش على الأوراق ، ويتوزع جهازيًا فى النبات ، حيث يؤثر على النيماتودا التى تتغذى على الجذور .

المعاملة الحرارية للأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر

تفيد المعاملة الحرارية للأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر فى تخليصها من الآفات النيماتودية . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

١ – نقع جذور البطاطا فى الماء على درجة حرارة ٥٠°م لمدة ٣ – ٥ دقائق .

٢ – نقع درنات البطاطس فى درجة حرارة ٤٦° – ٤٧,٥°م لمدة ١٢٠ دقيقة .

٣ – نقع جذور الشليك فى درجة حرارة ٥٣°م لمدة ٥ دقائق .

وجميع هذه المعاملات تؤدى إلى تخليص أجزاء التكاثر الخضرية من نيماتودا تعقد الجذور .

الدورة الزراعيـــة

تفيد الدورة الزراعية المناسبة فى خفض أعداد النيماتودا فى التربة . ويجب تخطيط الدورة بحيث يزرع أكثر المحاصيل الاقتصادية قابلية للإصابة عندما يكون تعداد النيماتودا بالتربة منخفضًا . ففى بداية موسم الزراعة ينمو هذا المحصول بصورة جيدة لضعف إصابته ، لكن مع نهاية الموسم نجد أن تعداد النيماتودا فى التربة يكون قد تضاعف عدة مرات . فإذا أعقبت ذلك زراعة صنف أو محصول مقاوم ينخفض تعداد النيماتودا مرة أخرى ، وهكذا .

ومن النباتات المنيعة أو التى على درجة عالية من المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ، والتى يمكن إدخالها فى الدورة كل من :

١ – الفول السودانى . وهو منيع لكل سلالات **M. javanica** و**M. incognita** والسلالة رقم ٢ من **M. arenaria** لكنه يصاب بـ **M. hapla** .

٢ – القطن الذى يعتبر على درجة عالية من المقاومة لجميع سلالات وأنواع النيماتودا الهامة ، فيما عدا السلالات أرقام ٣ ، ٤ من **M. incognita** (Taylor & Sasser ١٩٧٨) .

٣٠ - ٦ : المراجـــع

زغروع ، حسين ، وعبد المنعم ماهر ، ومحمد أبو العز (١٩٧٢) . أسس مكافحة الآفات . دار المعارف - القاهرة - ٤٨٥ صفحة .

روبرتس ، دانيال أ . ، كارل و . بوترويد (١٩٨٦) . أساسيات أمراض النبات . ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرين . الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٥٢٣ صفحة .

Allard, R.W. 1964. Principles of plant breeding. Wiley. N.Y. 485p.

Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan, Plant Disease 66: 561-563

Bawden, F.C. 1964. Plant viruses and virus diseases. Ronald Pr., N.Y. 361p.

Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding. Reinhold Pub. Co., N.Y. 426p.

Cohen, S. and V. Melamed-Madjar. 1978. Prevention by soil mulching of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by Bemisia tabaci (Gennadius) (Homoptera Aleyrodidae) in Israel. Bull. Ent. Res. Israel 68: 465-470

Cohen, S. and V. Melamed-Madjar and J. Hameiri. 1974. Prevention of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by Bemisia tabaci (Gennadius) (Homoptera Aleyrodidae) in Israel. Bull. Ent. Res. Israel 64: 193-197.

Commonwealth Mycological Institute. 1968. Plant pathologist's pocketbook. Key. Surrey, England 267p.

Dixon, G.P. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404p.

Green, M.B. G.S. Hartley and T.F. West. 1977. Chemicals for crop protection and pest control. Pergamon Pr., Oxford. 291p.

JMS Flower Farms, Inc. 1969. JMS stylet-oil. Vero Beach, Fla. 4p.

Király, Z., Z. Klement, F. Solymosy and J. Voros. 1974. Methods in plant pathology with special reference to breeding for disease resistance. Elsevier Sci. Pub. Co., London. 509p.

Klose, P., H.-J. Hertwig and K. Kuhnert. 1980. Long-term experiment with grafting of greenhouse cucumber on Cucurbita ficifolia in the LPG "Frühgemüsezentrum Dresden". (In German). Gartenbau 27: 330-332.

Martin, H. 1973. The Scientific principles of crop protection. Edward Arnold, London. 423p.

Muzik, T.J. 1970. Weed biology and control. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 273p.

Pillsbury, A.F. 1968. Sprinkler irrigation. FAO Agr. Dev. Paper No. 88. 179p.

Pimentel, D. (Ed.). 1981. CRC handbook for pest management in agriculture. Vol. III. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 656p.

Pyenson, L.L. 1977. Fundamentals of entomology and plant pathology. AVI Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 327p.

Russell, G.E. 1978. Plant breeding for pest and disease resistance. Butterworths, London. 485p.

Schwartz, P.H. and D.R. Hamel (Eds.) 1980. Guidlines for control of insect and mite pests of foods, fibers, feeds, ornamentals, livestock, households, forests and forest products. Agr. Handbook No. 571 U.S.Dept. Agr., Wash. D.C. 796p.

Sharvelle, E.G. 1979a. Chemical control of plant diseases. University Pub., College Station, Texas. 340p.

Sharvelle, E.G. 1979b. Plant disease control. AVI Pub. Co., Inc. Westport, Conn. 331p.

Smith, K.M. 1977 (6th ed.). Plant viruses. Chapman and Hall, London. 241p.

Taylor, A.L. and J.N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). Dept. of Plant Pathology, N.C. State Univ., Raleigh. 111p.

Thompson, W.T. 1976a. Agricultural Chemicals. Book III. Fumigants, growth regulators, repellents and rodenticides. Thompson Publications, Fresno, California. 164p.

Thompson, W.T. 1976b. Agricultural chemicals. Book IV. Fungicides. Thompson Publications, Fresno, California. 164p.

Thompson, W.T. 1977. Agricultural chemicals Book I. Insecticides, acaracides and ovicides. Thompson Publications, Fresno, California. 236p.

Ware, G.W. 19 0. Complete guide to pest control with and without chemicals. Thompson Publications, Fresno, California. 290p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980. (3rd ed). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc, Danville, Illinois. 607p.

Yassin, A.M. 1983. A review of factors influencing control strategies against tomato leaf curl virus diease in the Sudan. Tropical Pest Management 29: 253-256.

القسم الثامن
الحصاد والتداول والتخزين والتسويق

الحصـــــاد

٣١ - ١ : المدة من الزراعة إلى الحصاد

يختلف طور النضج المناسب لحصاد الخضر من محصول لآخر ، كما يختلف فى المحصول الواحد حسب بعد الأسواق عن مكان الإنتاج ، ودرجة الحرارة السائدة ، وظروف التخزين ، وذوق المستهلك . وتتأثر تبعًا لذلك الفترة من الزراعة للحصاد ، حيث تتراوح من نحو ثلاثة أسابيع فى الفجل إلى حوالى خمسة أشهر ، كما فى البطاطا ، والكرات أبو شوشة ، ويوضح جدول (٣١ - ١) عدد الأيام التى تمر عادة من الزراعة إلى الحصاد فى الأصناف المبكرة والمتأخرة والمتوسطة فى موعد النضج من محاصيل الخضر المختلفة .

جدول (٣١ - ١): عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد فى الأصناف المبكرة والمتأخرة والمتوسطة فى موعد النضج فى محاصيل الخضر .

محصول الخضر	عدد الأيام من الزراعة للحصاد فى الأصناف		
	المبكرة	المتأخرة	المتوسطة
الفول الرومى	—	—	١٢٠
الفاصوليا العادية القصيرة	٤٨	٦٠	—
الفاصوليا العادية الطويلة	٦٢	٦٨	—
فاصوليا الليما القصيرة	٦٥	٧٨	—
فاصوليا الليما الطويلة	٧٨	٨٨	—
البنجر	٥٦	٧٠	—
البروكولى[٢]	٥٥	٧٨	—
كرنب بروكسل[٢]	٩٠	١٠٠	—
الكرنب	٦٢	١٢٠	—
الكاردون	—	—	١٢٠
الجزر	٥٠	٩٥	—
القنبيط[٢]	٥٠	١٢٥	—

جدول (٣١ - ١) : يتبع .

محصول الخضر	عدد الأيام من الزراعة للحصاد في الأصناف		
	المبكرة	المتأخرة	المتوسطة
السيليريك	—	—	١١٠
الكرفس	٩٠	١٢٥	—
السلق السويسرى	٥٠	٦٠	—
الشيكوريا	٦٥	١٥٠	—
الكرنب الصيفى	٧٠	٨٠	—
الكولارد	٧٠	٨٥	—
الذرة السكرية	٦٤	٩٥	—
حب الرشاد	—	—	٤٥
خيار التخليل	٤٨	٥٨	—
خيار السلطة	٦٢	٧٢	—
الداندليون	—	—	٨٥
الباذنجان	٥٠	٨٠	—
الهندباء	٨٥	١٠٠	—
الفينوكيا	—	—	١٠٠
الكيل	—	—	٥٥
كرنب أبو ركبة	٥٠	٦٠	—
اللفت	—	—	١٥٠
الخس ذو الأوراق الدهنية الملمس	٥٥	٧٠	—
الخس الرومين	٧٠	٧٥	—
الخس ذو الرؤوس والأوراق المتقصفة	٧٠	٨٥	—
الخس الورقى	٤٠	٥٠	—
القاوون الكاسابا	—	—	١١٠
القاوون شهد العسل	—	—	١١٠
القاوون الفارسى	—	—	١١٠
القاوون الشبكى	٨٥	٩٥	—
المسترد	٣٥	٥٥	—
السبانخ النيوزيلاندى	—	—	٧٠
الباميه	٥٠	٦٠	—
البصل الجاف	٩٠	١٥٠	—
البصل الأخضر	٤٥	٦٠	—
البقدونس	٧٠	٨٠	—
الجزر الأبيض	—	—	١٢٠
البسلة	٦٥	٧٥	—
البسلة التى تؤكل قرونها كاملة	٦٠	٧٠	—
الفلفل الحريف[1]	٦٥	٨٠	—
الفلفل الحلو[1]	٦٥	٨٠	—
البطاطس	٩٠	١٢٠	—
الفرع العسل	١٠٠	١٢٠	—
الفجل	٢٢	٣٠	—

جدول (٣١ - ١) : يتبع .

محصول الخضر	عدد الأيام من الزراعة للحصاد فى الأصناف		
	المبكرة	المتأخرة	المتوسطة
فجل الشتاء (ذات الحولين)	٥٠	٦٠	—
الروتاباجا	—	—	٩٠
السلسفيل	—	—	١٥٠
اللوبيا	٦٥	٨٥	—
السبانخ	٣٧	٤٥	—
الكوسة الصيفى	٤٠	٥٠	—
فرع الشتاء	٨٥	١١٠	—
البطاطا	١٢٠	١٥٠	—
الطماطم(١)	٦٠	٩٠	—
اللفت	٤٠	٧٥	—
البطيخ	٧٥	٩٥	—

(١) يلزم وقت إضافى لانتاج الشتلة .

وتتباين الخضر الثمرية بشدة فى المدة التى تمر عادة بين عقد الثمار والحصاد ، فهى حوالى ٣ - ٧ أيام فى الأصناف المختلفة من الكوسة ، و ٧ - ١٠ أيام فى الفاصوليا ، بينما تصل إلى ٦٠ - ٨٠ يومًا فى أصناف فرع الشتاء ، و ٦٠ - ١١٠ يومًا فى أصناف الفرع العسلى . ويوضح جدول (٣١ - ٢) عدد الأيام من التلقيح إلى حين وصول الثمار لمرحلة النضج الاستهلاكى فى الخضر المختلفة (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

٣١ - ٢ : مراحل نضج الثمار

تمر الثمار بمرحلتين أساسيتين للنضج هما : النضج البستانى ، والنضج الفسيولوجى .

١ - النضج البستانى Horticultural Maturity :

النضج البستانى هو المرحلة التى يكتمل فيها نمو الثمار وتصبح صالحة للجمع ، ويمكنها أن تستمر فى القيام بوظائفها بعد الحصاد حتى تكتسب صفاتها الممتازة التى تجعلها صالحة للأكل ، دون الحاجة إلى أن تظل متصلة بالنبات . وتحدث بعد وصول الثمار لمرحلة النضج البستانى تغيرات كيميائية يكتمل بها التكوين الكيميائى الداخلى للثمار ، وينشأ عنها اكتساب الثمار لصفاتها التى تجعلها صالحة للأكل وإذا قطفت الثمار قبل هذه المرحلة ، فلا يمكن أن تتغير داخليًا حتى تصبح صالحة للاستهلاك .

ومن أمثلة مرحلة النضج البستانى فى محاصيل الخضر طور النضج الأخضر فى الطماطم ، حيث لا تمر الثمار إذا قطفت قبل وصولها إلى هذه المرحلة ، والطور المناسب للحصاد فى أصناف القاوون الشبكى والأملس والكانتالوب ، حيث تصبح الثمار صالحة للاستهلاك بعد أيام قليلة من وصولها إلى تلك المرحلة .

جدول (٣١ ـ ٢) : عدد الأيام من التلقيح إلى النضج الاستهلاكى تحت الظروف الجوية الملائمة .

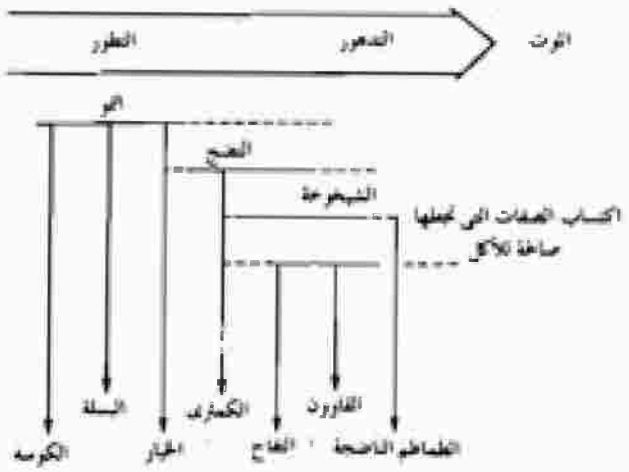
المحصول	المدة باليوم
الفاصوليا	٧ ـ ١٠
الذرة : للتسويق الطازج	١٨ ـ ٢٣
للحفظ والتصنيع	٢١ ـ ٢٧
الخيار : للتخليل	٤ ـ ٥
للسلاطة	١٥ ـ ١٨
الباذنجان	٣٥ ـ ٤٠
القاوون	٤٢ ـ ٤٦
الباميه	٤ ـ ٦
الفلفل : النضج الأخضر	٤٥ ـ ٥٥
النضج الأحمر	٦٠ ـ ٧٠
الفرع العسل (أصناف مختلفة)	٦٠ ـ ١١٠
قرع الكوسة : الزوكيني	٣ ـ ٤(١)
السكالوب Scallop	٤ ـ ٥(١)
ذات الرقبة الملتوية crookneck	٦ ـ ٧(١)
قرع الشتاء (أصناف مختلفة)	٥٥ ـ ٩٠
الطماطم : النضج الأخضر	٣٥ ـ ٤٥
النضج الأحمر	٤٥ ـ ٦٠
البطيخ	٤٢ ـ ٤٥

(١) للثمار التى تزن من ١٢٥ ـ ٢٥٠ جم

٢ – النضج الفسيولوجى Physiological Maturity :

النضج الفسيولوجى هو المرحلة التى يكتمل فيها نضج الثمرة فسيولوجيًا ، وترتفع خلالها سرعة التنفس فجأة بحدوث ظاهرة الكلايمكتريك Climacteric ، وتكتمل أثناءها كافة التغيرات الحيوية التى تكسب الثمار الصفات التى تجعلها صالحة للأكل .

وقد يحدث النضج الفسيولوجى بعد قطف الثمار كما فى الحالات التى يكون فيها النضج البستانى قبل وصول الثمار لمرحلة النضج الفسيولوجى . وقد يتوافق موعد النضج البستانى مع النضج الفسيولوجى ، كما فى ثمار البطيخ وقرع الشتاء والقرع العسلى . كما قد تتفق مرحلة النضج البستانى مع مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك مباشرة ، ويكون ذلك قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجى بوقت طويل ، كما فى الخيار ، والكوسة ، والباميه ، والبقوليات الخضراء ، والفلفل الأخضر ، والباذنجان ، وكذلك محاصيل الخضر التى تزرع لأجل أجزائها النباتية الأخرى غير الثمار . ويوضح شكل (٣١ – ١) العلاقة بين مراحل النمو والتطور المختلفة فى الثمار .



النضج الاستهلاكي

شكل ٣١ – ١ : العلاقة بين مراحل النمو والتطور المختلفة في الثمار (عن Wills وآخرين ١٩٨١) .

وتحدث ما بين مرحلتي النضج البستاني والنضج الفسيولوجي تغيرات فيزيائية وفسيولوجية منها :

١ – تتحول المواد البكتينية من صورة غير ذائبة إلى صورة ذائبة .

٢ – يتحلل الكلوروفيل ، وتتكون الصبغات التي تعطي الثمار ألوانها الجذابة .

٣ – تزداد الحلاوة بتحول النشا إلى سكر .

٤ – تكتسب الثمار طعمها المميز لنقص الحموضة وتوازنها مع السكر .

لكن التغيرات تستمر أيضًا بعد بلوغ الثمار طور النضج الفسيولوجي ، فتزداد ليونة أنسجة الثمرة ويفسد طعمها ، وبذلك تصبح زائدة النضج overripe .

٣١ – ٣ : العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد

تؤكل ثمار العديد من الخضروات قبل اكتمال نموها ، كما في الكوسة ، والخيار ، والبامية . وتتوقف صلاحية هذه الثمار للجمع على رغبات المستهلك . فالبعض يفضل الثمار الصغيرة ، والبعض الآخر يفضل الثمار الأكبر .

أما بالنسبة للثمار التي يقترب فيها موعد النضج البستاني من موعد النضج الفسيولوجي ، فهناك عدة عوامل تؤخذ في الاعتبار لتحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد كالتالي :

١ – عمر الثمار : حيث تكمل الثمار نموها ونضجها بعد عمر معين (جدول ٣١ – ٢) .

٢ – لون الثمار : يختفي اللون الأخضر للثمار عند استكمال نموها ، ويبدأ ظهور لون الثمار المميز .

٣ – حجم الثمار : يوجد ارتباط بين حجم الثمرة وصلاحيتها للحصاد . ويختلف الحجم المناسب باختلاف الأصناف ، لكن يمكن تقديره بالمقارنة والخبرة .

٤ – شكل الثمار : تأخذ الثمار أشكالاً خاصة تميزها عند استكمال نموها .

٥ – انفصال الثمار : تنفصل ثمرة القلقاس عن العنق انفصالاً جزئيًا عند بلوغها مرحلة النضج البستاني ، وتكون منطقة الانفصال محيطة تمامًا بالعنق عند تمام نضج الثمار .

٦ – درجة الصلابة : تلين الثمار مع تقدمها في العمر . ويمكن تحديد صلاحية الثمار للحصاد من درجة ليونتها .

٧ – الأصوات التي تحدثها الثمار عند الطرق عليها ، كما في البطيخ .

٨ – ظهور الرائحة المميزة ، كما في بعض أصناف الشمام .

٩ – صعوبة فصل القشرة ، كما في البطاطا ، والبطاطس .

١٠ – الكثافة النوعية ، كما في البطيخ ، والبطاطس .

١١ – تكوّن طبقة شمعية على سطح الثمرة (الأدمة cuticle) ، كما في الطماطم .

١٢ – اكتمال تكوين الشبك على سطح الثمرة ، كما في القلقاس الشبكي .

١٣ – اندماج الأقراص والرؤوس في القنبيط ، والبروكولي .

١٤ – صلابة الرؤوس ، كما في الخس ، والكرنب ، وكرنب بروكسل .

١٥ – تكوّن المادة الشبه جيلاتينية بالثمار ، كما في الطماطم (مرسي وآخرون ١٩٦٠ ، Kader وآخرون ١٩٨١) .

٣١ – ٤ : الأمور التي تجب مراعاتها عند الحصاد

يوجد العديد من الأمور التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند اختيار الموعد المناسب للحصاد وعند إجراء عملية الحصاد للمحافظة على النوعية الجيدة للمنتجات كالتالي :

٣١ – ٤ – ١ : ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد

أهم ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد ما يلي :

١ – مكان التسويق ، والفترة المتوقع مرورها بين الحصاد والتسويق :

فنجمع مثلاً ثمار الطماطم في طور النضج الأخضر إذا أُريد تسويقها في أماكن بعيدة عن أماكن الإنتاج ، بينما تجمع الثمار وهي حمراء إذا أُريد تسويقها في نفس اليوم ، لكن يجب عدم التبكير أكثر من اللازم في حصاد بعض الخضروات ، مثل : الطماطم ، والقلقاس عند شحنها للأسواق البعيدة ، لأن الثمار يجب أن تصل للمستهلك وهي في حالة ناضجة .

٢ – درجة الحرارة السائدة :

فتساعد الحرارة المرتفعة على سرعة النضج . ويلزم لذلك الجمع على فترات متقاربة . ومن أكثر الخضروات تأثرًا بالحرارة المرتفعة عند الحصاد : الفلفل ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية .

٣ – وقت الحصاد من اليوم :

فيلزم إجراء الحصاد للخضروات التي تفقد جودتها بسرعة في الصباح الباكر مع حفظها باردة قدر الإمكان ، كما يجب عدم ترك الثمار معرضة للشمس بعد جمعها .

٤ – مرحلة النضج المناسبة للحصاد :

فبعض الخضروات تتدهور نوعيتها كثيرًا لو تأخر حصادها عن الموعد المناسب ولو ليوم واحد ، كما في الفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية . وتكون هذه المشكلة واضحة بصفة خاصة في الجو الحار . كما تنحط جودة بعض الخضروات الأخرى ، كالقنبيط ، وتتعرض رؤوس الخس للإزهار ، وتنفجر رؤوس الكرنب في حالة تأخير حصادها .

أما الخضر الجذرية ، فإنها تزداد كثيرًا في الحجم إذا تركت دون حصاد بعد وصولها إلى المرحلة المناسبة ، ويؤدي ذلك إلى زيادة المحصول زيادة كبيرة ، لكن مع انخفاض النوعية . وعمومًا .. فإن موعد الحصاد قد يمتد إلى عدة أسابيع حسب حاجة السوق ، كما في الجزر والبنجر .

وبعض الخضروات ، مثل خيار التخليل ، والفاصوليا الخضراء تكون نوعيتها أفضل عند حصادها وهي صغيرة ، ولكن المحصول يكون منخفضًا . وفي هذه الحالات يتحدد موعد الحصاد بالنوعية المطلوبة والسعر والمعروض منها .

٣١ – ٤ – ٢ : ما تجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد

أهم ما تجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد ما يلي :

١ – منع الأضرار الميكانيكية :

فيلزم منع حدوث الأضرار الميكانيكية كالخدوش والجروح بمنتجات الخضر عند الحصاد ، لأن ذلك يقلل من نوعية المنتجات ، ويجعلها أكثر عرضة للإصابة بالأمراض ، كما يزيد فقد الرطوبة من الأسطح المقطوعة ، ويتحقق ذلك باتباع ما يلي :

(أ) استخدام عمال متمرنين ، واستعمال قفازات أثناء الجمع لمنع جرح الثمار بالأظافر .

(ب) تجنب جذب أو نزع الثمار من النبات بقوة أو إسقاطها بعنف من العبوات .

(جـ) استخدام عبوات جيدة خالية من الزوائد والأسطح الخشنة التي يمكن أن تخدش الثمار .

(د) نقل الثمار برفق من عبوات الجمع إلى عبوات الحقل .

(هـ) تعبئة الثمار السريعة التلف في عبوات التسويق بعد قطفها مباشرة .

٢ – استبعاد الخضر التالفة :

فتستبعد الثمار المصابة بالأمراض أو الحشرات ، وكذلك المصابة بالعيوب الفسيولوجية .

٣ – ترك جزء من العنق أو الكأس بالثمرة :

يفضل فى بعض الخضروات ترك جزء من العنق بالثمرة ، لأن ذلك يقيها من التلف والجفاف ، فضلاً عن إعطاء الثمرة شكلاً مقبولاً ، لكن العنق قد يحدث تلفاً فى الثمار المجاورة ، كما فى الطماطم .

٣١ – ٥ : طرق الحصاد

قد يجرى الحصاد يدوياً ، وهو الأمر الشائع ، وقد يكون آلياً ، وهى الطريقة الأخذة فى الشيوع ، خاصة بالنسبة للخضروات التى تزرع لأغراض التصنيع .

٣١ – ٥ – ١ : الحصاد اليدوى

تتوقف الطريقة المتبعة فى الحصاد اليدوى على المحصول نفسه ، وعلى الجزء النباتى الذى يزرع من أجله المحصول ، فلكل محصول الطريقة المثلى الخاصة به ، ولا يمكن التعميم .

ويتطلب الحصاد اليدوى عمالة كثيرة تشكل عادة نسبة كبيرة من تكلفة الإنتاج ، خاصة فى الخضر التى تحصد على دفعات . ولهذا .. يعتمد منتجو الخضر فى المناطق التى تقل فيها الأيدى العاملة وتزداد تكاليف الحصاد فيها بدرجة كبيرة على المستهلك فى حصاد ما يلزمه بنفسه (طريقة pick your own) فى عبوات يحضرها معه ، أو يزوده بها المزارع . تصلح هذه الطريقة للحصاد بصفة خاصة فى بعض الخضروات ، مثل : الذرة السكرية ، والطماطم المربأة على دعائم ، والفاصوليا الشادة ، والشليك . ويجب عند اتباعها توقيت زراعة أجزاء من الحقل ، بحيث يتضح المحصول على مدى فترة زمنية طويلة نسبياً ، كما يجب أن يكون الحقل قريباً من مركز لتجمع سكانى (Ware & Macollum ١٩٧٥) .

٣١ – ٥ – ٢ : الحصاد الآلى

تختلف الأسس التى يقوم عليها عمل آلات الحصاد حسب المحصول المزروع ، ومن أنواعها ما يلى :

١ – آلات مصممة على أساس حصاد الحقل مرة واحدة Once-over harvest :

تستخدم هذه الآلات فى حصاد الخضروات التى تزرع لأجل التعليب أو التخليل ، فتستعمل فى حصاد البسلة ، والفاصوليا الخضراء ، والطماطم لأجل التعليب ، والخيار لأجل التخليل . ويتوقف نوع ماكينة الحصاد على المحصول .

ففى البسلة تقطع العروش من قاعدتها ، ثم تفصل القرون عن الأوراق والسيقان . وتسمى الآلة باسم Viner .

وفى الفاصوليا تمر أصابع ممتدة من الآلة بداخل العروش ، فتنزع القرون منها لتسقط على سير متحرك .

وفى الطماطم والخيار تقطع سيقان النباتات عند سطح التربة ، ثم تنقل النباتات بما تحمله من ثمار إلى جزء آخر من الآلة ، حيث تفصل الثمار عن العروش بالهز ، ثم يتخلص من الثمار غير الناضجة والزائدة فى الفرز يدويًا (شكل ٣١ – ٢) . وعند استخدام هذه الآلات فى الحصاد تزداد كثافة الزراعة من ١٠ – ٢٠ ألف نبات فى الفدان إلى ٨٠ – ١٠٠ ألف نبات ، مع إعطاء عناية خاصة لمكافحة الحشائش بالمبيدات ، وللتسميد والرى ، كما تستعمل أصناف ذات نمو خضرى مندمج عادة .

٢ – آلات مصممة على أساس الحصاد على عدة مرات Multiple-over harvest :

تستخدم آلات من هذا النوع فى حصاد الخس . وتتركب الآلة من جزء للتحسس Sensor ذى وحدة تحكم Control unit ، ووحدة تقطيع Cutting assembly ، وعدد من السيور المتحركة recovery belts . يقوم الـ Sensor باختيار الرؤوس الصالحة للتسويق حسب حجم الرأس ومقدار ضغط الهواء الذى يمكن أن تتحمله . فإذا كان حجم الرأس ومقدرته على تحمل ضغط الهواء ضمن المدى المناسب ، يقوم جهاز التحسس بإرسال إشارة إلى جهاز التحكم الذى ينشط جهاز التقطيع والسيور الناقلة ، فيقوم جهاز التقطيع بقطع الرأس من قاعدتها ، ثم تنقلها السيور . وقد صمم جهاز للتحسس يستخدم أشعة جاما ، ويرسل بالإشارة عندما تقل شدة الأشعة عن حد معين .

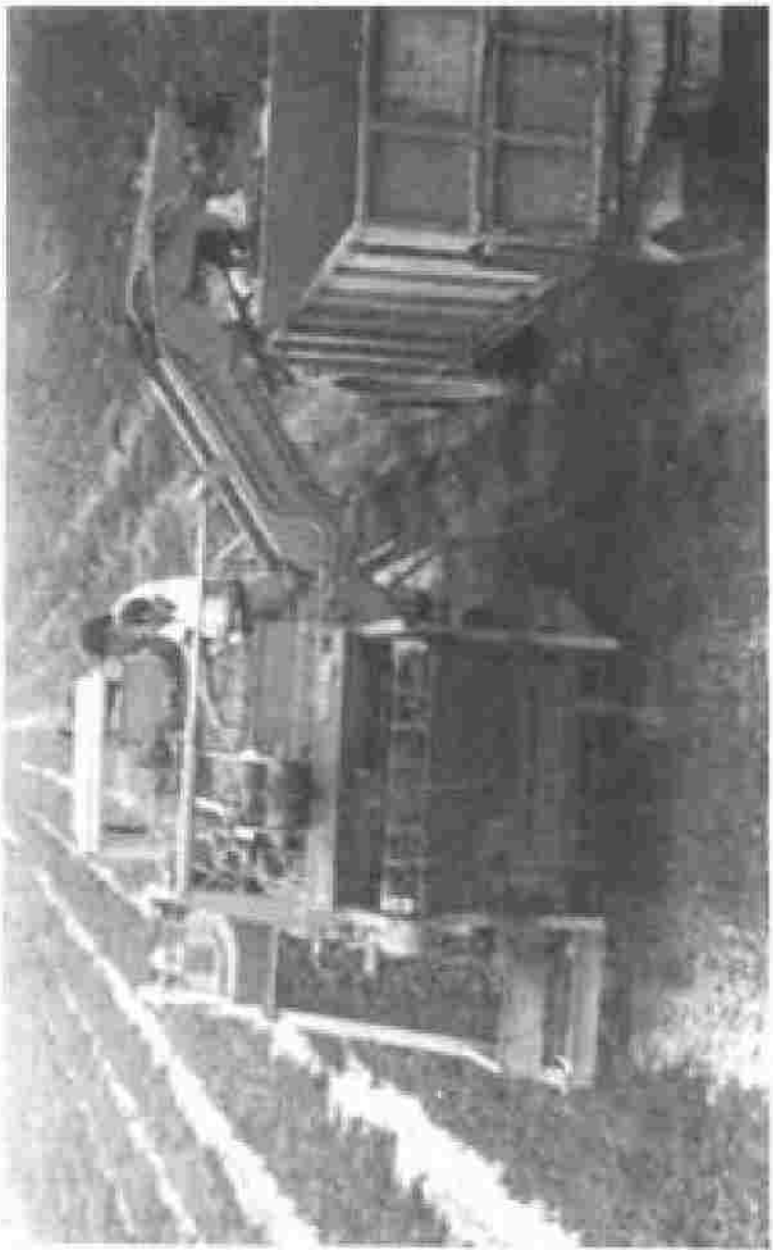
٣ – آلات مصممة لتقليع المحصول من التربة Digger-grader system :

صممت هذه الآلات لحصاد المحاصيل التى تزرع لأجل أعضاء التخزين ، كالدرنات ، والأبصال ، والجذور اللحمية ، مثل : الجزر ، والبنجر ، والبطاطا . ولإجراء الحصاد يتم التخلص من النموات الخضرية أولًا ، إما بالكيماويات ، كما فى البطاطس ، أو بالقطع ، كما فى باقى الخضروات . وتشتمل هذه الآلات على سلاح للحفر على شكل حرف V يقوم بتقطيع الجذور من التربة ، ثم تنقل على سيور متحركة ، حيث تفرز يدويًا (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٣١ – ٥ – ٣ : التقدم فى الحصاد الآلى للخضروات

شهد النصف الثانى من هذا القرن تقدمًا كبيرًا فى الحصاد الآلى للخضروات نتيجة للتعاون الوثيق بين العلماء المتخصصين فى مجالات إنتاج وتربية الخضر والهندسة الزراعية لإنتاج أصناف ذات مواصفات خاصة تصلح للحصاد الآلى وتصميم الآلات المناسبة لحصادها ، مع المحافظة على صفات الجودة بها . وقد اتسع نطاق الحصاد الآلى للخضر على المستوى العالمى منذ حوالى عام ١٩٧٥ .

ففى الولايات المتحدة تحصد كل مساحات الطماطم المعدة للتصنيع آليًا ، وتقوم الآلة بحصاد نحو ٣ – ٥ أفدنة ، أو نحو ٦٠ – ١٠٠ طنًا من الثمار يوميًا .



شكل ٣١ - ٢ : الحصاد الآلي للطماطم.

وقد استعملت فى البداية أصناف مثل : VF 145-B-7879 ، ثم استخدمت الأصناف الصلبة ذات الثمار المكعبة الصغيرة ، مثل UC82 وما يماثلها . وتطلب الحصاد الآلى أن تكون الزراعة آلية مع زيادة كثافة النباتات من ٢٠ إلى ٥٠ ألف نبات بالفدان بالزراعة المتقاربة ، مع التسميد بالفوسفور تحت البذور مباشرة ، والتحكم فى الرى بعناية ، وعدم الرى قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع .

إما الحصاد الآلى لطماطم الاستهلاك الطازج ، فإنه آخذ فى الازدياد بعد أن أنتجت الأصناف المحمودة القوام التى تصلح لذلك . ويتم الحصاد ومعظم الثمار فى طور النضج الأحمر .

كذلك تحصد آليًا جميع المساحات المزروعة لأغراض التصنيع من كل من الذرة السكرية ، والبسلة ، والفاصوليا الخضراء . وتقوم الآلة بحصاد نحو ٩٠٪ من قرون الفاصوليا بسرعة نحو فدان فى الساعة . أما الفاصوليا الخضراء التى تزرع لأجل الاستهلاك الطازج ، فما زال معظمها يحصد يدويًا .

كما أن البطاطس والخضر الجذرية ، كالجزر ، والبنجر ، والبطاطا تحصد آليًا بصورة روتينية منذ عهد طويل . وفى حالة الجزر تقوم الآلة بتقليع النباتات من التربة ، وقطع أوراقها بمعدل ٢ – ٣ أفدنة يوميًا . ويعمل عليها رجلان .

وتحصد بعض حقول الخس آليًا بسرعة نحو فدان فى الساعة . وفى الزراعة لأجل الحصاد الآلى تزداد كثافة الزراعة من نحو ١٥ ألف إلى ١٠٠ ألف نبات للفدان ، مع إجراء كل العمليات الزراعية بكفاءة حتى ينضج المحصول فى وقت متقارب.ويحصد القليل من حقول الكرفس آليًا .

كما استخدمت الآلات فى حصاد مهاميز الهليون بقطعها من تحت سطح التربة فى أراضى البيت . وفى هذه الحالة يزرع الهليون بالبذور مباشرة فى الحقل مع زيادة كثافة الزراعة من نحو ٨ آلاف إلى ٥٠ ألف نبات للفدان (Lorenz ١٩٦٩) .

وللمزيد من التفاصيل عن الحصاد الآلى للخضروات يمكن الرجوع إلى كل من :
Amer. Soc. Hort. Sci. (١٩٦٩) ، Woodroof (١٩٧٥) ، Zahara & Johnson (١٩٧٩) .

٣١ - ٦ : المراجـــع

مرسي ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع ، حسين على توفيق (١٩٦٠) . نباتات الخضر – الجزء الرابع : جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٦٣٢ صفحة .

American Society for Horticultural Science. 1969. Mechanized growing and harvesting of fruit and vegetable crops. HortScience 4: 229-241.

Kader, A.A. et al. 1981. Short course on postharvest technology of horticultural crops. U.S. Agency for International Development-A.R. Egypt-U.C. Project, Giza, Egypt.

Lorenz, O.A. 1969. The mechanized growing and harvesting of vegetable crops in the west. HortScience 4: 238-239.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980. (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Ware, G.W. and J.P.McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B.McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Granada, London. 163p.

Woodroof, J.G. 1975. Harvesting, handling and storing vegetables for processing. In B.S.Luh and J.G. Woodroof 'commercial Vegetable Processing', pp. 131-175. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Zahara, M. and S.S. Johnson. 1979. Status of harvest mechanization of fruits, nuts and vegetables. HortScience 14: 578-582.

الفصل الثانى والثلاثون

عمليات التداول والإعداد للتسويق

تمر محاصيل الخضر من بعد حصادها ولحين تسويقها أو تخزينها بالعديد من العمليات التى تسمى بعمليات التداول أو الإعداد . والغرض منها هو المحافظة على نوعية الخضر حتى تصل إلى المستهلك وهى بحالة جيدة ، مع تقليل نسبة الفاقد قدر المستطاع .

نسبة الفاقد من الخضروات أثناء التداول

تقدر نسبة الفاقد من الخضر فى مصر بنحو ٢٨,٨٪ من جملة المحصول الناتج ، ويرجع ذلك إلى التخلف فى تطوير طرق حصاد وتداول وتعبئة محاصيل الخضر . ولا تمثل هذه النسبة إلا الثمار الشديدة التلف التى لا تصلح للتسويق . أما الثمار القليلة أو المتوسطة التلف ، فإنها تسوق مختلطة مع الثمار السليمة فى أغلب الأحيان .

ومن أنواع التلف الشائعة ما يلى :

١ – التلف الميكانيكى بحدوث جروح وكدمات أو تقوب ، وهو يمثل أعلى نسبة فاقد فى الثمار .

٢ – التدهور فى النوعية نتيجة لزيادة النضج .

٣ – الأضرار الحشرية والمرضية .

٤ – التلف الفسيولوجى ، ويتمثل فى العيوب الفسيولوجية المختلفة (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – ج . م . ع ١٩٨٣) .

هذا .. وتشمل عمليات الإعداد للتسويق الكثير من الخطوات التى يصلح بعضها لجميع الخضروات ، ولا يصلح البعض الآخر إلا لخضروات معينة ، كما لا تطبق كل هذه الخطوات فى كل مكان ، لكن تطبيق أكثريتها يرتبط دائمًا بزيادة الوعى والتقدم الزراعى فى الدولة وفيما يلى شرح لجميع هذه الخطوات .

٣٢ – ١ : تجميع المحصول ونقله إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ

يتم الحصاد مباشرة تجميع المحصول فى كل مكان مظلل هام لحين نقله إلى محطات التعبئة . ويعتبر التظليل ضرورى لتجنب إصابة المحصول بلفحة الشمس ، كما أن التهوية ضرورية لتجنب ارتفاع

درجة الحرارة نتيجة لتراكم الطاقة الحرارية الناتجة من التنفس ، ويتحقق ذلك بترك الثمار تحت مظلات فى الحقل . ويلى ذلك نقل المحصول إلى محطات التعبئة أو إلى مصانع الحفظ .

٣٢ - ٢ : التفريغ

بعد وصول المحصول إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ فإنه يفرغ من صناديق الحقل أو عبوات الجمع ، إما على سيور متحركة فى حالة التنظيف الجاف ، أو فى أحواض بها ماء متجدد فى حالة التنظيف بالغسيل .

٣٢ - ٣ : التنظيف الجاف

تنظف ثمار بعض الخضر ، مثل القاوون ، والخيار ، والبطاطا بالفرش brushing ، بدلاً من الغسيل .

٣٢ - ٤ : الغسيل والتطهير

تجرى عملية الغسيل على الكثير من الخضروات قبل تعبئتها ، كما فى الخضروات الجذرية ، والفلفل ، والكرفس ، والخس ، والسباغ وغيرها . ويؤدى الغسيل إلى التخلص من الأتربة والطين ، وتكتسب الخضروات مظهرًا جذابًا ، وتخلصها من الذبول ، وقد يزيل بعض المبيدات .

وتغسل الخضروات إما يدويًا ، أو بواسطة خراطيم على المناضد ، أو فى أحواض ، أو أتوماتيكيًا بواسطة رشاشات تمر الخضر من تحتها على سيور أو شبكة سلكية متحركة .

ومن عيوب عملية الغسيل أنها تعمل على تشجيع النموات الفطرية والبكتيرية ، خاصة عند تعبئة المنتجات بعد ذلك فى أوعية مغلقة ، وشحنها لمسافات بعيدة بدون تبريد .

وإذا أعيد استخدام الماء المستعمل فى الغسيل - كما هو الحال فى الماء المثلج الذى يستعمل فى التخلص من حرارة الحقل - فإنه يصبح شديد التلوث بالميكروبات التى تسبب العفن . ولذا .. تضاف إلى ماء الغسيل بعض المواد المطهرة غير الضارة بالإنسان ، مثل : الكلور بتركيز ٥٠ - ١٠٠ جزءًا فى المليون فى صورة محاليل هيبوكلوريت hypochlorite ، أو chloramines (Cook & ١٩٦٢) .

٣٢ - ٥ : إزالة الأجزاء الزائدة

تتم إزالة الأجزاء الزائدة Trimming أثناء مرور الخضروات على سيور متحركة ، حيث تُزال الأوراق التى يلتصق بها الطين والأوراق المتحللة والمصابة بالأمراض ، والتى تغير لونها فى الكرفس ، والخس ، والسباغ وغيرها من الخضر الورقية . ويؤدى ذلك إلى تحسين مظهر المحصول . كما تؤدى إزالة الأوراق المصابة بالأمراض إلى تقليل انتشار هذه الأمراض أثناء الشحن والتسويق .

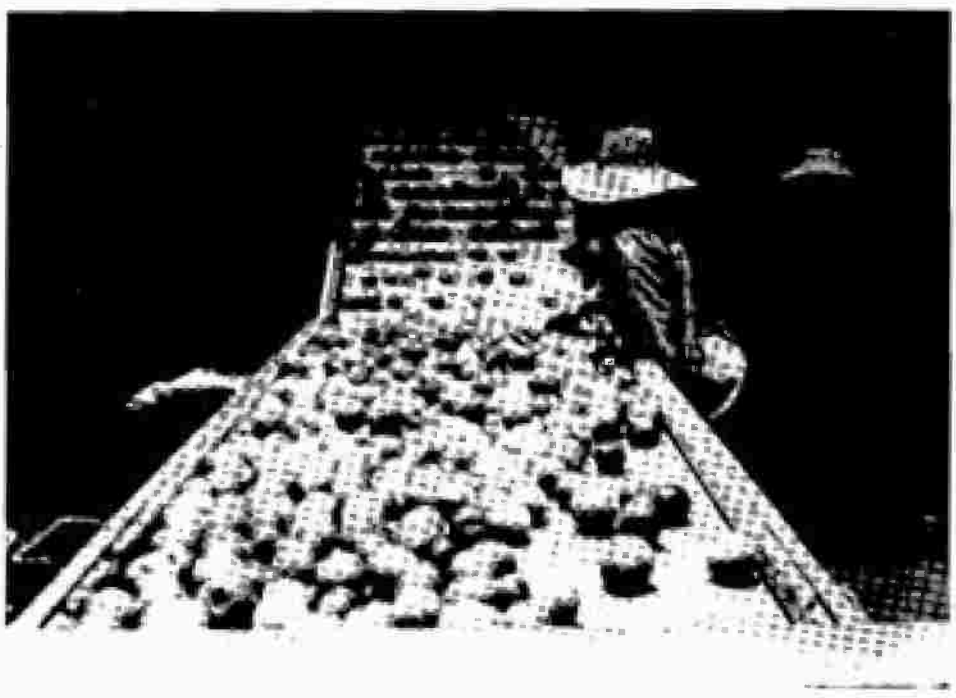
وعند تسويق الكرفس يقطع المجموع الخضرى إلى طول ٤٠ سم ، ويؤدى ذلك إلى التوفير فى العبوات وفى تكاليف الشحن . وتُزال بعض الأوراق القديمة الخارجية فى المحاصيل الجذرية ، وأحيانا تقطع كل الأوراق ، لكن يراعى ترك بعض الأوراق المغلفة Wrapper Leaves للحماية فى بعض الخضروات ، مثل : الخس ، والكرنب ، والكرفس ، مع إزالة ما يذبل منها بعد ذلك قبل عرضها فى الأسواق . هذا .. وتقلم الجذور فى المحاصيل الورقية ، كالخس ، والسباغ ، والكرفس (Ware & Macollum ١٩٧٥) .

٣٢ - ٦ : الربط فى حزم

تربط بعض الخضروات فى حزم Bunching ، كما فى الكرفس ، والفلفل ، والبصل الأخضر ، والبروكولى ، والبنجر ، والجزر ، والفجل ، وذلك بغرض تسهيل تداولها عند البيع . ويشترط تساوى نباتات كل حزمة فى الحجم ، وتشابهها فى الشكل واللون .

٣٢ - ٧ : الفـــرز

تجرى عملية الفرز Sorting بإمرار الخضر أمام العمال على ارتفاع مناسب ، حيث تعزل النباتات أو الثمار المصابة بالأمراض أو الحشرات ، وكذلك الثمار الذابلة ، والزائدة النضج ، وغير المنتظمة الشكل ، والمخالفة فى اللون (شكل ٣٢ - ١) .



شكل ٣٢ - ١ : فرز الطماطم أثناء مرورها على سيور متحركة .

٣٢ - ٨ : التدريج

لا يقتصر التدريج Grading على تقسيم الخضروات إلى درجات على أساس الحجم - وإن كان ذلك مهمًا - بل يتعداه إلى التقسيم إلى درجات متجانسة فى الشكل ، واللون ، ودرجة النضج ، وكل الصفات المؤثرة على مظهر ونوعية المنتج .

ومن أهم مزايا التدريج ما يلى :

١ - تسهيل عملية البيع والتسويق .

٢ - يساعد على تقليل نسبة الفقد فى المحصول ، نظرًا لتجنب تعبئة الثمار فى درجات مختلفة من النضج معًا .

٣ - يعتبر أمانًا للمستهلك ضد الغش والتزييف .

٤ - تسهل المقاضاة القانونية فى حالة وجود خلاف بين المتعاملين فى إنتاج وتسويق الخضر ، فتعتبر مقاييس التدريج لغة واحدة يتفق عليها منتج الخضر وبائعها .

هذا .. وليس لمقاييس التدريج أية علاقة برغبات المستهلك أو بالقيمة الغذائية ، وإنما هى تعتمد على المظهر العام ، والحجم ، والصفات المميزة للصنف ، والخلو من العيوب وعند وضع مقاييس التدريج ، فإنه يجب تقليل عدد الدرجات grades إلى أقل عدد ممكن ، مع جعل المواصفات واضحة دون استعمال اصطلاحات كثيرة معقدة . ومع زيادة مسافة الشحن وبعد مكان التسويق عن مكان الإنتاج يلزم إعطاء عناية أكبر لعملية التدريج ، بحيث لا تكون الفرصة مواتية إلا لتصريف أحسن الدرجات بسبب زيادة تكاليف التسويق ، وارتفاع الأسعار . ويدخل ضمن شروط التدريج الجيد وضع مواصفات للحزم بالنسبة للخضروات التى تربط فى حزم ، وطريقة ترتيب المنتجات فى العبوات ، ودرجة التجانس فى الحجم ، ودرجة ملء العبوة ، والحدود المسموح بها فى مخالفة شروط التدريج والتعبئة .

وقد وضعت منظمة التعاون الاقتصادى والتطور Organization for Economic Co-operation and Development فى باريس مقاييس دولية لتدريج الخضر والفاكهة نشرتها خلال الفترة من ١٩٧٠ إلى ١٩٧٧ . وتقع فى ٨٧٢ صفحة مزودة بالصور الملونة لكل الصفات التى تحملها هذه المقاييس .

ولا توجد بمصر رتب خاصة لتصنيف وتدريج منتجات الخضر إلا لأغراض التصدير . وقد اقترحت الإدارة العامة للتدريب بوزارة الزراعة الرتب التالية :

١ - رتبة ممتازة : ويفصل عدم تسعيرها ، مع تركها حسب رغبات المستهلكين :

١ - رتبة أولى : ويشترط فيها التجانس التام ، مع الخلو من العيوب والأضرار المرضية والحشرية .

٣ - رتبة درجة ثانية : لا تزيد فيها نسبة العيوب التجارية عن ٥٪ .

٤ - رتبة درجة ثالثة : تتراوح فيها نسبة العيوب التجارية من > ٥ إلى ١٥٪ .

٥ - رتبة درجة رابعة : تتراوح فيها نسبة العيوب التجارية من > ١٥ إلى ٢٥٪ .

٣٢ - ٩ : التسميط أو العلاج أو المعالجة

تجرى عملية التسميط أو العلاج Curing لبعض الخضر ، كالبصل ، والثوم ، والبطاطس ، والبطاطا . وتعرف هذه العملية فى البصل والثوم باسم التسميط ، وتجرى بغرض تقليل نسبة الرطوبة فى الأبصال ، فيقل بذلك التلف أثناء التخزين . أما فى حالة البطاطس والبطاطا ، فإنها تتم بوضع المحصول بعد الحصاد فى درجتى حرارة ورطوبة نسبية مرتفعتين نسبيًا لمدة ٥ - ١٠ أيام بغرض تكوين طبقة بيريدرم periderm على كل من الأنسجة السليمة والمجروحة لوقاية الأنسجة من الإصابات المرضية ، وتقليل فقد الماء بالنتح .

٣٢ - ٩ - ١ : المعالجة فى البصل

الغرض من معالجة البصل هو التخلص من الرطوبة الزائدة ، وتجفيف رقبة وجذور البصلة وحراشيفها الخارجية . وهى عملية ضرورية فى حالة تخزين المحصول ، أو شحنه لمسافات بعيدة ، أو حتى فى حالة إعداده للتسويق الطازج ، لأنها تقلل من فرصة الإصابة بالأمراض ، خاصة مرض عفن الرقبة .

تتم المعالجة فى مصر بنقل النباتات بعد حصادها إلى مكان هادئ مظلل ، حيث ترص فوق بعضها لارتفاع نحو $\frac{1}{2}$ م فى مراود ، مع تغطية الأبصال بأوراق النباتات حتى لا تتعرض للفحة الشمس . وتترك الأبصال بهذا الوضع مدة ٢ - ٣ أسابيع . يلى ذلك تقطيع العروش بسكين على ارتفاع ١ - ١,٥ سم من قمة البصلة ، وكذلك تقطع الجذور . وأثناء عملية قطع العروش والجذور تفرز الأبصال وتستبعد غير المرغوب منها ، وهى المصابة بالأمراض ، والمجروحة ، والخيوط (أبصال النباتات التى اتجهت نحو التزهير) ، والمزرّعة ، والمخالفة فى اللون .

ويقوم بعض المزارعين بقطع المجموع الخضرى والجذرى بعد الحصاد مباشرة ، ثم تترك الأبصال على هيئة مسطاح لبضعة أيام وهى معرضة للشمس ، لكن لا ينصح بزيادة فترة التعريض للشمس لأكثر من يومين ، حتى لا تصاب الأبصال بلفحة الشمس .

ويقوم بعض مزارعى الوجه القبلى بمعالجة البصل بطريقة التسميط ، وهى طريقة تتضمن المعالجة مع التخزين المؤقت إلى أن تتحسن الأسعار . فيتم وضع النباتات رأسية ومتجاورة فى مراود مستطيلة ضيقة فى جزء من الحقل . وتغطى جوانب المراود بالتراب مع الحرص على تغطية كل الأبصال الظاهرة ، وتترك المجموع الخضرى معرضًا للشمس والهواء . تترك النباتات على هذا الوضع إلى أن يجف المجموع الخضرى ، أو إلى أن تتحسن الأسعار ، حيث يزال التراب ، وتقطع الأوراق والجذور .

وتتوقف المدة التى تستغرقها عملية العلاج على الظروف الجوية . ونظرًا لأن الجو يكون جافًا والحرارة مرتفعة وقت الحصاد فى مصر ، لذلك فإنها لا تستغرق أكثر من ٢ - ٣ أسابيع ، ولكن تزداد الفترة إلى ٤ أسابيع أو أكثر فى المناطق الأكثر برودة أو رطوبة . كما قد يتطلب الأمر استخدام تيار من الهواء الدافىء الجاف فى المعالجة فى المناطق الباردة الرطبة . وللإسراع فى المعالجة يمكن وضع

الأبصال في أجولة واسعة المسام في مخازن يمر بها تيار من الهواء الدافيء حرارته ٤٨°م لمدة ١٦ ساعة . (مرسي وآخرون ١٩٧٣) .

ويفضل دائمًا عدم قطع المجموع الخضري إلا بعد تمام إجراء عملية العلاج التجفيفي ، تلافيًا لتعرض الأبصال للإصابة بأمراض العفن (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

وفي كاليفورنيا يبدأ العلاج في الحقل بمنع الري قبل الحصاد ، وبتقطيع الجذور تحت الأبصال . فهذه عوامل تسرع عملية العلاج . والواقع أن ترك البصل في الحقل بعد تقليعه يعد معالجة ، كذلك يعتبر من المعالجة ترك البصل في أجولة أو في كومات في الحقل . ويعتبر ذلك كافيًا إذا كانت الظروف الجوية مناسبة .

أما إذا أجري الحصاد قبل عملية العلاج ، أو إذا نقلت الأبصال قبل علاجها بسبب ارتفاع الرطوبة الجوية أو انخفاض درجة الحرارة وقت الحصاد ، فإنه يمكن في هذه الحالة إجراء المعالجة بدفع تيار من الهواء الدافيء بين الأبصال . ويمكن للأبصال أن تتحمل حرارة ٤٦ – ٤٧°م لمدة ١٢ – ١٤ ساعة ، دون أن يحدث لها أي ضرر . وتتم المعالجة بدفع تيار من الهواء حرارته ٣٢ – ٣٥°م بمعدل ١ – ٢ م³ في الدقيقة لكل م³ من حيز المخزن ، ويستمر ذلك لمدة ١ – ١٤ يومًا حسب درجة نضج الأبصال عند بدء العلاج . وإذا لم تكن درجة حرارة الهواء مرتفعة لهذا القدر ، فإنه يمكن إسراع عملية المعالجة بزيادة سرعة دفع الهواء خلال الأبصال . ويحسن أن تكون الرطوبة النسبية للهواء من ٦٠ – ٧٠٪ . ورغم أن الرطوبة النسبية الأقل من ذلك تسرع التجفيف ، إلا أنها تجعل الحراشيف رديئة اللون ، وتؤدي إلى فقد نسبة كبيرة منها ، بينما الرطوبة النسبية الأعلى من ذلك تقلل من سرعة التجفيف ، وتزيد من فرصة الإصابة بالأمراض . ويمكن أن تتم هذه العملية أثناء تكويم البصل في المخازن (Voss ١٩٧٩) .

وتعتبر عملية المعالجة تامة عندما تصبح رقبة البصلة تامة الالتئام والحراشيف الخارجية جافة تمامًا لدرجة أنها تعطي صوتًا مميزًا (rustle) عند احتكاكها ببعضها . وتصل الأبصال في هذه الحالة بعد أن تفقد نحو ٣ – ٥٪ من وزنها .

٣٢ – ٩ – ٢ : علاج الجذور في البطاطا

يعد علاج جذور البطاطا أمرًا ضروريًا حتى يمكن تخزين الجذور بحالة جيدة لفترة طويلة . ويجب أن يبدأ العلاج في نفس يوم الحصاد ، ويكون ذلك بوضع الجذور عند درجة حرارة ٢٩°م ورطوبة نسبية ٨٥٪ لمدة حوالي ٥ – ٨ أيام مع التهوية الجيدة لمنع تكثف الرطوبة على الجذور (Covington وآخرون ١٩٥٩) .

ويلاحظ أن فترة العلاج تطول بدرجة كبيرة مع انخفاض درجة الحرارة . فبينما لا تستغرق أكثر من ٥ – ٨ أيام عند درجة حرارة ٢٩°م ، فإنها قد تستغرق ٤ أسابيع إذا أجريت في درجة حرارة ٢٤°م ، ويزداد معها الفقد في الوزن ، وقد تظهر نموات جديدة sprouts بالجذور .. ولا تحدث أي معالجة في درجة حرارة ١٦°م أو أقل . وتعمل درجات الحرارة المرتفعة على سرعة تكوين قلين الجروح ، كما تعمل الرطوبة النسبية المرتفعة على سرعة التئام الجروح بتشجيع تكوين قلين الجروح Wound Cork ، وتقليل انكماش الجذور بتقليل فقد الرطوبة منها .

وتفقد الجذور أثناء علاجها نحو ٥ - ١٠٪ من وزنها . ويرجع معظم الفقد فى الوزن إلى فقد الرطوبة ، بينما ترجع نسبة قليلة من الفقد إلى تنفس الجذور . وللتأكد من أن عملية العلاج قد تمت بالفعل يجرى اختبار حك جذرين مع بعضهما البعض ، فإذا انسلخ الجلد بسهولة ، كان ذلك دليلًا على أن العلاج لم يستكمل بعد (Greig ١٩٦٧) .

٣٢ - ٩ - ٣ : علاج درنات البطاطس

تبدأ عملية علاج درنات البطاطس فى مصر فى الحقل بتسوية جزء منه ، ونثر مبيد السيفين ١٠٪ على الأرض ، ويلى ذلك تحديد موضع كومة الدرنات بواسطة بالات أرز . توضع البالات فى شكل مستطيل تفرغ بداخله الدرنات من عربات الحقل إلى ارتفاع ٣٠ سم ، ثم تغطى بقش الأرز الجاف النظيف لارتفاع ٧٠ - ١٠٠ سم ، وتعفر طبقات القش بالسيفين ١٠٪ ، مع مراعاة عدم تعفير الدرنات نفسها ، لأن ذلك يمنع التئام الجروح ، فضلًا عن تلويثها باللبيد ، كما يُعفَّر القش من الخارج لطرد الفئران وفراشات دودة درنات البطاطس . وتستغرق عملية العلاج التجفيفى تحت هذه الظروف مدة ١٠ - ١٥ يومًا . ويعرف انتهاء العلاج بصعوبة إزالة قشرة الدرنة بالإبهام . ويراعى عدم تغطية الدرنات بعروش النباتات ، حتى لا تكون مصدرًا لانتشار العديد من الأمراض . ويعقب العلاج عملية فرز الدرنات لاستبعاد التالف والمصاب منها (الإدارة العامة للإرشاد الزراعى ١٩٧٧) .

٣٢ - ١٠ : التشميع

يجرى التشميع Waxing بتغطية مسطح الخضر الثمرية والجذرية بطبقة رقيقة من الشمع بغرض تحسين مظهرها ، وتقليل سرعة فقدها للماء ، وبالتالى تأخير ذبولها . ومن الخضروات التى نجح تشميعها : الطماطم ، والفلفل ، والخيار ، والقاوون ، والخرز ، والروتاباجا ، والبطاطا ، والبطاطس . وعند المعاملة يجب أن تكون الثمار أو الجذور نظيفة خالية من الجروح وطازجة . وتوجد الشموع فى صور مختلفة منها : المستحلبات المائية ، والخلائط الهيدروكربونية ، وتستعمل إما رشًا ، أو بغمر المحصول فيها .

٣٢ - ١١ : التعبئة والتغليف

يقصد بالتعبئة وضع الثمار فى عبوات ذات مواصفات خاصة . أما التغليف ، فهو لف كل ثمرة على حدة فى أغلفة من البلاستيك الشفاف المثقب أو النصف منفذ للغازات قبل وضعها فى العبوات .

٣٢ - ١١ - ١ : أهداف التعبئة

تهدف عملية التعبئة إلى تحقيق المزايا التالية :

١ - تسهيل نقل المحصول من مكان الإنتاج إلى مكان التسويق .

٢ – حماية المحصول أثناء النقل والتداول .

٣ – المحافظة على نظافته وتحسين مظهره .

٤ – تحديد وحدة التسويق وهي العبوة .

٥ – يعطي عدد العبوات فكرة عن كمية المحصول .

٦ – تعتبر العبوات وسيلة لكتابة العلامة المميزة ، وتعليمات الشحن ، والإجراءات القانونية ، والدعاية .

٣٢ – ١١ – ٢ : الشروط التي يجب توافرها في العبوات

تختلف العبوات المستخدمة في تعبئة محاصيل الخضر اختلافًا كبيرًا ، لكن توجد شروط عامة يجب أن تتوفر فيها ، وهي :

١ – المتانة حتى تتحمل عمليات التداول .

٢ – المقدرة على التوصيل الحراري ، حتى يمكن تبريد محتوياتها بسرعة .

٣ – النفاذية للغازات ، حتى تسمح بتنفس الخضروات بداخلها .

٤ – عدم التأثر بالرطوبة الجوية أو بالبلل .

٥ – أن تقلل من فقد الثمار لرطوبتها .

٦ – أن تحجب الضوء في حالة تعبئة محصول مثل البطاطس ، حتى لا يحدث اخضرار للدرنات .

٧ – سهولة تداولها وترتيبها ، حتى تأخذ أصغر حيز أثناء الشحن .

٨ – حسن المظهر الخارجي ومظهر ترتيب المحصول بداخلها .

٩ – التوافق مع متطلبات السوق من حيث الوزن والشكل والحجم .

١٠ – سهولة فتحها وغلقها .

١١ – رخص ثمنها ، حتى لا ترفع من سعر المحصول .

١٢ – ألا تحتوي مادة العبوة على مواد ضارة بالإنسان .

١٣ - ألا تكون عميقة ، حتى لا تتسبب فى حدوث أضرار ميكانيكية بالثمار .

٣٢ - ١١ - ٣ : أنواع العبوات

توجد أربعة أنواع رئيسية من العبوات حسب الغرض من استعمالها ، وهى : عبوات الجمع ، وعبوات الحقل ، وعبوات النقل أو الشحن ، وعبوات المستهلك .

١ - عبوات الجمع :

هى العبوات التى يجمع فيها المحصول . وتستخدم لذلك فى مصر الأقفاص الجريد ، والسلال ، والمقاطف ، والقفف المصنوعة من ليف النخيل أو المطاط . ويفضل استخدام الجرادل البلاستيكية أو المعدنية . هذا .. ولا تستخدم عبوات الجمع والحقل مع الخضر الرهيفة التى لا تتحمل كثرة التداول ، مثل : الشليك ، حيث تعبأ فى عبوات النقل مباشرة .

٢ - عبوات الحقل :

هى العبوات التى يفرغ فيها المحصول من عبوات الجمع لنقلها إلى بيوت التعبئة أو إلى الأسواق . وتستخدم لذلك أقفاص الجريد الكبيرة التى تسمى بالعدايات وتبلغ سعة كل منها ٤٠ - ٦٠ كيلو جرام . ويفضل استخدام الصناديق البلاستيكية .

٣ - عبوات النقل أو الشحن :

هى العبوات التى تشحن فيها الثمار إلى مناطق الاستهلاك . وتستخدم لذلك الركاكيب الجوت سعة ٦٠ - ٨٠ كيلو جرامًا فى نقل الفاصوليا الخضراء ، والبسلة الخضراء ، والفول الأخضر ، والفلفل ، والباميه ، وأقفاص الجريد (العدايات) سعة ٤٠ - ٦٠ كيلو جرامًا فى نقل الطماطم . وأحولة القطن سعة ١٠٠ كيلو جرامًا فى نقل البازنجان ، لكن جميع هذه العبوات تحدث أضرارًا كبيرة بالمحصول ، وتلفيات تصل إلى ٢٠ - ٣٠٪ ، لهذا يفضل استبدالها كلها بالعبوات البلاستيكية (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣) .

٤ - عبوات المستهلك :

عبوات المستهلك هى التى تباع بها الخضروات للمستهلك مباشرة ، ومنها : الأكياس البلاستيكية ، والشبكية ، والورقية ، والمصنوعة من القماش ، وكذلك أوعية الكارتون أو الورق المقوى المغطى بلاستيك شفاف .

ومن أهم مميزات استعمال عبوات المستهلك ما يلى :

١ - تقليل الحاجة للعمالة فى محلات البيع لقيام المشترى بخدمة نفسه بنفسه .

٢ - تقليل الفاقد بحفظ الخضروات لمدة أطول وبتقليل الأضرار التى تحدث لها عادة مع كثرة التداول أثناء النقل والبيع .

٣ - تقليل وقت إعداد الخضر للطهى أو الاستعمال .

٤ - زيادة المبيعات .

هذا .. وتتم التعبئة فى عبوات المستهلك إما فى مكان الإنتاج ، أو قبل العرض للبيع مباشرة . ومن مميزات التعبئة فى مكان الإنتاج : التخلص من كل الأجزاء النباتية التى لا تستعمل فى الغذاء ، وتقليل تداول المحصول بتجنب تعبئته مرتين ، وبالتالى تقليل التكاليف والأضرار الميكانيكية ، لكن يعاب على ذلك احتمال تطرق العفن إلى المنتج عند شحنه لمسافات بعيدة .

وعند استعمال عبوات مستهلك مصنوعة من مواد شفافة أو صناديق كارتون مغطاه بغشاء شفاف ، فإنه يجب تثقيب الكيس أو الغطاء لتوفير الأكسجين اللازم للتنفس وخروج غاز ثانى أكسيد الكربون ، منعًا لحدوث تنفس لا هوائى ، وتكوّن طعم غير مقبول ، خاصة فى الخضروات السريعة التنفس ، مثل : السباغ ، والبروكولى ، والقنبيط . كما أن الطماطم لا تتلون جيدًا إذا لم تتوفر لها هذه التهوية (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

ويؤدى التثقيب إلى المحافظة على نسبة الأكسجين داخل العبوات فى حدود ٣ - ٥٪ ، وعلى نسبة ثانى أكسيد الكربون فى حدود ١٠ - ٢٠٪ ، مع بقاء الرطوبة النسبية فى حدود ٩٠ - ٩٥٪ ، ويناسب ذلك معظم الخضروات .

مزايا وعيوب النوعيات المختلفة من العبوات

أكثر أنواع العبوات انتشارًا فى مصر هى أقفاص الخريد . ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

١ - سهولة تصنيعها .

٢ - رخص ثمنها .

٣ - توفر الخامة التى تصنع منها الأقفاص وهى جريدة النخل .

لكن - كما سبق الذكر - من الضروري التوقف عن استعمال الأقفاص الجريد في تعبئة الخضروات ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية :

١ - يؤدي استعمالها إلى زيادة نسبة الأضرار الميكانيكية (الجروح والخدوش) بالثمار أثناء عمليات التعبئة والنقل والتسويق بسبب حواف الجريد الحادة الخشنة .

٢ - لا تعطي حماية كافية للثمار لعدم متانتها ، فتزيد بذلك نسبة التالف .

٣ - لا تكون حواف الأقفاص مستوية ، وبالتالي يقع بعض الضغط على الثمار نفسها عند رص الأقفاص فوق بعضها ، خاصة عندما تملأ الأقفاص إلى ما فوق حافتها ، ويزيد ذلك من نسبة التالف .

٤ - لا تتداخل الأقفاص ببعضها عند الرص ، وبذلك فإنها لا تكون ثابتة ولا يمكن رص أكثر من ٤ - ٥ طبقات منها ، وذلك أمر غير اقتصادي ، سواء في النقل أم التخزين .

٥ - تتفكك الأقفاص وتتحلل بسهولة بسبب الرطوبة وعمليات التداول ، الأمر الذي يعرض محتوياتها للتلف ، كما يزيد من تكلفة التعبئة ، نظرًا لأنه لا يمكن إعادة استخدامها أكثر من ٥ - ٦ مرات .

٦ - يصعب تنظيف القفص لإعادة استعماله ، ولذلك تحاذيره الصحية .

أما العبوات البلاستيكية ، فلا يوجد بها أي من العيوب السابقة الذكر لأقفاص الجريد ، ويزيد على ذلك سهولة حملها وتداولها ، ومظهرها الحضاري . كما أن عيبها الرئيسي وهو ارتفاع ثمنها ، بالمقارنة بثمن القفص الجريد - يصبح على المدى الطويل ميزة أخرى ، نظرًا لإمكانية استعمالها مئات المرات ، بالمقارنة بنحو ٥ - ٦ مرات فقط كحد أقصى في حالة أقفاص الجريد .

لكن نظرًا لأن أقفاص الجريد ينتشر استعمالها في مصر بدرجة كبيرة يصعب معها التخلص منها في فترة وجيزة ، لذلك اتجهت الدراسات نحو تحسينها باستعمال بطانة من ورق الكرتون المضلع المثقب لقاع وجوانب القفص ، وبذلك يتحول القفص الجريد إلى علبة كرتون مدعمة بعوارض من الجريد . ومن مزايا القفص المعدل ما يلي :

١ - يعتبر رخيص الثمن نسبيًا ، نظرًا لأن البطانة الكرتون يمكن استخدامها أكثر من مرة ، كما أن عدد الجريد المستخدم في جوانب القفص يقل إلى النصف .

٢ - خفض نسبة الثمار التالفة بدرجة كبيرة وصلت إلى ٣٪ فقط في الطماطم (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣) .

هذا .. وتستخدم في التصدير حاليًا صناديق الكرتون التي تصنع محليًا وتختلف في الشكل والحجم حسب الخضر التي تعبأ بها . وتستخدم كذلك الأكياس والأحولة الشبكية في تصدير البصل والثوم ، والأحولة الجوت في تصدير البطاطس . وجميع هذه العبوات جيدة وتناسب الخضر التي تعبأ فيها .

٣٢ - ١١ - ٤ : الشروط التى تجب مراعاتها عند التعبئة

إن الهدف الأساسى الذى يجب أخذه فى الاعتبار عند التعبئة هو تداول الخضر بأقل تكلفة ممكنة ، مع المحافظة عليها من التلف لأكبر درجة ممكنة . ولتحقيق ذلك تجب مراعاة الشروط التالية عند التعبئة .

١ - اختيار العبوة المناسبة للمحصول ، ولمدة الشحن ، وللأسواق ، وللتبريد المبدئى precooling فى حالة إجرائه . فعبوات الحقل والشحن تكون بطبيعة الحال أكبر حجمًا من عبوات المستهلك . وعبوات الخضر التى تتحمل التداول ، كالبصل ، والبطاطس تكون أكبر حجمًا من عبوات الخضر الرهيفة ، كالكنتالوب ، ويزيد حجم عبوات الخضروات ذات الثمار الكبيرة عن حجم عبوات الخضر ذات الثمار الصغيرة . فبينما يبلغ وزن عبوة الكنتالوب ٣ كجم ، فإن عبوة البسلة تكون ٣ - ٦ كجم ، والطماطم نحو ١٠ كجم ، والبصل نحو ٥٠ كجم . كذلك يزيد حجم عبوات السوق المحلى عن حجم عبوات التصدير ، ولكن الاتجاه العالمى هو تصغير العبوات تمشيًا مع توصية منظمة العمل الدولية الخاصة بتحديد الحد الأقصى للوزن الذى يمكن أن يتداوله الفرد . وإذا احتاج الأمر لإجراء عملية التبريد المبدئى بعد التعبئة ، فيجب أن تكون العبوات مناسبة لذلك من حيث توصيلها الحرارى والتهوية .

٢ - الحرص عند التعبئة بوضع كل ثمرة أو منتج فى مكانه الصحيح حتى يبقى فى مكانه دون تحرك لحين وصوله للأسواق ، لأن كثرة الاهتزازات واحتكاك الثمار ببعضها البعض وبجدار العبوة يحدث خدوشًا بسيطة تتحول فيها الأنسجة إلى اللون البنى ، الأمر الذى يخفض من قيمتها التسويقية ، ويزيد من سرعة التنفس ، ومعدل التدهور ، وفرصة الإصابة بالأمراض . ويمكن تحقيق ذلك إما بلف الثمار كل على حدة ، أو بعزلها عن بعضها البعض بفواصلات الورق ، أو باستخدام الصوانى ذات الفجوات المناسبة أو الخلايا فى التعبئة .

٣ - أن تكون العبوات ممتلئة جيدًا ، لكن دون أن يؤدى ثقل الغطاء إلى الضغط على الثمار ، حتى لا تتخلخل أثناء النقل والتسويق .

٤ - عدم زيادة طبقات الثمار عما يمكن أن تتحمله الطبقة السفلى .

٥ - الأمانة فى التعبئة ، بحيث لا توضع منتجات مخالفة للدرجة وسط العبوة ، لأن ذلك شىء يسىء إلى المسئول عن الإنتاج والتعبئة ؛ ويعود عليه بالضرر .

٦ - تتوقف طريقة ترتيب الثمار فى العبوات على أساس شكلها ، وما إذا كانت بأعناق أم بدون أعناق كالتالى :

(أ) توضع رؤوس القنبيط متبادلة من حيث اتجاه الأقراص لأعلى أو لأسفل ، مع وضع فواصلات ورق بينها .

(ب) تعبأ ثمار الشمام متبادلة أفقيًا مع استخدام وسادة تحمى الثمار .

(جـ) تتبادل كذلك رؤوس الخرشوف مع الأعناق عند التعبئة .

(د) توجه عروش الجزر إلى داخل العبوة .

(هـ) ترتب ثمار الباذنجان فى صفوف طولية مع توجيه أعناق الثمار لأعلى .

(و) تعبأ ثمار الطماطم إما بطريقة منتظمة تسمح بملء قراغ العبوة جيدًا وثبات الثمار لضمان عدم تحركها بالاهتزاز ، أو فى صفوف ذات عشوش فى طبقات لا يزيد عددها عن مقدرة الثمار السفلى على تحمل الضغط الواقع عليها . ويتوقف ذلك على صلابة الثمار وطور النضج .

(ز) تعبأ ثمار الكوسة فى ثلاث طبقات ، مع وضع فواصل ورق بينها لضمان ثباتها فى مكانها .

(ح) ويوجد من الخضر ما يعبأ بتفريغ المحصول داخل العبوة حتى تمتلىء ، ثم تهز العبوة حتى تأخذ الثمار أماكن ثابتة داخلها . ويستمر ذلك حتى وصول العبوة إلى وزن معين ، كما هو الحال فى تعبئة البصل ، والثوم ، والبطاطس فى أجولة .

٧ – يحسن دائمًا تبطين العبوات لتقليل احتكاك الثمار بجسم العبوة ، وبالتالى تقليل الأضرار الميكانيكية . ومن أهم المواد المستخدمة فى التبطين : ورق الكرافت ، والبارشمنت ، والرايدة ، والكرتون المضلع الرفيع ، والبلاستوفيلم ، والبوليثيلين ، والورق المشمع بالقطن .

٨ – يراعى عند غلق العبوة أن يملأ الجزء المتبقى منها بفواصل الورق .

٩ – من الضرورى وضع بعض البيانات الخاصة ، إما بطبعها على العبوة مباشرة ، أو على بطاقة خاصة تلصق على العبوة ، على أن تشتمل هذه البيانات على اسم المحصول ، والرتبة ، والعلامة التجارية ، واسم المصدر وعنوانه ، أو أحدهما ، والوزن الصافى ، ومكان الإنتاج ، ورقم الرسالة المسلسل .

وفى مصر يشترط فى العبوات المعدة للتصدير كتابة جميع البيانات السابقة الذكر باللغة العربية فى حالة التصدير للدول العربية وبإحدى اللغتين : الإنجليزية أو الفرنسية فى حالة التصدير للدول الأخرى . ويشترط الكتابة بألوان خاصة للدرجات المختلفة ، مع إعطاء الرموز (I و II) للدرجتين الأولى والثانية (الإدارة العامة للتدريب ١٩٧٣) .

٣٢ – ١١ – ٥ : أماكن التعبئة

تجرى التعبئة إما فى الحقل أو فى منشآت خاصة تسمى بيوت التعبئة . وتستخدم فى الحقل وحدات ضخمة متنقلة للتدريج والتعبئة تعرف بين العامة باسم mule machine ، ويشيع استخدامها مع بعض المحاصيل ، مثل : الخس ، والكرفس ، والذرة السكرية . وتسير الآلة إلى جانب ماكينة الحصاد أثناء مرورها بالحقل ، حيث يصلها المحصول ويخرج منها وقد تم غسله وإزالة الأجزاء غير المرغوبة منه ، وعُبِّىء استعدادًا لشحنه (Ware & McCollum ١٩٧٥) .

أما بيوت التعبئة ، فهى منشآت خاصة تقام عادة فى وسط منطقة الزراعة ، ويشترط عند إقامتها ملاحظة ما يلى :

١ – أن تتعادل كفاءتها ومقدرتها مع المساحة المزروعة .

٢ – أن يكون الدور الأول بمستوى سطح التربة لتسهيل عمليات التفريغ والشحن بالسيارات .

٣ – أن تكون قريبة من مصدر مياه نقية تحت ضغط مرتفع .

٤ – أن تتوفر بجانبها مساحة كبيرة لوضع الخضر المعبأة المعدة للشحن (أستينو وآخرون ١٩٦٣) .

وتجرى معظم عمليات إعداد وتداول محاصيل الخضر فى بيوت التعبئة .

وتجميع العبوات بعد التعبئة فى وحدات أكبر على بالتات أو طبالى خشبية ليسهل حمل كل مجموعة منها آليًا بواسطة الأوناش .

٣٢ – ١٢ : الإنضاج الصناعى

يستخدم الإيثيلين على نطاق واسع فى الإنضاج الصناعى للخضر والفاكهة . وأهم الخضروات التى يستخدم معها الإيثيلين هى : الطماطم ، والفلفل الأملس ، والكرفس .

١ – الطماطم :

تستغرق ثمار الطماطم الخضراء الناضجة حوالى ١٢ – ١٤ يومًا كى تتحول إلى لونها الطبيعى . ويمكن تقصير تلك الفترة إلى ستة أيام بالمعاملة بالإيثيلين . ويستخدم الإيثيلين بتركيز ١/٤٠٠ فى حجرات المخازن المحكمة الغلق ، بتركيز ١/١٠٠٠ فى حجرات المخازن غير المحكمة الغلق . وأنسب ظروف تخزين عند المعاملة هى درجة حرارة ١٨ – ٢٤°م ، ورطوبة نسبية ٨٥ – ٩٥٪

٢ – الفلفل :

لايعامل من أصناف الفلفل بالإيثيلين إلا شهد العسل ، والكاسابا . وتحصد الثمار عندما تصل إلى درجة النضج المناسبة ، إلا أن اللون لا يكون مكتملًا حينئذ . وتصل الثمار إلى اللون المرغوب فى خلال ٣ – ٤ أيام من المعاملة بالإيثيلين بتركيز ١/١٠٠٠ على درجة حرارة ١٨°م .

٣ – الكرفس :

تتطلب بعض الأسواق تبييض أوراق الكرفس وأعناقها بتجميع التربة حول النباتات ، أو تظليلها بألواح الخشب أو بالورق ، إلا أن هذه الطريقة عجهدة ومكلفة وتعطى للنباتات مظهرًا غير مقبول . ويمكن تبييض الكرفس بسهولة بعد الحصاد مع المحافظة على الطعم والقوام وصفات الجودة الأخرى بالمعاملة بالإيثيلين . وتستغرق المعاملة ستة أيام مع الأصناف ذات اللون الأخضر المصفر self blanching ، ومدة ١٠ – ١٢ يومًا مع الأصناف ذات اللون الأخضر الداكن . ويستخدم الإيثيلين بتركيز ١/١٠٠٠٠ فى الحجرات المحكمة الغلق ، وبتركيز ١/١٠٠٠ فى الحجرات غير المحكمة الغلق . وتتم المعاملة على درجة حرارة ١٨°م . وتؤدى المعاملة بالإيثيلين إلى التخلص من مادة الكلوروفيل الخضراء ، دون التأثير على نسبة السكر .

يعمل الإيثيلين على إسراع اللون الطبيعى للثمار ، وإسراع التحولات الطبيعية للنشا إلى سكر . وفيما عدا ذلك .. فليس للإيثيلين أية تأثيرات أخرى على محتوى الفصول المعامل من الفيتامينات ، كما أن ليس له أى تأثير ضار على الصحة . ولا يترك أى لون أو روائح غير مرغوبة بالثمار .

ويحدد التركيز المناسب من الإيثيلين على أساس الحجم الكلى للمخزن ، دون اعتبار للحيز الذى يشغله المحصول المخزن . ويجب عدم زيادة التركيز أبدًا عن ١/١٠٠٠ فى أى من الخضر والفاكهة ، كما تجب تهوية المخازن المعاملة من آن لآخر لتوفير الأكسجين اللازم لتنفس المحصول المخزن . وتجرى التهوية قبل المعاملة بالإيثيلين . بفتح الباب والشبابيك لمدة نصف ساعة . وهذا يوصى بمعاملة المخازن بالتركيز المطلوب من الإيثيلين كل ٦ ساعات طوال الفترة المطلوبة للمعاملة .

وتجدر الإشارة إلى أن غاز الإيثيلين سهل الاشتعال والانفجار إذا اختلط بالأكسجين بنسبة معينة ، لكن أقصى تركيز ينصح به وهو ١/١٠٠٠ يبلغ $\frac{1}{25}$ من الحد الأدنى للتركيز الذى يمكن للغاز أن يشتعل فيه . ومع ذلك .. فيجب دائمًا توفر أجهزة قياس تركيز الغاز فى حجرات الإنضاج التى يستعمل فيها الإيثيلين (Kader وآخرون ١٩٨١)

بدائل غاز الإيثيلين

يوجد عدد من البدائل لغاز الإيثيلين ، منها :

١ - الإيثريل Ethrel :

يستخدم مع الخضر والفاكهة فى صورة محلول مائى بالنقع أو بالرش . وينتج الإيثريل غاز الإيثيلين إذا تعرض لـ pH أعلى من ٥ .

٢ - كاربيد الكالسيوم Calcium Carbide :

يتكون كاربيد الكالسيوم باتحاد أكسيد الكالسيوم مع الكربون . ويؤدى اتحاده بالماء إلى تحلله وإنتاج غاز الإسيتيلين .

٣ - استخدام الثمار ذات المقدرة الكبيرة على إنتاج الإيثيلين عند نضجها :

يبين جدول (٣٢ - ١) معدل إنتاج بعض ثمار الخضر والفاكهة فى درجة حرارة ٢٠°م . ويمكن استعمال الثمار ذات المقدرة العالية على إنتاج الإيثيلين فى إنضاج الثمار ذات المقدرة المنخفضة (عن Kader وآخرين ١٩٨١) .

جدول (٣٢ - ١) معدل إنتاج ثمار بعض الخضر والفاكهة لغاز الإيثيلين بالجزء فى المليون فى درجة حرارة ٢٠° م .

معدل إنتاج غاز الإيثيلين	الثمار
٠,٠١ - ٠,١	الكريز - الوالنج - العنب - الشليك
٠,١ - ١,٠	البلوبرى - الخيار - الباميه - الأناناس
١ - ١٠	الموز - التين - شهد العسل - المانجو - الطماطم
١٠ - ١٠٠	التفاح - الأفوكادو - الكانتالوب - النكتارين - الباباظ
	الخوخ - الكمثرى - البرقوق
> ١٠٠	السابوته - الـ Passion fruit

٣٢ - ١٣ : التبريد المبدئى

تجرى عملية التبريد المبدئى pre-cooling للتخلص من حرارة الحقل وخفض حرارة الخضروات بعد الحصاد مباشرة بغرض إبطاء التنفس ومعدل التدهور . وللتفاصيل الخاصة بهذه العملية يراجع الجزء (٣٣ - ٣ - ٥) .

٣٢ - ١٤ : المراجـــع

الإدارة العامة للإرشاد الزراعي - جمهورية مصر العربية (١٩٧٧) . زراعة البطاطس - ٤٣ صفحة .

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة - ٤٢٢ صفحة .

مرسي ، مصطفى علي ، وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثاني : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

مرسي ، مصطفى علي ، وأحمد إبراهيم المربع ، وحسين علي توفيق (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الرابع : جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - ٦٣٢ صفحة .

مرسي ، مصطفى علي ، ومحمد كمال الهباشه ، ونعمت عبد العزيز نور الدين (١٩٧٣) . البصل . مكتبة الأنجلو المصرية - ٣١٩ صفحة .

Cook. H.T. 1962. Supplements to refrigeration. In 'ASHRAE Guide and Data Book', pp. 545-550. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Covington, H.M., D.T. Pope, H. Garris, L.W. Nielson, W.C. White, H.E. Scott, C.Brett and G. Abshier. 1959. Grow Quality sweet potatoes. N.C. Agr. Ext. Serv., Ext. Circ. 353 28p.

Greig, J.K. 1976. Sweetpotato production in Kansas. Kansas State Univ., Agr. Exp. Sta. Bul. 498. 27p.

Kader, A.A. et al. 1981. Short course on postharvest technology of horticultural crops. U.S. Agency for international Development - A.R. Egypt - U.C. Progect, Giza, Egypt.

Lutz, J.M. and R.E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 66. 94p.

Organization for Economic Co-operation and Development, Paris. 1970-1977. International standardization of fruit and vegetables. 872p.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980. (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.

الفصل الثالث والثلاثون

فسيولوجيا ما بعد الحصاد

تدخل ضمن دراسة فسيولوجيا ما بعد الحصاد Post-Harvest physiology كافة التغيرات الفسيولوجية التى تطرأ على الخضروات بعد حصادها ، والمعاملات التى تجرى لها بغرض إبطاء هذه التغيرات ، والمحافظة على جودة الخضروات لحين وصولها للمستهلك ، بما فى ذلك طرق التخزين المختلفة التى تعمل على إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها ، والمعاملات التى تجرى بغرض إسراع نضجها .

٣٣ - ١ : التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد

إن جميع التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد يمكن ملاحظتها والإحساس بها ، فهى تغيرات مورفولوجية ، ولكن هذه التغيرات المشاهدة لها أساسها الفسيولوجى ، فلا تحدث إلا نتيجة لنشاط فسيولوجى داخل الثمار . ويمكن - بصورة عامة - تقسيم هذه التغيرات إلى تغيرات مرغوبة وأخرى غير مرغوبة .

٣٣ - ١ - ١ : التغيرات المرغوبة فى الثمار المخزنة

من أهم التغيرات المرغوبة التى تحدث فى ثمار الخضر المخزنة ما يلى :

١ - كل التغيرات التى تؤدى إلى تحسين الصفات التى تجعل الثمار صالحة للأكل ، سواء من حيث اللون أم النكهة أم القوام . وهى تغيرات تصاحب استكمال النضج فى الثمار التى تحصد قبل تمام نضجها ، كما فى الطماطم ، والفاوون الشبكى ، والفاوون الأملس .

(أ) فالطماطم تحصد عادة ما بين طور النضج الأخضر وطور النضج الوردى حسب درجة الحرارة ، والمدة التى تمر من الحصاد إلى التسويق . وتستكمل تلونها قبل وصولها للمستهلك .

(ب) والفاوون الشبكى يكتسب أفضل طعم ونكهة بعد ٢ - ٣ أيام من التخزين

(جـ) أما الفاوون الأملس ، فتلزمه المعاملة بالإيثيلين لاستكمال النضج بعد الحصاد كما سبق بيانه فى الجزء (٣٢ - ١٢) .

٢ - يعتبر تبييض الكرفس من التغيرات المرغوبة التى تحتاج هى الأخرى للمعاملة بالإيثيلين

٣ – ومن التغيرات المطلوبة أيضًا تحول النشا إلى سكر أثناء فترة العلاج في جذور البطاطا ، وفي ثمار القرع العسلي ، مع إطالة فترة التخزين ، وفي الجزر في الأيام الأولى من التخزين .

٣٣ – ١ – ٢ : التغيرات غير المرغوبة

تشمل التغيرات غير المرغوبة كل ما يؤدي إلى تدهور الفصول وتلفه . وهي في غالب الأمر امتداد للتغيرات المرغوبة التي سبق بيانها ، حيث تتخطى الثمار مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك وتصبح زائدة النضج over ripe ، كما أن من التغيرات غير المرغوبة مالا علاقة له بمسألة النضج كما سيأتي بيانه . ومن هذه التغيرات ما يلي :

التغيرات في اللون

قد تحدث تغيرات غير مرغوبة في اللون . ومن أمثلتها ما يلي :

١ – فقدان الكلوروفيل – أي فقدان اللون الأخضر – في الخضر التي تؤكل خضراء ، كالخضر الورقية ، والخيار ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء وغيرها .

٢ – تكون لون بني غير مرغوب نتيجة لأكسدة المواد الفينولية ، كما في البطاطس .

٣ – اخضرار درنات البطاطس عند تعرضها للضوء .

التغيرات في الكربوهيدرات

من أمثلة التغيرات غير المرغوبة في المواد الكربوهيدراتية ما يلي :

١ – تحول النشا إلى سكر في البطاطس المخزنة على درجة حرارة أقل من ٥°م ، حيث تتراكم السكريات تحت هذه الظروف . ويؤدي ذلك إلى اكتساب البطاطس لونًا بنيًا داكنًا ، بدلًا من اللون الأصفر الذهبي المرغوب عند التحميص في الزيت بسبب احتراق السكريات . هذا .. ويرجع ذلك التغير في اللون إلى السكريات المختزلة فقط . وتختلف الأصناف في مدى قابليتها لتراكم السكريات المختزلة عند التخزين في درجات الحرارة المنخفضة .

٢ – تحول السكر إلى نشا في بعض الخضروات ، كالبسلة ، والذرة السكرية عند تخزينها في درجة حرارة مرتفعة ، فتفقد الذرة السكرية ٦٠٪ من محتواها من السكر خلال يوم واحد من التخزين في درجة حرارة ٣٠°م ، بالمقارنة بـ ٦٪ فقط عند التخزين في الصفر المئوي . ويصاحب فقدان السكر انخفاض كبير في صفات الجودة .

فقدان الصلابة

تفقد الثمار صلابتها نتيجة لتحلل البكتينات والمواد الأخرى العديدة التسكر ، وتصبح طرية وأكثر حساسية للأضرار الميكانيكية .

التغيرات فى الطعم

تحدث التغيرات غير المرغوبة فى الخضر المخزنة نتيجة لما يحدث بها من تغيرات فى الأحماض العضوية ، والبروتينات ، والأحماض الأمينية ، والدهون .

فقدان الفيتامينات

تفقد الخضروات المخزنة جزئيًا من محتواها من الفيتامينات ، ويكون ذلك واضحًا بوجه خاص فى فيتامين جـ . ويمكن تقليل هذا الفقد بسرعة تبريد المحصول بعد الحصاد ، وخزنه فى درجات حرارة منخفضة ، كما يفيد التخزين فى الجو المعدل الذى تقل فيه نسبة الأكسجين فى تقليل أكسدة الفيتامينات .

النموات النباتية

يحدث أثناء التخزين أن تكون نموات نباتية بالثمار ، كما فى الحالات التالية :

١ – تزريع البطاطس ، والبصل ، والثوم ، والخضر الجذرية ، كالجزر واللفت ؛ ويقلل ذلك من صلاحيتها للتسويق .

٢ – نمو الجذور فى الجزر ؛ ويقلل ذلك أيضًا من قيمتها التسويقية .

٣ – إنبات البذور داخل الثمار ، وهو الأمر الذى قد يحدث أحيانًا فى ثمار بعض سلالات الطماطم والفلفل .

٤ – استطالة مهاميز الخليون والنواتها لأعلى إذا كانت بوضع أفقى أثناء التخزين . وتصاحب ذلك زيادة فى صلابتها .

٥ – ظهور نموات زغبية بأقراص القنبيط (Kader وآخرون ١٩٨١) .

الفقد فى الوزن

تفقد الخضروات المخزنة جزئيًا من رطوبتها عن طريق النتح . ويؤدى ذلك إلى ذبولها وتغير مواصفاتها ، كما تقل الكمية الفعلية المسوقة من المحصول . وتزداد سرعة النتح مع ارتفاع درجة حرارة التخزين ونقص الرطوبة النسبية . ويكون النتح بمعدلات مرتفعة فى بداية فترة التخزين ، ثم ينخفض تدريجيًا بعد ذلك . ومن البديهى أن النتح يكون بمعدلات أعلى بكثير فى الخضر الورقية ، عنه فى الخضروات الأخرى ، كما يكون معدله أقل ما يمكن فى الخضروات الدرنية . كذلك يقل النتح مع زيادة الطبقة الشمعية على المنتج ، وعند خزن الخضر الجذرية بدون أوراقها .

ويؤدى نقص الرطوبة بنسبة ٣ – ٦٪ فى الخضر المخزنة إلى تدهور كبير فى نوعيتها . ويمكن لبعض الخضروات ، كالكرنب ، أن تتحمل فقدًا رطوبيًا تصل نسبته إلى ١٠٪ من وزن الرؤوس ، لكنها تحتاج حينئذ إلى بعض التقليم والتهذيب قبل عرضها فى الأسواق . ويوضح جدول (٣٣ – ١) معدل الفقد اليومى فى وزن الخضر المختلفة عندما تكون ظروف التخزين غير مناسبة (درجة حرارة ٢٧°م ، ورطوبة نسبية ٦٠٪) .

جدول (٣٣ ـ ١) معدل الفقد اليومي في وزن الخضر المختلفة عندما تكون ظروف التخزين غير مناسبة (درجة حرارة ٢٧°م ، ورطوبة نسبية ٦٠٪) (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

الخضر	معدل الفقد اليومي (٪)
الفليون	٨,٤
الفاصوليا الخضراء	٤,٠
الجزر (بدون أوراق)	٣,٦
البنجر (بدون أوراق)	٣,١
الخيار	٢,٥
قرع الكوسة	٢,٢
الطماطم	٠,٩
القرع العسلي	٠,٣

ومن الممكن خفض الفقد الرطوبي بتعبئة الخضروات في عبوات بلاستيكية ، إلا أنها تُحد من تبادل الغازات ، كما تبطيء التوصيل الحراري . وقد تفقد الخضروات المعبأة جزءًا كبيرًا من رطوبتها إلى العبوات الخشبية ، ولهذا يفضل أحيانًا بيع الصناديق الخشبية قبل تعبئتها .

وتعتبر الرطوبة النسبية في المخازن أهم العوامل المتحكمة في الفقد الرطوبي ، لأن الرطوبة النسبية في المسافات البينية لأنسجة معظم الخضروات تبلغ ٩٩٪ على الأقل ، ويعني ذلك استمرار فقدها للرطوبة ، طالما أن الرطوبة النسبية في الجو المحيط بها تقل عن ذلك . ويطلق على الفرق في ضغط بخار الماء بين الجو الداخلي لأنسجة المنتجات المخزنة والجو الخارجي اسم Vapor-pressure . ويحدث معظم الفقد في الرطوبة أثناء مراحل التبريد المبدئي ، حيث يكون الفرق في ضغط بخار الماء كبيرًا ، ويقل تدريجيًا مع انخفاض درجة الحرارة . ويعطي جدول (٣٣ ـ ٢) أمثلة تبين أهمية كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية في التأثير على الفرق في ضغط بخار الماء ؛ وبالتالي على الفقد الرطوبي من الخضر المخزنة .

جدول (٣٣ ـ ٢) : أهمية درجة الحرارة والرطوبة النسبية في التأثير على الفرق في ضغط بخار الماء ، وبالتالي على الفقد الرطوبي في الخضر المخزنة (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

المثال	الرطوبة النسبية (٪)	ضغط بخار الماء (مم زئبق)
١ ـ درجة حرارة الخضر ٧٠° ف (٢١° م)	١٠٠	١٨,٧٦
درجة حرارة الهواء ٣٢° ف (صفر ° م)	١٠٠	٤,٥٨
الفرق في ضغط بخار الماء		١٤,٥٨
		١٤,١٨
٢ ـ درجة حرارة الخضر ٣٢° ف (صفر° م)	١٠٠	٤,٥٨
درجة حرارة الهواء ٣٢° ف (صفر° م)	٥٠	٢,٢٩

جدول (٣٣ - ٢) : يتبع .

المثال	الرطوبة النسبية (٪)	ضغط بخار الماء (مم زئبق)
الفرق فى ضغط بخار الماء		٢,٢٩
٣ ـ درجة حرارة الخضر ٣٦°ف (٢,٢° م)	١٠٠	٥,٣٧
درجة حرارة الهواء ٣٦° ف (٢,٢° م)	٩٠	٤,٨٣
الفرق فى ضغط بخار الماء		٠,٥٤
٤ ـ درجة حرارة الخضر ٣٢° ف (صفرٌ م)	١٠٠	٤,٥٨
درجة حرارة الهواء ٣٢° ف (صفرٌ م)	٩٠	٤,١٢
الفرق فى ضغط بخار الماء		٠,٤٦

ويوضح جدول (٣٣ - ٣) الحد الأقصى المسموح به للفقد الرطوبى فى الخضر المخزنة ، حيث لا تكون بعدها صالحة للتسويق . هذا .. وبرغم أن جزءًا من الفقد فى الوزن يرجع إلى التنفس ، إلا أن ذلك الجزء لا يعتد به ، بالمقارنة بالفقد الرطوبى .

جدول (٣٣ ـ ٣) : الحد الأقصى المسموح به للفقد الرطوبى فى الخضروات المخزنة ، حيث تصبح الخضروات بعدها غير صالحة للبيع (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

الخضر	الحد الأقصى المسموح به للفقد فى الرطوبة (٪)
الباميون	٨
الفول الرومى	٦
البنجر (جذور)	٧
البروكولى	٤
الكرنب بروكسل	٨
الكرنب (أصناف مختلفة)	٧ ـ ١٠
الجزر (جذور)	٨
الجزر (بأوراقه)	٤
القنبيط	٧
الكرفس	١٠
الكرات أبو شوشة	٧
البصل	١٠
الجزر الأبيض	٧
البطاطس	٧
البسلة (بالقرون)	٥

جدول (٣٣ - ٣) : يتبع

الخضر	الحد الأقصى المسموح به للفقد فى الرطوبة (٪)
السبانخ	٣
الذرة السكرية	٧
الطماطم	٧
اللفت	٥
الخس	٣ - ٥

أضـــرار البرودة

تحدث أضرار البرودة Chilling Injury فى معظم الخضروات الاستوائية وشبه الاستوائية عندما تخزن فى درجة حرارة أعلى من درجة تجمدها ، وأقل من ٥ - ١٥م . ويتوقف الحد الأعلى للمجال الحرارى الذى تحدث فيه أضرار البرودة على نوع المحصول .

ومن مظاهر أضرار البرودة ما يلى :

١ - حدوث تغيرات داخلية وخارجية فى اللون discoloration .

٢ - ظهور نقر pits على سطح الثمار .

٣ - ظهور مناطق مائية المظهر Water-soaked .

٤ - عدم تجانس النضج أو عدم اكتماله .

٥ - ظهور طعم غير مستـــاغ .

٦ - تكون الخضروات أكثر عرضة للإصابة بالعفن الفطرية السطحية والتحلل (Kader وآخرون ١٩٨١) .

وللدرجة الحرارة المنخفضة تأثير متجمع Cumulative ، حيث يبدأ فى الحقل قبل الحصاد ، ويستمر مع التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة . وكثيرًا ما تبدو الخضر طبيعية المظهر عند إخراجها من المخزن الباردة ، إلا أنها سرعان ما تظهر عليها أعراض البرودة بعد بقائها فى الجو العادى لمدة يوم أو يومين ، أى أثناء فترة التسويق . ويوضح جدول (٣٣ - ٤) أعراض أضرار البرودة فى الخضر المختلفة ، وأقل درجة حرارة مأمونة يمكن أن تخزن عليها تلك الخضروات ، دون أن تتعرض لهذه الأضرار .

أضرار التجمد

تحدث أضرار التجمد Freezing Injury من جراء تكون البلورات الثلجية فى الخلايا بأنسجة الخضروات ، حيث يبدو النسيج المتجمد بعد إخراجه من المخزن وتعرضه لدرجة الحرارة العادية كما لو كان منقوعًا فى الماء Water-soaked .

جدول (٣٣ ـ ٤) : أضرار البرودة في الخضر المختلفة وأقل درجة حرارة مأمونة يمكن ان تخزن عليها تلك الخضروات ، دون أن تتعرض لهذه الأضرار .

الخضر	الحد الأدنى المأمون لدرجة الحرارة (م°)	أعراض أضرار البرودة
الفاصوليا الخضراء	٧	نقر russeting أو pitting
الخيار	٧	نقر وبقع مائية water- soaking وتحلل decay
الباذنجان	٧	اسفاع أو احتراق سطحي scald وعفن الترنارى
القاوون		
الشمام	٧ ـ ١٠	نقر وتحلل سطحي
شهد العسل ـ الكاسابا ـ الفارسي	٧ ـ ١٠	نقر وتحلل سطحي وعدم النضج
البطيخ	٤	نقر وطعم غير مستساغ
البامية	٧	اسوداد وظهور مناطق مائية وتحلل
الفلفل الحلو	٧	نقر وعفن الترنارى
البطاطس	٣	تكون لون بني ضارب للحمرة mahogany browning
الفرع العسلي وفرع الشتاء	١٠	تحلل وعفن الترنارى
البطاطا	١٣	تحلل ونقر وظهور لون داخلي أسود
الطماطم :		
الحمراء	٤ ـ ١٠	ظهور مناطق مائية مع طراوة الثمار وتحللها
الخضراء الناضجة	١٣	عدم اكتمال التلون وعفن الترنارى

وتختلف الخضروات كثيرًا في درجة الحرارة التي تتجمد عليها ، وفي مدى تعرضها للضرر من جرّاء التجمد . وتقسم الخضروات في هذا الشأن إلى ثلاث مجاميع كالتالي :

١ – خضروات شديدة الحساسية ، حيث تحدث بها أضرار شديدة عند تعرضها للتجمد ولو لفترة قصيرة . وتشمل هذه المجموعة : الفلبون ، والفاصوليا الخضراء ، والخيار ، والباذنجان ، والخس ، والبامية ، والفلفل ، والبطاطس ، وفرع الكوسة ، والبطاطا ، والطماطم .

٢ – خضروات متوسطة في درجة تحملها للتجمد ، فيمكنها تحمل التجمد الخفيف مرة أو مرتين . وتشمل هذه المجموعة : البروكولي ، والكرنب ، والجزر بدون عروش ، والقنبيط ، والكرفس ، والبصل ، والبقدونس ، والبسلة ، والفجل بدون عروش ، والسبانخ ، والفرع العسلي .

٣ – خضروات أكثر تحملًا للتجمد ، حيث يمكنها تحمل التجمد عدة مرات مع انخفاض درجة الحرارة إلى ٦°م تحت الصفر . وتشمل هذه المجموعة : البنجر ، وكرنب بروكسل ، والكيل ، وكرنب أبو ركبة ، والجزر الأبيض ، والروتاباجا ، والسلسفيل ، واللفت .

هذا .. ولا توجد علاقة بين درجة الحرارة التي تتجمد عندها الخضروات وبين درجة تحملها لأضرار التجمد . فمثلًا .. تتجمد البطاطس عند درجة حرارة – ٢,٧°م ، بينما يتجمد الكرنب عند درجة حرارة – ٠,٥°م . وبالرغم من ذلك .. يتحمل الكرنب التجمد عدة مرات دون ضرر يذكر ، بينما لا تتحمل البطاطس التجمد ولو لفترة قصيرة . ومن الطبيعي أن القدرة على التخزين تنخفض عند تعرض الخضروات المخزنة للتجمد .

هذا .. ويمكن لمعظم الخضروات – إذا تركت بدون تحريك أو اهتزاز – أن تتحمل درجة حرارة تقل بمقدار عدة درجات عن درجة حرارة التجمد دون أن تتجمد . ويطلق على هذه الظاهرة اسم تحت التبريد under cooling ، وأحيانًا التبريد الفائق super cooling . وقد تستمر الخضروات على هذه الحالة لعدة ساعات دون أن تتجمد ، لكنها تتجمد في الحال إذا ما حُركت العبوات أو اهتزت . ولهذا السبب يحسن عدم تحريك الخضروات المخزنة إلا بعد رفع درجة حرارة المخازن ، تجنبًا لاحتمال كونها في حالة تبريد فائق . وتعد البطاطس من أبرز الأمثلة على ذلك ، فهي من أكثر الخضروات حساسية للتجمد ، ولكنها تبقى بدون تجمد وهي معرضة لدرجة حرارة – ٤°م لعدة ساعات ، طالما أنها ساكنة . كذلك فإن أنسجة الخضروات تكون شديدة الحساسية للتجريح والأضرار الميكانيكية وهي متجمدة ، وهذا سبب آخر يدعو إلى عدم تداول الخضروات عند إخراجها من المخازن إلا بعد أن تدفأ نسبيًا .

أضرار الأمونيـــا

تحدث أضرار الأمونيا Ammonia Injury عندما يتسرب الغاز من أجهزة التبريد ، حيث تتلون الأنسجة الخارجية للخضر المخزنة بلون بني أو أخضر مسود . وقد تؤدي الأضرار الشديدة إلى ليونة الأنسجة الداخلية ، وفقد الخضر صلاحيتها للتسويق . ويحدث الضرر عادة عندما يصل تركيز الأمونيا في جو المخزن إلى ٠,١ ٪ ، ولكنه لا يظهر إلا بعد عدة ساعات من التعرض لهذا التركيز . ولهذا يوصى بوضع أجهزة للتنبيه ضد تسرب الغاز .

ويمكن التخلص من أبخرة الأمونيا بالتهوية ، أو بغسيل جو المخزن بالماء إذا كان ذلك ممكنًا ، أو بمعادلة الأمونيا بغاز ثاني أكسيد الكبريت Sulfurdioxide إن كانت الخضر المخزنة غير حساسة لذلك الغاز ، مع عدم زيادة تركيزه عن ١ ٪ (Lurtz & Hardenburg ١٩٦٨) .

أضرار نقص الأكسجين

يحدث النقص في الأكسجين من جراء تنفس الخضروات المخزنة ، ويكون ذلك مصحوبًا بزيادة في نسبة ثاني أكسيد الكربون . وتختلف الخضروات في مدى حساسيتها لذلك . ومن الأضرار التي يحدثها نقص الأكسجين ما يلي :

١ – ظهور حالة القلب الأسود في درنات البطاطس .

٢ – تبقع قرون الفاصوليا الخضراء ببقع بنية اللون .

أضرار الإيثيلين

تنتج الفاكهة والخضروات غاز الإيثيلين عند نضجها وأثناء تخزينها . وتختلف الثمار كثيرًا في معدل إنتاجها للغاز كما سبق بيانه في الفصل السابق . ويؤدي وجود الثمار ذات المعدلات المرتفعة في إنتاج الغاز مثل : التفاح ، والكمثرى ، والبرقوق ، والأفوكادو ، والقاوون الشبكي ، والباباظ ، والخوخ ، بجانب الخضر الحساسة للغاز إلى حدوث أضرار كثيرة . ومن أمثلة هذه الأضرار ما يلي .

١ – فقدان اللون الأخضر :

فالإيثيلين يسرع تحلل الكلوروفيل ، ويؤدى إلى اصفرار الأنسجة الخضراء ، فتنخفض بذلك صفات الجودة فى الخضر الورقية ، وفى الثمار الخضراء والخضر الأخرى ، كالبروكولى ، والخرشوف . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

(أ) أدى تعرض الكرنب إلى ١٠ – ١٠٠ جزءًا فى المليون من الإيثيلين أثناء التخزين فى حرارة ٥°م لمدة ٥ أسابيع إلى فقدان اللون الأخضر وسقوط الأوراق . وتعتبر بعض أصناف الكرنب أكثر حساسية فى هذا الشأن ، حيث تفقد اللون الأخضر فى تركيزات أقل من الإيثيلين تصل إلى ١ – ٥ أجزاء فى المليون .

(ب) أدى تركيز ٤ أجزاء فى المليون من الغاز إلى زيادة الاصفرار ومعدل التدهور فى الكرنب بروكسل ، والبروكولى ، والقنبيط فى درجة حرارة ٥°م .

(جـ) لوحظ أن ثمار الكوسة المعرضة لتركيز ٥ أجزاء فى المليون من الغاز فى درجة حرارة ١٥ – ٢٠°م قد فقدت لونها الأخضر .

(د) أدت معاملة ثمار الخيار بتركيز ٠,١ – ١٠ أجزاء فى المليون من الإيثيلين إلى فقدانها اللون الأخضر ، كما نقصت صلابة الثمار فى التركيزات المرتفعة .

٢ – انفصال الأوراق والأعضاء النباتية الأخرى Abscission :

يؤدى التعرض للإيثيلين إلى انفصال الأوراق وسقوطها فى الكرنب ، وكرنب بروكسل ، والقنبيط ، والخضر الورقية ، وانفصال البراعم فى البروكولى ، وانفصال أوراق الكأس فى الباذنجان . فمثلاً .. أدى تعرض ثمار الباذنجان لغاز الإيثيلين بتركيز ١ – ١٠ أجزاء فى المليون لمدة يومين إلى انفصال الكأس ، وتلون لب الثمار والبذور باللون البنى ، وسرعة تعفن الثمار .

٣ – تأثيرات غير مرغوبة على القوام Texture :

يؤدى تعرض الثمار للإيثيلين إلى فقدانها لصلابتها ، وخفض فترة تخزينها ومقدرتها على الشحن . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

(أ) أدى تعرض ثمار البطيخ للإيثيلين بتركيز ٥ – ٦٠ جزءًا فى المليون إلى فقدان الثمار لصلابتها ، ونقص سمك قشرة الثمرة ، وتهتك أنسجتها . وقد صاحب ذلك زيادة فى نشاط الإنزيمات التالية :

pectinase, cellulase, esterase, polyphenol oxidase, peroxidase

(ب) برغم أن تعرض جذور البطاطا للإيثيلين قد قلل من صلابتها بعد الطهى – وهى صفة مرغوبة – إلا أن المعاملة كان لها تأثير سيء على اللون والطعم .

(جـ) أدى تعرض مهاميز الهليون لتركيز ١٠٠ جزءًا فى المليون من الإيثيلين لمدة ساعة إلى زيادة صلابتها ، وكان ذلك مصحوبًا بزيادة فى نشاط إنزيم البيروكسيديز peroxidase مع زيادة تمثيل اللجنين .

٤ – تغيرات فى الطعم :

برغم أن الإيثيلين يحدث تغيرات هامة مرغوبة فى طعم وتكهة الخضروات تشمل تحول النشا إلى سكر ، وفقدان الحموضة ، وتكوين المركبات المتطايرة ، إلا أنه يؤدى أيضًا إلى إحداث تغيرات غير مرغوبة ، كما فى الحالات التالية :

(أ) تكون مادة مرة (عبارة عن isocumarin) فى الجزر .

(ب) تكون طعم مر فى الكرنب عند التعرض للغاز بتركيز ١٠٠ جزءًا فى المليون .

٥ – تبرعم البطاطس :

تنمو البراعم من عيون البطاطس عند تعرضها لغاز الإيثيلين بتركيز ٢ جزء فى المليون لمدة ٧٢ ساعة ، وبذلك تؤدى هذه المعاملة إلى إنهاء حالة السكون ، إلا أنها تمنع استطالة النموات المتكونة . ويعد هذا التأثير مفيدًا فى حالة تقاوى البطاطس ، ولكنه غير مرغوب فى البطاطس المعدة للاستهلاك . وتصاحب المعاملة بالإيثيلين زيادة كبيرة فى معدل تنفس الدرنات .

٦ – تكوين تبقعات صدئة Russet spotting فى الخس :

يعتبر الإيثيلين هو العامل الأساسى فى ظهور حالة التبقعات الصدئة فى الخس . ويكفى تعرض الخس لتركيز ١ ، جزء فى المليون لظهور هذا العيب الفسيولوجى بصورة كبيرة أثناء الشحن العادى فى حرارة ٥°م لمدة ٥ – ٨ أيام . وتبدأ الأعراض فى الظهور على شكل بقع صغيرة فى البشرة أو الميزوفيل تمتد حتى النسيج الوعائى ، حيث يتدهور نسيج الميزوفيل ، وتنشأ عن ذلك انخفاضات صدئة تشبه النقر (Kader ١٩٨٥) .

ولتجنب الأضرار التى يمكن أن تحدثها الإيثيلين فى المخازن ، فإنه يلزم التخلص منه بإحدى الطرق التالية :

١ – إزالة الغاز من المخازن أولًا بالتهوية الجيدة .

٢ – تجنب مصادر الغاز التى من أهمها :

(أ) الحرارات والآلات التى تعمل بالوقود : فيجب عدم تركها دائرة فى المخازن دون استعمال . ويفضل استخدام الرافعات fork lifts التى تعمل بالكهرباء .

(ب) إزالة الثمار الزائدة النضج أولًا بأول .

(جـ) إزالة الثمار المجروحة .

(د) عدم ترك الثمار المنتجة للإيثيلين مع الثمار الأخرى الأقل إنتاجًا للغاز ويستفاد فى هذا الشأن من جدول (٣٣ – ٥) الذى تقسم فيه ثمار الخضر والفاكهة الطازجة حسب إمكانيات حفظها أثناء النقل والتخزين بناء على احتياجاتها من حيث درجات الحرارة والرطوبة ، ومعدل إنتاجها من غاز الإيثيلين ، ومدى حساسيتها لهذا الغاز .

جدول (٣٣ ـ ٥): تقسيم محاصيل الخضر والفاكهة الطازجة حسب إمكانيات خلطها أثناء النقل والتخزين (بناء على احتياجاتها من حيث درجات الحرارة والرطوبة) ومعدل إنتاجها من غاز الإيثيلين ومدى حساسيتها لهذا الغاز) (عن عبد القادر ١٩٨٦)

رقم المجموعة	درجة الحرارة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)	أنواع الخضر والفاكهة التابعة للمجموعة
١	صفر ـ ١	٩٠ ـ ٩٥	الكمثرى ـ التفاح ـ المشمش ـ الخوخ والنكتارين ـ البرقوق ـ الفراولة ـ التين ـ البلح ـ العنب ـ (غير المعامل بغاز ثانى أكسيد الكبريت) .
٢	صفر ـ ١	٩٠ ـ ٩٥	الخرشوف ـ الجزر ـ البنجر ـ الفجل ـ السلق ـ البصل الأخضر ـ الخس ـ السانخ ـ البقدونس ـ الكرفس ـ الكرات ـ الكرنب ـ القرنبيط ـ البسلة ـ الفول الأخضر .
٣	صفر ـ ١	٦٥ ـ ٧٠	البصل الجاف ـ الثوم الجاف .
٤	٥ ـ ٨	٨٥ ـ ٩٠	البرتقال ـ اليوسفى ـ الرمان ـ الزيتون ـ الكنتلوب .
٥	٧ ـ ٨	٩٠ ـ ٩٥	الفاصوليا ـ اللوبيا ـ الخيار ـ القثاء ـ قرع الكوسة ـ البطاطس .
٦	١٠ ـ ١٢	٩٠ ـ ٩٥	الأفوكادو (الزبدية) ـ الجوافة ـ الطماطم المكتملة النضج ـ الفلفل ـ الباذنجان ـ الباميا ـ البطيخ ـ الشمام ـ كيزان العسل .
٧	١٢ ـ ١٤	٨٥ ـ ٩٠	الموز ـ المانجو ـ الباباظ ـ القشطة ـ الجريب فروت ـ الليمون الأضاليا ـ الليمون البلدى المالح ـ الطماطم ـ (مكتملة التكوين خضراء) .
٨	١٢ ـ ١٤	٨٥ ـ ٩٠	البطاطا ـ الفلفاس .

٣ – استخدام مادة ماصة ذات مسطح كبير يمكنها ادمصاص برمنجنات البوتاسيوم ، مثل الفيرميكيوليت ، والسيليكاجل ، والبرليت ، حيث تتحول البرمنجنات بواسطة الغاز من صورة MnO_4^- ذات اللون القرمزى إلى الصورة $Mn\ O_2$ ذات اللون البنى (Sherman ١٩٨٥) .

٣٣ – ٢ : تنفس منتجات الخضر بعد الحصاد

يمكن إرجاع غالبية التغيرات التى تطرأ على الخضروات بعد الحصاد إلى تنفس أنسجتها ، وما يصاحب ذلك من نشاط إنزيمى وانطلاق للطاقة . فتوجد علاقة طردية مباشرة بين سرعة تدهور الخضروات المخزنة ومعدل تنفس أنسجتها .

٣٣ - ٢ - ١ : تقسيم الخضروات حسب معدل التنفس بعد الحصاد

تقسم الخضروات إلى خمس مجاميع حسب معدل تنفس أنسجتها بعد الحصاد كالتالى :

١ - التنفس مرتفع جدًا وتشمل الفليون ، والبروكولى ، والذرة السكرية ، والبسلة ، والسباغ .

٢ - التنفس مرتفع : تشمل الفاصوليا ، والخس ، وفاصوليا الليما .

٣ - التنفس متوسط : تشمل البنجر ، والجزر ، والكرفس ، والخيار ، والقاوون ، والفلفل ، وفرع الكومة ، وفرع الشتاء ، والطماطم .

٤ - التنفس منخفض : تشمل الكرنب ، والبطاطس ، واللفت .

٥ - التنفس منخفض جدًا : تشمل البصل ، والبطاطس (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

٣٣ - ٢ - ٢ : تأثير درجة الحرارة على معدل التنفس أثناء التخزين

يكون تنفس الخضروات أقل ما يمكن فى درجة الحرارة الأعلى من درجة التجمد مباشرة ، ثم يزيد معدل التنفس بمقدار ٢ - ٣ أضعاف فيما بين الصفر المئوى ، ١٠°م وبمقدار الضعف مع كل زيادة فى درجة الحرارة بعد ذلك مقدارها ١٠ درجات مئوية فيما بين ١٠ - ٣٥°م ، أى تخضع الزيادة فى معدل التنفس مع ارتفاع درجة الحرارة فى هذا المدى لقانون فانت هوف Van't Hoff .

ويصاحب التنفس انطلاق طاقة كبيرة حسب المعادلة التالية :

ك٦ يد١٢ أ٦ + ٦ أ٢ ← ٦ك أ٢ + ٦ يد٢ أ + ٦٧٣ كيلو كالورى

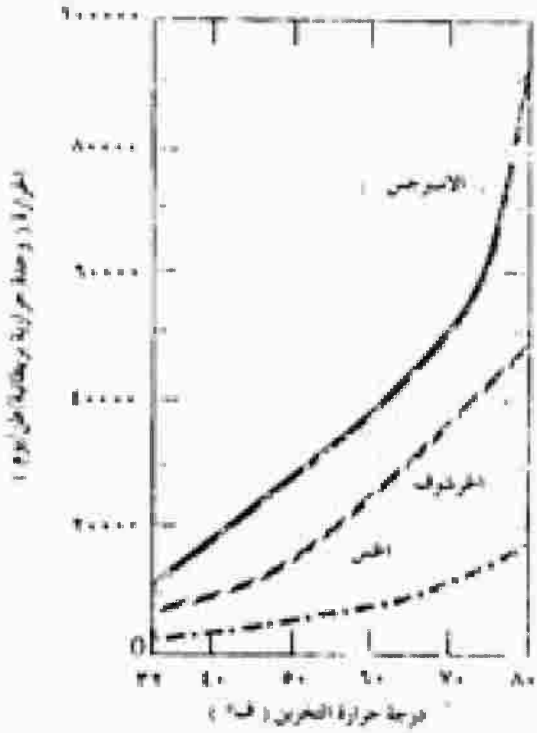
وكلما ازداد معدل التنفس ، ازدادت كمية الطاقة المنطلقة . فمثلًا .. يؤدى ارتفاع درجة الحرارة من صفر إلى ١٥°م إلى زيادة كمية الطاقة المنطلقة إلى ٦ أضعاف تقريبًا فى الذرة السكرية والبسلة . وتصل الزيادة إلى ١٠ أضعاف عند وصول درجة الحرارة إلى ٢٧°م . وفى السباغ تصل الزيادة فى الطاقة المنطلقة إلى ٩ أضعاف تقريبًا مع ارتفاع درجة الحرارة من صفر إلى ١٥°م . ويوضح شكل (٣٣ - ١) تأثير درجة حرارة التخزين على معدل تنفس بعض الخضروات ، وبالتالى على كمية الطاقة المنطلقة منها .

هذا .. وتقدر الطاقة المنطلقة بالوحدات الحرارية البريطانية British thermal units ، والوحدة (Btu) هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة فهرنهيتية .

٣٣ - ٢ - ٣ : تأثير الأكسجين على معدل التنفس

يؤدى خفض نسبة الأكسجين وزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو المخزن إلى خفض معدل التنفس فى الخضر المخزنة ، ويسمى ذلك الإجراء بالتخزين فى الجو المعدل Modified atmosphere . ويحتوى الجو المعدل عادة على ٣ - ٥٪ أكسجين ، ونحو ٥٪ ثانى أكسيد الكربون . ويلزم دائمًا توفر كمية كافية من الأكسجين حتى يستمر التنفس هوائيًا ويتطلق الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون ، لأن غياب الأكسجين يجعل التنفس لا هوائيًا ، ويتكون الكحول ، وحامض الخليك ، وثانى أكسيد

الكربون . والكحول ضار بالأنسجة النباتية ، ويؤدى إلى موت الخلايا . كما أن المركبات الوسطية الأخرى التى تتكون أثناء عملية التنفس اللاهوائى هذه ضارة أيضًا . فدرنات البطاطس يتكون بها التيروزين tyrosine المسئول عن اللون الأسود فى الدرنات المصابة بحالة القلب الأسود ، وتتكون بالكرنب والكرفس مواد تحدث نقرًا وبقعًا صغيرة متناثرة فى أعناق الأوراق والعروق . ويتضح من ذلك أهمية التهوية فى حجرات التخزين . كما أنه من الضرورى تحريك الهواء خلال المحصول المخزن لنقل الحرارة الناتجة من التنفس .



شكل ٣٣ - ١ : تأثير درجة حرارة التخزين على معدل تنفس بعض الخضروات ، وبالتالى على كمية الطاقة المنطلقة منها .

٣٣ - ٢ - ٤ : طريقة حساب الطاقة المنطلقة من الخضر المخزنة

تتوقف احتياجات التبريد فى المخازن على كمية الطاقة المنطلقة من الخضر المخزنة أثناء تنفسها . وتحسب كمية الطاقة المنطلقة يوميًا بضرب معدل التنفس (فى صورة ملليجرامات ك أ٢/كجم/ساعة) فى ٢٢٠ . وقد حصل على هذا العامل بضرب ٢,٥٥ جم كالورى (من الحرارة التى تنطلق مع كل ملليجرام من ك أ٢ المنتج عند تأكسد سكر سداسى) فى ٨٦,٣ . وهذا العامل (٨٦,٣) هو ناتج تحويل سعرات حرارية/كجم/ساعة إلى Btu/طن/يوم .

ورغم البساطة التى تتم بها هذه التحويلات ، ورغم أن عملية التنفس ليست بتلك البساطة ، إلا أن هذه الطريقة فى حساب كمية الطاقة المنطلقة أثناء التنفس يوميًا تتفق جيدًا مع النتائج المشاهدة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

٣٣ - ٢ - ٥ : ظاهرة الكلايمكتريك أثناء تنفس الثمار

اكتشف Kidd & West ظاهرة الكلايمكتريك Climacteric أثناء دراستهما للتغيرات فى معدل تنفس ثمار التفاح عند نضجها . فقد لاحظا أن ثمار التفاح تمر بثلاث مراحل كالتالى :

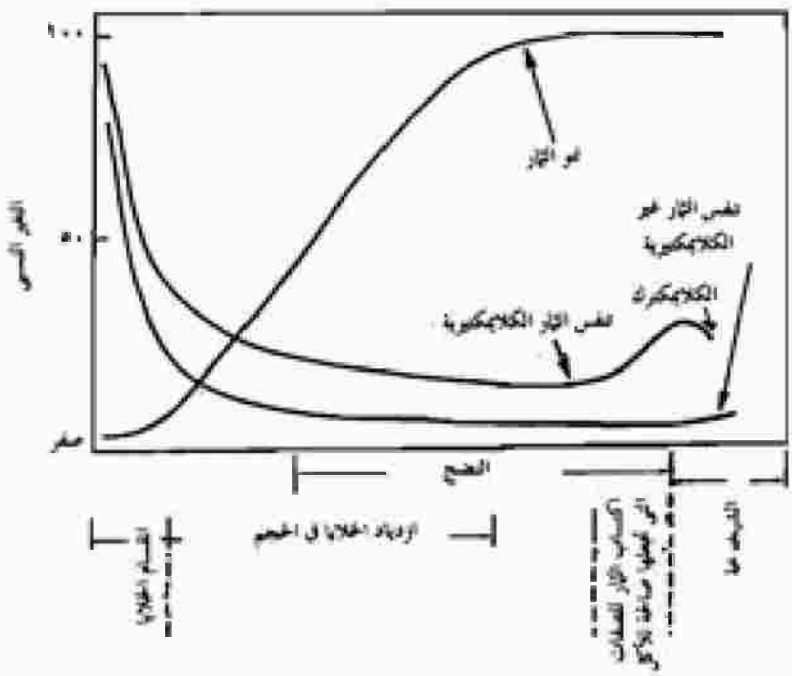
١ - فى المرحلة الأولى يحدث انخفاض طفيف فى معدل التنفس يستمر تدريجيًا مع كبر حجم الثمار ، حتى تصل إلى أكبر حجم لها . ويطلق على هذه المرحلة اسم ما قبل الكلايمكتريك Predimacteric stage .

٢ - تبدأ المرحلة الثانية بعد وصول الثمار إلى أكبر حجم لها ، وتستمر أثناء نضجها . ويحدث أثنائها ارتفاع حاد فى معدل التنفس يصل أقصاه عند اكتمال نضج الثمار . ويطلق على هذه المرحلة اسم الكلايمكتريك ، أو ذروة التنفس Climacteric stage (شكل ٣٣ - ٢) .

وتقسم الثمار حسب التغيرات التى تلاحظ فى معدل التنفس بها بعد القطف إلى قسمين :

١ - ثمار تحدث فيها ظاهرة الكلايمكتريك ، وتسمى Climacteric fruits ، ومن أمثلتها : التفاح والكمثرى ، والمشمش ، والخوخ ، والبرقوق ، والزبدية ، والمانجو ، والموز ، والباباظ ، والسابوتا ، والبشملة ، والطماطم ، والقاوون ، خاصة الكانتلوب ، وكيزان العسل .

٢ - ثمار غير كلايمكتيرية Non-Climacteric fruits : لا يلاحظ بها تغيرات كبيرة فى معدل التنفس بعد القطف . ومن أمثلتها : الكريز ، وبعض أصناف التين والمواخ ، والأناناس ، والفراولة (شكل ٣٣ - ٢) .



شكل ٣٣ - ٢ : طرز نمو وتنفس الثمار أثناء تطورها (عن Wills وآخرين ١٩٨١) .

وبرغم صحة هذا التقسيم من حيث التغيرات الملاحظة فى معدل التنفس بعد القطف ، إلّا أنه يمكن القول بأن ظاهرة الكلايمكتريك تحدث فى جميع الثمار اللحمية إذا قطفت بعد اكتمال نموها مباشرة ، لكن ما يحدث هو أن بعض الثمار ، كالخيار ، والكوسة ، والباذنجان ، تقطف قبل وصولها إلى أقصى حجم لها ؛ فلا تحدث بها الظاهرة ، لأنها لا تنضج نباتيًا بعد القطف . والبعض الآخر يقطف بعد اكتمال نموه ، ولكنه يستهلك قبل نضجه نباتيًا ، كالفلفل ، فلا تلاحظ به الظاهرة ، كما أن بعض الثمار تقطف بعد اكتمال نضجها ؛ فتكون ظاهرة الكلايمكتريك قد حدثت بها قبل القطف ، كما فى العنب ، والتين ، والفراولة (النبوى وآخرون ١٩٧٠) .

٣٣ - ٣ : وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين .

نتناول بالشرح فى هذا الجزء كافة العوامل التى يجب أخذها فى الاعتبار ، والوسائل التى يمكن اتباعها بغرض إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين .

٣٣ - ٣ - ١ : قصر التخزين على الخضروات التى وصلت إلى طور النضج المناسب

يجب أن تكون الخضروات المخزنة فى طور النضج المناسب لعملية التخزين ، فتكون قد وصلت إلى مرحلة النضج البستانى ، ولم تصبح زائدة النضج بعد .

٣٣ - ٣ - ٢ : عدم تخزين الخضروات المخدوشة والمصابة بالآفات

يصاحب التخزين دائمًا نقص مستمر فى نوعية الخضروات ، بالرغم من توفير أفضل الظروف للتخزين ، وعليه .. فلا يجب أن تخزن إلا أفضل المنتجات ، حتى لا يصبح هذا النقص فى النوعية شديدًا بعد فترة قصيرة من التخزين :

١ - فتلزم معاملة المنتجات برفق لتجنب إحداث أى خدوش أو أضرار ميكانيكية بها ، أو تقليل ذلك إلى أدنى حد ممكن .

٢ - كما تستبعد كل الثمار والنباتات المصابة بالعفن ، لأنها غالبًا ما تضر غيرها من الثمار أو النباتات السليمة .

٣ - ويلزم إجراء عملية العلاج لدرنات البطاطس ، وجذور البطاطا ، وأبصال البصل والثوم .

٤ - ولا تجب محاولة تخزين درنات البطاطا التى حدثت بها أضرار من جراء تعرضها لأشعة الشمس القوية المباشرة عند الحصاد .

٣٣ - ٣ - ٣ : الوقاية من الكائنات الدقيقة المسببة للعفن بالمعاملة بالكيماويات .

يستخدم للوقاية من الكائنات الدقيقة المسببة للعفن عدد من المركبات التى لا تترك أثرًا ضارًا على الخضر المخزنة ، أو على الإنسان . وتستخدم هذه المواد فى صورة محاليل مائية ترش بها الخضر ، أو تغمس فيها ، أو تشبع بها الأوراق التى تلف فيها الثمار ، أو تبطن بها صناديق التعبئة .

ومن أهم المركبات التى تستخدم لهذا الغرض ما يلى :

١ – البوراكس ، أو حامض البوريك ، أو مخلوط منهما .

٢ – هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite ، وهو يستخدم بكثرة .

٣ – التدخين بمادة ثلاثي كلوريد النيتروجين nitrogen trichloride .

٤ – المبيدات الفطرية ، مثل : البنليت Benlate ، والكابتان Captan ، والثيرام Thiram .

٥ – غاز ثاني أكسيد الكبريت Sulfur dioxide .

٣٣ – ٣ – ٤ : إجراء المعاملات الخاصة بمنع التزريع في المخازن

يمكن منع تزريع بعض الخضر ، كالبطاطس ، والبصل ، والثوم في المخازن بالمعاملة ببعض المركبات الكيميائية ، أو بتعريضها للإشعاع .

المعاملة بالمركبات الكيميائية

تفيد المعاملة ببعض المركبات الكيميائية في منع تزريع الخضروات التي لا يمكن تخزينها في درجات حرارة منخفضة لعدم توفر المخازن المبردة ، أو لأن الحرارة المنخفضة تحدث أضرارًا بالخضروات المخزنة . وقد تجرى هذه المعاملات قبل الحصاد أو بعده .

وجميع المعاملات السابقة للحصاد تكون برش النباتات بالمالييك هيدرازيد . فترش نباتات البطاطس عندما تكون الدرنات بقطر حوالي ٥ سم . ويجب أن تظل الأوراق خضراء لعدة أسابيع بعد المعاملة . وترش نباتات البصل عند ميل نحو ٥٠٪ من الأوراق لأسفل . ويجب أن تكون الأبصال ناضجة عند الرش وأعناقها طرية ، مع وجود ٥ – ٧ أوراق خضراء على الأقل .

أما المعاملات التالية للحصاد ، فتكون بمركبات كيميائية مختلفة . فدرنات البطاطس ترش أو تعفر بالـ Methyl ester of naphthalene acetic acid أثناء وضعها في المخازن ، أو قد يمكن خلط الدرنات بورق مشبع بهذه المادة . وتؤدي المعاملة إلى بقاء الدرنات ساكنة لمدة ٤ – ٥ أشهر في درجات حرارة ١٠ – ١٣°م . كما يستخدم الـ Nonanol alchol تجاريًا بتبخيره بمعدل معين بأجهزة خاصة وبمراوحه في جو المخزن من خلال أجهزة التهوية . تبدأ المعاملة عند بدء نمو البراعم ، وتكرر عند الضرورة . وكذلك يستخدم chloro-IPC في المخازن بعد الحصاد بنحو ٢ – ٣ أسابيع (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

المعاملة بالإشعاع

استعملت الإشعاعات في منع تزريع درنات البطاطس وأبصال البصل وعناصيل أخرى أثناء التخزين .

ففي البطاطس أمكن تقليل انكماش الدرنات وتزريعها إلى حد كبير بمعاملتها بـ ٥٠٠٠ رونتجن ، كما أمكن وقف الانكماش والتزريع كلية بالمعاملة بـ ٢٠٠٠٠ رونتجن من أشعة جاما باستعمال كوبالت-٦٠ .

وقد أدت الجرعات الأعلى إلى إحداث فقد كبير فى الوزن مع انكماش الدرنات . كذلك دلت اختبارات التذوق على وجود طعم حلو فى الدرنات بعد الإشعاع ، كما أثبتت التجارب التى تلت ذلك وجود اختلافات بين الأصناف فى استجابتها للإشعاع ، ولكن لا يوجد أى شك فى فائدة وجدوى هذه الطريقة فى منع انكماش وتزريع درنات البطاطس . وقد أمكن تخزين البطاطس بهذه الطريقة لعدة سنوات .

كذلك أدت معاملة أبصال البصل إلى منع تزريعها ، سواء أكانت الأبصال كبيرة ، أم صغيرة ، برغم أن النسيج المرستيمى المسئول عن التزريع يوجد فى وسط البصلة ، بعكس عيون البطاطس التى يوجد فيها النسيج المرستيمى قريبًا من سطح الدرنة .

كما وجد أن التعريض للإشعاع يمنع التزريع فى الجزر ، والبنجر ، واللفت ، والطرطوفة ، لكن حدثت أيضًا نسبة عالية من العفن . وبرغم أنه أمكن التغلب على العفن فى حالة الجزر بالغسيل والتنظيف والتخزين فى أكياس بلاستيكية ، إلا أن الضرر المحتمل حدوثه للخلايا الخارجية السطحية يجعل الجذور أقل مقاومة للعفن . كما أن الإشعاع يقلل من تكوين طبقة البريدرم ، وبالتالى من فرصة التآم الجروح كما هو حادث فى البطاطس . وعمومًا .. فإن سرعة التعفن تتوقف على درجة حرارة الخزن .

وتستعمل الإشعاعات كذلك فى تقليل أمراض المخازن بتقليل الميكروبات السطحية . وقد أدت هذه المعاملة بالفعل إلى زيادة مدة التخزين ، وكان التغير طفيفًا فى الطعم والرائحة . ومن الخضر التى استجابت بدرجة جيدة للإشعاعات . الكرنب ، والسباغ ، والفلفل ، والبروكولى ، وكذلك الفاصوليا ، والبسلة ، والذرة السكرية (Grosch ١٩٦٥) .

وبصفة عامة .. فإن أشعة جاما تعتبر مكلفة فى استخدامها ، ونتائجها ليست دائمًا إيجابية . فمن بين ٢٢ نوعًا من الخضر والفاكهة التى عوملت بالإشعاع كانت هناك آثار سلبية للمعاملة فى عشرين نوعًا منها ، كظهور لون غير طبيعى ، أو نقر ، أو طراوة ، أو نضج غير طبيعى ، أو فقد فى الطعم ، بينما لم تظهر آثار سلبية فى أى من عيش الغراب أو التين . وبرغم أن الإشعاع بجرعة صغيرة (٨ – ١٠ كيلوراد) يفيد فى منع تبرعم البطاطس والبصل ، إلا أن هذه المعاملة لا تمنع حدوث العفن . وإلى جانب ذلك .. فإن معاملات الإشعاع تحدث زيادة فى التبقع الأسود الداخلى فى البطاطس ، وتلون الأنسجة الداخلية فى البصل .

٣٣ – ٣ – ٥ : التبريد المبدئى

يجرى التبريد المبدئى pre-cooling بغرض التخلص من حرارة الحقل field heat (خاصة عندما يكون الحصاد فى الجو الحار) لتقليل سرعة نضج وتدهور المحصول ، وإبطاء التنفس ، وتقليل نشاط الكائنات الحية ، وتقليل الفقد الرطوبى من المحصول أثناء النقل . وتجرى عملية التبريد المبدئى إما قبل التحميل على الشاحنات ، أو بعد التحميل مباشرة . وتتراوح مدة العملية من ٣٠ دقيقة إلى ٢٤ ساعة حسب الطريقة المتبعة .

وتختلف عملية التبريد المبدئى عن التخزين المبرد فى أمرين :

١ – يتم خفض درجة حرارة المنتج فى مدة وجيزة فى حالة التبريد المبدئى ، بينما قد يستلزم ذلك ٣ – ٥ أيام فى حالة مجرد وضع المحصول فى المخازن المبردة .

٢ – تستعمل لأجل ذلك وسائل متنوعة ودرجات حرارة أكثر انخفاضًا عن تلك المستخدمة فى التخزين العادى حتى تتم العملية بسرعة .

وتتوقف سرعة التبريد المبدئى على العوامل الآتية :

١ – الفرق فى درجة الحرارة بين المنتج ووسط التبريد

٢ – نوع وسط التبريد المستخدم .

٣ – سرعة نفاذية البرودة خلال المنتج .

وتتحدد سرعة التبريد بما يسمى بمدة نصف التبريد Half-cooling time ، وهى المدة اللازمة لخفض الفرق فى درجة الحرارة بين المحصول ووسط التبريد إلى النصف . وتبقى هذه القيمة ثابتة خلال عملية التبريد المبدئى ، وهى مستقلة عن درجة حرارة المحصول الأولية ، وتختلف باختلاف المحصول وطريقة التبريد المبدئى المستخدمة .

ويجب أن يتبع التبريد المبدئى دائمًا بقاء المنتج باردًا أثناء الشحن والتخزين والتسويق ، وكذلك بعد الشراء حتى الاستهلاك .

وفيما يلى عرض لأهم الطرق المستخدمة فى التبريد المبدئى :

التبريد المبدئى فى غرف التبريد أو فى العربات المبردة

تقام غرف التبريد على أرصفة الشحن ، أو ملحقة ببيوت التعبئة ، حيث يوضع بها المحصول لتبريده مبدئيًا قبل شحنه ، أو قد يبرد مبدئيًا فى عربات الشحن المبردة مباشرة وتعد هذه الطريقة بطيئة ، لكن يمكن إسراعها بخفض درجة حرارة الهواء المستخدم فى التبريد إلى صفر – ٣°م ، وزيادة سرعته حتى يتخلل المحصول جيدًا . وتصلح هذه الطريقة لتبريد جميع محاصيل الخضر . وتعتبر هذه هى الطريقة الوحيدة المتبعة لتبريد البطاطس ، والثوم ، والبصل ، ويعاب عليها بطء عملية التبريد ، حيث تتوقف سرعتها على الحمولة ، وعدد الرصات ، ونوع العبوات المستخدمة ، كما قد تتكثف الرطوبة على سطح المنتجات .

التبريد المبدئى بوضع الثلج بالعبوات مخلوطًا بالمنتج أو على سطحه

تعتبر إضافة الثلج إلى العبوات من أقدم طرق التبريد المبدئى . وبرغم بساطتها . إلا أن عيوبها كثيرة ، حيث تؤدى إلى زيادة تكاليف عملية التعبئة ، وإتلاف العبوات عند ذوبان الثلج ، ولا تعطى نتائج جيدة . وعمومًا .. فهى لا تصلح إلا للمحاصيل التى تتحمل ملامسة الثلج لها ، ومع العبوات التى لا تتلف من جراء تعرضها للماء . وتصلح هذه الطريقة للخضر الجذرية والورقية ، وكذلك مع البسلة ، والخليون ، والذرة السكرية .

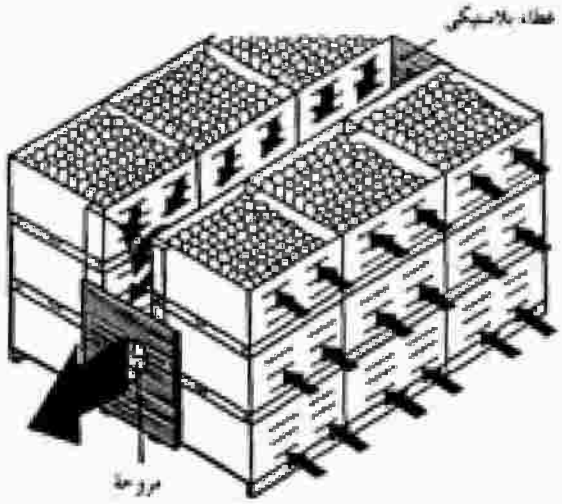
التبريد المائى

يتم التبريد المائى Hydrocooling إما بالغمس فى الماء المثلج ، أو برذاذ المنتج تحت رذاذ من الماء المثلج . وهى من أكفأ وأسرع طرق التبريد المبدئى ، لكن يشترط لنجاحها أن تكون درجة حرارة الماء قريبة من الصفر المئوى ، وأن يظل المحصول معرضًا للماء لفترة كافية حتى يتم تبريده . ومما يقلل من كفاءة هذه الطريقة ألا يكون الماء المستخدم باردًا بالقدر الكافى ، أو ألا يتعرض المحصول له لمدة كافية .

ومن مزايا هذه الطريقة : سرعة التبريد ، وزيادة نضارة الخضروات الذابلة ، ولكن يعاب عليها المساعدة على انتشار الكائنات المسببة للعفن فى حالة إعادة استخدام الماء المثلج . وتصلح هذه الطريقة لتبريد كل من : الخرز ، والفجل ، والكرفس ، والذرة السكرية ، والفلفل (Stewart & Couey ١٩٦٣ ، Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء

يتشابه التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء Forced Air Cooling مع الطريقة الأولى من حيث إجرائها على الخضر المعبأة والموضوعة فى غرف ثابتة ، وتختلف عنها فى أن الهواء يتم توجيهه فى مسارات محددة يتخلل خلالها العبوات التى يتم رصها بطريقة معينة (شكل ٣٣ - ٣) . وهى تعطى تبريدًا سريعًا جدًا ، بالمقارنة بالطريقة الأولى . ويلزم لنجاحها أن يكون الثقب فى صناديق الكرتون فى حدود ٥٪ من السطح الخارجى للعبوة . وهى تصلح للبطاطس والخضر الثمرية .

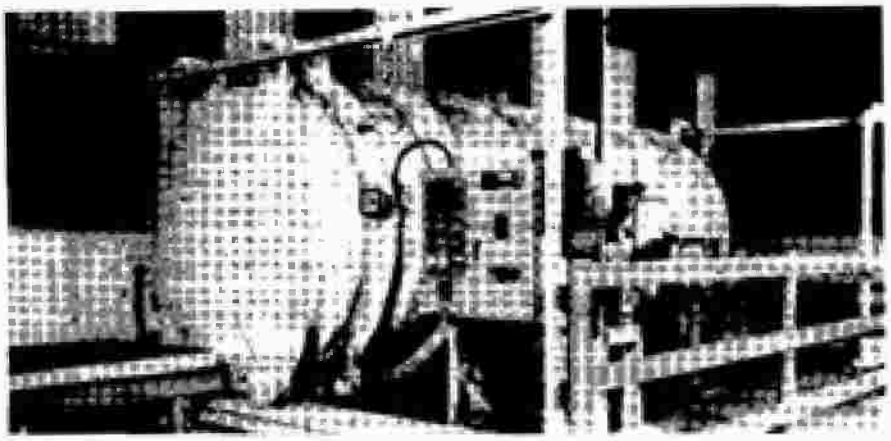


شكل ٣٣ - ٣ : مسار الهواء فى التبريد الآلى بطريقة السريان الجبرى للهواء (عن Wells وآخرين ١٩٨١) .

التبريد بالتفريغ

يعتمد التبريد بالتفريغ Vacuum Cooling على أساس أن تعرض الخضر للتفريغ وهي في حيز مغلق يؤدي إلى تبخر الرطوبة منها ، ويؤدي ذلك تلقائيًا إلى انخفاض درجة حرارتها ، لأن عملية تبخر الماء تلزمها طاقة يتحصل عليها من الخضر ذاتها . وتصلح هذه الطريقة للخضروات ذات الأسطح التبخيرية الكبيرة ، مثل الخضر الورقية عمومًا . ويلزم إجراؤها على الخضروات وهي مبللة ، حتى لا تفقد نسبة كبيرة من رطوبتها .

وعند إجراء التبريد بهذه الطريقة توضع الخضروات معبأة في حجرات من الصلب محكمة الغلق ، ومجهزة بوسائل لتخفيض الضغط الجوي فيها بسرعة حتى يصل إلى ٤,٦ مم زئبق ، حيث يغلي الماء حينئذ في درجة حرارة الصفر المئوي (شكل ٣٣ - ٤) .



شكل ٣٣ - ٤ : جهاز التبريد الأولي بالتفريغ (عن الزراعة في العالم العربي - المجلد الثاني - العدد الخامس ١٩٨٦) .

وتفقد الخضر الورقية من ١,٥ - ٤,٧٪ من وزنها بسبب فقد الرطوبة أثناء التبريد ، ويكون الفقد بمعدل ١٪ لكل انخفاض قدره ٦ درجات فهرنهيتية في درجة حرارة المنتج .

وتتوقف سرعة التبريد على سرعة فقد الرطوبة ، ولهذا يفضل رش بعض الماء على الخضروات قبل تعريضها للتفريغ . ويساعد ذلك على سرعة تبريد بعض الخضر ، كالذرة السكرية ، كما يقلل من الفقد في الوزن ، حيث يكون التبخر من الماء المستخدم في بل المحصول .

وتختلف الخضروات في سرعة انخفاض درجة حرارتها عند تبريدها مبدئيًا بهذه الطريقة . فمقارنة عدة أنواع من الخضر عند تعريضها للتفريغ لمدة ٢٥ - ٣٠ دقيقة مع وصول أقصى تفريغ إلى ٤ - ٤,٦ مم زئبق ، وجد أن درجة الحرارة النهائية قد تراوحت من ١,٠ إلى ١٨°م . وتوقف ذلك على سرعة فقد الرطوبة من الأنسجة النباتية . وكان أعلى معدل لفقد الرطوبة في محصول الخس والبصل الأخضر ، حيث اقتربت درجة حرارة المحصول من ١°م ، بينما كان الفقد الرطوبي قليلًا في البطاطس والكوسة ، ونتج عن ذلك بطء عملية التبريد .

ويحدث معظم التبخر المائى والتبريد فى فترة قصيرة ، لكن من الضرورى المحافظة على الضغط المنخفض لفترة إضافية للتخلص من الحرارة بالأنسجة اللحمية . ويعتبر ضغط ٤ مم زئبق لمدة ٢٥ - ٣٠ دقيقة كافيًا لمعظم الخضروات (Barger ١٩٦٣) ، ويتصبح فى حالة تبريد الخس المعبأ فى كرتونات خفض الضغط إلى ٣,٨ مم زئبق ، حيث تصل درجة حرارة المنتج إلى ٥°م فى خلال ١٥ دقيقة فقط ، دون وجود أى خطر من التعرض للتجمد ، بينما يلزم مرور ٢٣ دقيقة فى حالة خفض الضغط إلى ٤,٦ مم زئبق . ويعد التوفير فى الوقت ذا أهمية كبيرة ، خاصة فى ذروة موسم الحصاد ، حيث تشتد الحاجة للتبريد بالتفريغ (Barger ١٩٦٢) .

٣٣ - ٣ - ٦ : التخزين فى درجة حرارة منخفضة

تعد البرودة بمثابة درجة منخفضة من الحرارة ، والتبريد هو طرد الحرارة من المنتج ولا يكون بدفع البرودة فيه . هذا .. ويعمل التخزين فى درجة حرارة منخفضة إلى تثبيط كل من :

١ - التنفس والأنشطة الحيوية الأخرى .

٢ - التدهور الذى يحدث مع زيادة النضج وفقدان الثمار لصلابتها والتغيرات فى القوام واللون .

٣ - الفقد فى الرطوبة والذبول .

٤ - التلف الناتج من الإصابة بالبكتريا والفطريات والخمائر .

٥ - النموات غير المرغوبة ، كما يحدث فى البصل والبطاطس .

وكما هو معلوم .. فإن سرعة التنفس تتضاعف مع كل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره ١٠ درجات مئوية ما بين الصفر المئوى و ٣٥°م . وتصاحب ذلك زيادة فى معدل التدهور ، كما هو مبين فى جدول (٣٣ - ٦) بالنسبة للسباغ .

جدول (٣٣ - ٦) : معدل التدهور فى السباغ مع التغير فى درجة الحرارة (عن Claypool وآخرين ١٩٥٨)

درجة الحرارة (م°)	فترة التخزين	معدل التدهور نسبة الى التدهور فى الصفر المئوى (ضعف)
صفر	٦٦	١
٥	٤٢	١,٥
١٠	١٣	٥
١٥	٧	٩
٢٠	٤	١٦
٢٥	٣	٢١
٣٠	٢	٣١

ومن الأهمية بمكان أن تكون درجة حرارة المخزن متجانسة تمامًا ، إذ إن عدم التجانس يعنى أن الثمار الموجودة فى حرارة مرتفعة تنضج أسرع من غيرها ؛ وبالتالى يحدث خلط لثمار فى درجات مختلفة من النضج . وقد تصبح بعض الثمار زائدة النضج ، وتبدأ فى التعفن .

ويمكن تحقيق التجانس فى درجة حرارة المخزن بالعناية بترتيب العبوات واستعمال مبردات جيدة ، وبقراءة درجة الحرارة فى أماكن مختلفة من المخزن بصفة دورية . كما تجب قراءة الحرارة فى وسط العبوات أيضًا .

٣٣ - ٣ - ٧ : التحكم فى الرطوبة النسبية فى جو المخزن

للرطوبة النسبية أهمية كبيرة بالنسبة للخضروات المخزنة ، لأن نقص الرطوبة يسرع من ذبول الخضروات ، وزيادتها عن اللازم - أى عندما تكون قريبة من ١٠٠٪ - يؤدى إلى نمو العفن على الجدران والأرضيات والعبوات ، وعلى الخضر نفسها . وينصح عمومًا برطوبة نسبية تتراوح من ٩٠ - ٩٥٪ فى معظم الخضروات مع بعض الاستثناءات ، كما فى البصل ، والثوم ، والبطاطس .

ويتوقف توفير الرطوبة النسبية المناسبة على إحكام عزل المخازن عن الجو الخارجى ، وتوفير أجهزة تبريد قوية حتى تصل البرودة بسرعة لكل المنتج .

وإذا لم يكن جهاز التبريد قادرًا على ترويد جو المخزن بالرطوبة الكافية ، فإنه ينصح بإضافة رذاذ الماء إلى هواء المخزن ، أو رش الأرضيات بالماء على فترات ، وعادة تكفى ٤ لترات من الماء/ساعة/ لكل طن تبريد للحفاظ على ٩٥٪ رطوبة نسبية . (Ware & McCollum ١٩٧٥) .

٣٣ - ٣ - ٨ : التخزين فى الجو المعدل

الجو المعدل هو الجو الذى تقل فيه نسبة الأكسجين وتزيد نسبة ثانى أكسيد الكربون عما هى فى الهواء الجوى . والفرق بين الجو المعدل modified atmosphere والجو المتحكم فيه Controlled atmosphere أن درجة التحكم فى نسبتى الغازين تكون فى الأول قليلة أو منعدمة ، حيث تعتمد على النقص الطبيعى للأكسجين والزيادة الطبيعية لثانى أكسيد الكربون مع التنفس . أما فى الحالة الثانية ، فيتم التحكم فى نسبتى الغازين طوال فترة التخزين .

وفيما يلى أمثلة لاستخدامات الجو المعدل فى تخزين محاصيل الخضر :

١ - الطماطم :

تمكن Parsons وآخرون (١٩٧٠) من تخزين ثمار الطماطم الخضراء الناضجة مدة ٦ أسابيع فى جو معدل به ٣٪ أ٢ ، صفر ٪ ك أ٢ مع درجة حرارة ١٣°م . وعندما رفعت نسبة ك أ٢ إلى ٣ أو ٥٪ مع الاحتفاظ بالنسبة المنخفضة من الأكسجين لم يحدث نقص فى نسبة العفن ، بل حدث - أحيانًا - ضرر من ك أ٢ . وعندما نقلت الثمار الخضراء إلى الجو العادى بعد ٦ أسابيع من التخزين تحت هذه الظروف ، تلونت بصورة طبيعية .

٢ – الشليك :

يخزن الشليك بحالة جيدة لمدة ٧ – ١٠ أيام فى الصفر المئوى ، ولمدة ٣ – ٥ أيام فى حرارة ٥°م ، ولمدة ١ – ٢ يوم فى حرارة ٢١°م . ويمكن زيادة فترة التخزين إلى الضعف ، مع وقف عفن الثمار بالتخزين فى جو معدل به ٢٠٪ ك٢أ . ويفيد ذلك عند الشحن فى الحرارة المرتفعة نسبيًا .

٣ – الخـــس :

تظهر على عروق الخس أثناء التخزين على درجة حرارة ٢ – ٥°م بقع عديدة ذات لون بنى محمر . وتعرف هذه الظاهرة باسم التبقع الصدئى russet spotting . ويحدث ذلك أثناء الشحن ، وفى المخازن المبردة ، وحتى لدى المستهلك فى الثلاجات المنزلية . وأسباب هذه الظاهرة غير معروفة على وجه التحديد ، إلا أنه يمكن الحد منها كثيرًا بتخزين الخس فى جو معدل به ٢ – ٦٪أ٢ ، علمًا بأن التركيزات الأقل من ذلك تضر بالخس ، والأعلى من ذلك لا تجدى ؛ فلا تحب زيادة نسبة ك٢أ ، لأن ذلك عديم الفائدة بالنسبة لظاهرة التبقع الصدئى ، بل إن زيادته قد تحدث أضرارًا شبيهة بهذه الحالة (Lipton ١٩٧٥) .

٤ – الكرنب :

يعتبر الكرنب من أصلح الخضروات للتخزين فى الجو المعدل . ومن دراسات Isenberg & Sayles (١٩٦٩) وجدا أنه عند التخزين فى درجة حرارة الصفر المئوى ، كان الجو المعدل (٥٪ك٢أ ، ٥٪أ٢) أفضل من الهواء العادى . وقد ازدادت فترة التخزين عند إنقاص نسبة الغازين (ك٢أ ، أ٢) إلى ٢,٥٪ لكل منهما ، لكن صاحبت ذلك زيادة حلاوة أوراق الكرنب .. وكان أفضل جو معدل هو المحتوى على ٥٪ ك٢أ و ٥٪ أ٢ ، حيث كانت فترة التخزين أطول ما يمكن ، مع احتفاظ الرؤوس بالطعم العادى ، إلا أن الأصناف اختلفت فى مدى مقدرتها على التخزين تحت هذه الظروف .

٣٣ – ٣ – ٩ : توفير التهوية المناسبة بالمخازن

يجب العمل على تحريك هواء المخزن بصورة مستمرة ، لأن الفشل فى تحقيق ذلك يؤدى إلى اختلاف فى درجة الحرارة فى الأجزاء المختلفة من المخزن.وبعد تبريد المنتج والتخلص من حرارة الحقل يكفى أن يكون تحرك الهواء خلال المنتج بسرعة ٢٠ – ٢٥ مترًا فى الدقيقة للتخلص من الحرارة الناتجة من التنفس ، والحرارة التى تدخل من الأبواب المفتوحة . هذا .. ولا تعد سرعة الهواء الذى يتخلل الخضر بالقدر الكافى إذا كانت درجة حرارة الهواء الخارج من المخزن أعلى بأكثر من ٥١°م عن حرارة الهواء الداخل إليه .

ويتبع الهواء أثناء تحركه المسارات التى يجد فيها أقل مقاومة ، وعليه .. فإن عدم تجانس ترتيب العبوات قد يؤدى إلى حدوث عدم تجانس فى درجة حرارة المخزن ، حيث يمر الهواء بمعدلات أكبر فى الممرات الواسعة . ولهذا السبب . يجب تجنب عمل ممرات واسعة فى اتجاه تيار الهواء ، كما يجب ترك مسافة ٥ – ٨ سم بين الصناديق المرتبة فوق بعضها ، وأن يكون تيار الهواء فى اتجاه الصفوف ،

وليس متعامدًا عليها . كذلك يجب ترك مسافة ١٠ – ٢٠ سم على امتداد الحوائط الجانبية لتسهيل مرور الهواء على الجوانب أيضًا .

٣٣ – ٣ – ١٠ : التحكم فى الإضاءة بالمخازن

يجب أن تخزن معظم الخضروات فى الظلام ، أو على الأقل فى إضاءة منخفضة جدًا ، ولكن القليل من الضوء لا يضر البطاطا ، أو القرع العسلى . ولضوء الشمس المباشر تأثير ضار على الخضروات المخزنة بصورة عامة .

٣٣ – ٣ – ١١ : العناية بنظافة المخازن والحماية من القوارض

ليس من الحكمة تخزين منتجات عالية الجودة فى أماكن غير نظيفة . فيجب إبقاء المكان نظيفًا قدر المستطاع ، مع تعقيمه من آن لآخر كلما أفرغ المخزن من محتوياته . ورغم أن تنظيف المكان وتعقيمه لا يمنع حدوث العفن كلية ، إلا أنه يقلله إلى أدنى مستوى ممكن .

هذا .. ويمكن استعمال هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite أو فوسفات الصوديوم الثلاثى trisodium phosphete فى تنظيف الأرضيات والحوائط . أما العبوات فيمكن غسلها بمحلول هيبوكلوريت الكالسيوم بتركيز ٠,٢٥٪ ، أو بالتعريض للبخار لمدة دقيقتين .

كما تجب تنقية الهواء من الغازات التى قد تكسب الخضروات مذاقًا غير مرغوب . ويستخدم لذلك نوع خاص من الفحم 6-14 mesh activated coconut shell carbon .

كما يجب أن تكون المخازن محكمة تمامًا ضد القوارض ، مثل الفئران وغيرها ، فهذه الحيوانات تزيد من الفاقد فى المحصول بطريقة مباشرة ، وبطريقة غير مباشرة من خلال زيادة العفن بسبب مهاجمة الكائنات المسببة للعفن للأجزاء المقروضة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

٣٣ - ٤ :المراجـــع

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها - القاهرة - ٤٢٢ صفحة .

النبوى ، صلاح الدين محمود ، ويوسف أمين وال ، وأحمد فريد السهريتى ، وعادل سعد الدين عبد القادر ، وأحمد أحمد جويل ، ويحى محمد حسن (١٩٧٠) . الخضلات البستانية . إعدادها وإنضاجها وتخزينها وتصديرها . دار المعارف - القاهرة - ١٠٩٦ صفحة .

عبد القادر ، عادل (١٩٨٦) . مشاكل ما بعد الحصاد ، ومواجهة ارتفاع نسبة الفاقد فى المحاصيل البستانية . الزراعة والتنمية فى الوطن العربى . العدد الثالث والرابع - السنة الخامسة - صفحات ٣٨ - ٤٤ .

Barger, W.R. 1962. Vacuum-cooling lettuce in commercial plants. U.S. Dept. Agr., Agr. Market. Serv. 469. 9p.

Barger, W.R. 1963. Vacuum precooling: a comparison of the cooling of different vegetables. U.S. Dept. Agr., Market. Res. Rep. 600. 12p.

Claypool, L.L., L.L. Morris, W.T. Pentzer and W.R. Barger. 1958. Air transportation of fruits, vegetables and cut flowers: temperature and humidity requirements and perishable nature. U.S.D.A., Agr. Marketing Service-280. 27p.

Grosch, D.S. 1965. Biological effects of radiations. Blaisdell Pub., Co. N.Y. 293p.

Isenberg, F.M. and R.M. Sayles. 1969. Modified atmosphere storage of danish cabbage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 444-449.

Kader, A.A. 1985. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. HortScience 20: 54-57.

Kader, A.A. et al. 1981. Short course on postharvest technology of horticultural crops. U.S. Agency for International Development-A.R. Egypt-U.C. Project. Giza.

Kader, A.A., L.L. Morris and M. Cantwell. 1979. Postharvest handling and physiology of horticultural crops - A list of selected references. Dept. of Veg. Crops, Univ. of Calif., Davis; Veg. Crops Series 169. 44p.

Lipton, W.J. 1975. Controlled atmospheres for fresh vegetables and fruits - why and when. **In** N.F. Haard and D.K. Salunkhe (Ed.) "Symposium: Postharvest Biology and Handling of fruits and Vegetables"; pp. 130-143. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Lipton, W.J. 1977. Compatability of fruits and vegetables during transport in mixed loads. United States Dept. Agr., Agr. Res. Serv., Market. Res. Report No. 1070. 7p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980. (2nd ed.) Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Inter Science, N.Y. 390p.

Lutz, J.M. and R.E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook 66. 94p.

Parsons, C.S., R.E. Anderson and R.W. Penney. 1970. Storage of mature-green tomatoes in controlled atmospheres. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 791-794.

Sherman, M. 1985. Control of echylene in the postharvest environment. HortScience 20: 57-60

Stewart, J.K. and H.M. Couey. 1963. Hydrocooling vegetables: a practical guide to predicting final temperatures and cooling times. U.S. Dept. Agr., Mark. Res. Rep. 637. 32p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980. (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate printers & Pub., Inc., Danville, Illinois. 607p.

تخزين وتسويق وتصدير الخضر

نتناول بالدراسة فى هذا الفصل موضوعات تخزين وتسويق وتصدير الخضر لما لها من علاقة ببعضها البعض ، لأن التصدير هو تسويق خارجى ، وكلاهما – أى التسويق والتصدير – يعتمدان على توفر الظروف المناسبة للخضر أثناء التخزين لحين طرحها فى الأسواق وأثناء الشحن إلى الأسواق ، سواء أكانت هذه الأسواق داخلية أم خارجية .

٣٤ – ١ : التخزين

٣٤ – ١ – ١ : مزايا واقتصاديات التخزين والطرق المتبعة

من أهم مزايا تخزين الخضر ما يلى :

١ – توفير الخضروات للمستهلك لأطول فترة ممكنة .

٢ – زيادة استهلاك الخضروات نتيجة إطالة موسم عرضها بالأسواق .

٣ – زيادة سعر البيع بالنسبة للمنتج بصورة عامة بسبب عدم تكدس المحصول وقت الحصاد ، وبذلك يمكن تجنب الانخفاض الحاد فى الأسعار .

٤ – تسهيل عمليات النقل والشحن .

٥ – المساعدة على تصدير الخضر السريعة التلف .

ويتوقف قرار التخزين من عدمه على عدة عوامل منها :

١ – السعر الحالى والسعر المرتقب بعد انتهاء فترة التخزين .

٢ – تكاليف التخزين .

٣ – الفقد فى المحصول نتيجة الذبول وفقد الرطوبة و الإصابات المرضية أثناء التخزين .

٤ – تكاليف إعادة الفرز والتعبئة بعد التخزين .

ومن أهم طرق التخزين المتبعة فى الخضروات ما يلى :

١ – التخزين على النباتات ، كما فى أصناف طماطم التصنيع .

٢ – التخزين فى الحقل :

(أ) التخزين فى التربة فى المناطق الجافة ، كما فى البطاطا ، والقلقاس ، والطرطوفة .

(ب) التخزين فى حفر أو خنادق فى تربة جافة ، كما فى البطاطا ، والقلقاس ، والجزر ، والبنجر بدون عرش .

٣ – التخزين فى أبنية خاصة :

(أ) التخزين فى حجرات تحت سطح التربة .

(ب) التخزين فى حجرات فوق سطح التربة .

(جـ) التخزين تحت جمالونات ، كما فى البطاطس والبصل .

(د) التخزين فى عنابر .

٤ – التخزين البارد :

(أ) فى الجو الطبيعى ، مثل حجرات التبريد ، وعربات النقل المبردة ، والثلاجات المنزلية .

(ب) فى الجو المعدل .

٣٤ – ١ – ٢ : التخزين فى الحقل

يمكن تخزين بعض الخضروات ، كالكرنب ، ومعظم الخضر الجذرية فى الحقل فى خنادق ، أو فى حفر خاصة ، أو تحت كومة من الأتربة . ويشترط لنجاح هذه الطريقة أن يكون المكان جافًا وجيد الصرف . يتم التخزين بوضع الخضروات فى كومات تحاط بالقش ، ثم تغطى بغطاء من التربة يكفى لحمايتها من الحرارة الشديدة أو البرودة والتجمد . ويمكن توفير التهوية اللازمة بعمل فتحة خاصة تمتد عبر أنبوب من وسط الكومة إلى خارج الغطاء . ويتم إغلاق هذه الفتحة فى الجو القارس البرودة .

ويعاب على مخازن الحقل عدم إمكانية التحكم فى درجة الحرارة أو الرطوبة النسبية بها ، كما يكون من الصعب سحب الخضروات المخزنة فى الجو غير المناسب ، فضلاً عن أنه يحتاج إلى أيد عاملة كثيرة .

٣٤ – ١ – ٣ : التخزين فى الأبنية غير المبردة

تستعمل الأبنية غير المبردة بصفة خاصة فى تخزين الخضروات التى تحتاج إلى جو جاف نسبيًا ، كالبصل ، والبطاطا . ويمكن التحكم فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية إلى حد ما بالتحكم فى التهوية .

وتنشأ بعض هذه الأبنية تحت سطح التربة عندما تسمح حالة الصرف بذلك ، وتسمى Cellars . ويجب إعطاء بعض العناية لعملية التهوية في هذه المنشآت ، لأنها تكون عادة عالية في الرطوبة النسبية ، وتخزن فيها البطاطا وغيرها من الخضروات الجذرية بنجاح .

وفي مصر تخزن البطاطس في نوالات ، وهي أبنية ذات فتحات كافية للتهوية في الجدران ، تغلق نهارًا ، وتفتح ليلاً لاستقبال الهواء البارد .

٣٤ - ١ - ٤ : المخازن المبردة

يعتبر التخزين في المخازن المبردة هو أكثر طرق التخزين شيوعًا ، نظرًا لأنه يساعد على حفظ الخضر بحالة جيدة لفترة طويلة نسبيًا . ويتم في هذه الطريقة التحكم في درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، لكن تبقى مكونات الهواء الجوى كما هي .

وسنتناول بالدراسة في هذا الجزء بعض الاصطلاحات والتعاريف الهامة التي تفيدنا في عمل حسابات التبريد ، ثم ننتقل إلى دراسة كيفية إجراء حسابات التبريد الضرورية عند إنشاء هذه المخازن المبردة ، وبعد ذلك نتعرف على الظروف المناسبة لتخزين محاصيل الخضر المختلفة .

الاصطلاحات المستخدمة في مجال التبريد :

١ - الوحدات الحرارية Heat Units :

أكثر الوحدات الحرارية شيوعًا هي : الكالوري ، والكيلو كالوري ، والوحدة الحرارية البريطانية .

(أ) الكالوري Calori (اختصارًا cal) هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية .

(ب) الكيلو كالوري kilocalori (اختصارًا K cal) هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية .

(جـ) الوحدة الحرارية البريطانية British Thermal Unit (اختصارًا BTU) هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة فهرنهيتية (الوحدة الحرارية البريطانية = ٢٥٢ كالوري) .

٢ - الحرارة النوعية Specific Heat :

الحرارة النوعية هي كمية الحرارة - مقدرة بالكالوري - اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية . وكلما ازدادت الحرارة النوعية لمادة ما ، احتاجت إلى كمية أكبر من الطاقة الحرارية لرفع حرارتها ، وكانت أقل تعرضًا للتغير في درجة الحرارة مع التغيرات في الظروف البيئية . وفيما يلي الحرارة النوعية لعدد من المواد :

المـــادة	الحرارة النوعية
المـــاء	١,٠٠
الـــلج	٠,٥٠
البخـــار	٠,٤٨
كحول الإيثايل	٠,٥٨
الخشب	٠,٤٢
الزجـــاج	٠,٢٠
الصلب	٠,١١

وللحرارة النوعية العالية للماء أهمية كبيرة فى حفظ الأنسجة النباتية من التغيرات فى درجة الحرارة مع التغيرات البيئية (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

ويمكن تقدير الحرارة النوعية لأى نوع من الخضر بالمعادلة التالية :

س = أ (١ - ٠,٢) + ٠,٢

حيث (س) الحرارة النوعية ، (أ) النسبة المئوية للرطوبة بالخضر ، (٠,٢) الحرارة النوعية للمادة الجافة (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

٣ - حرارة السيولة Heat of Fusion :

حرارة السيولة هى كمية الحرارة اللازمة لتغيير جرام واحد من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ، دون أن يحدث تغير فى درجة حرارتها - أى وهى عند درجة الذوبان Melting Point .

٤ - حرارة التبخر Heat of Vaporization :

حرارة التبخر هى كمية الحرارة اللازمة لتغيير جرام واحد من المادة عند درجة الغليان من الحالة السائلة إلى حالة بخار . هذا .. ويلزم التخلص من نفس الكمية من الحرارة لتحويل جرام واحد من المادة من حالة بخار إلى الحالة السائلة عند درجة الغليان .

ويوضح جدول (٣٤ - ١) حرارة السيولة وحرارة التبخر لعدد من المواد . ويتضح من الجدول ارتفاع قيمة حرارة السيولة والتبخر بالنسبة للماء ، بالمقارنة بالمواد الأخرى .

٥ - انتقال الحرارة Heat Transfer : (يراجع أيضًا الجزء ٢١ - ١ - ١) تنتقل الحرارة بإحدى ثلاث طرق ، ويكون انتقالها دائمًا من الأجسام الساخنة إلى الأجسام الأبرد .

جدول (٣٤ - ١) : حرارة السيولة ، وحرارة التبخر لبعض المواد (بالكالورى) .

المادة	حرارة السيولة	حرارة التبخر
الكحول الإيثيل	٢٥,٠	٢٠٤
الأكسجين	٣,٣	٥١
الماء	٨٠,٠	٥٤٠

(أ) بالتوصيل Conduction :

التوصيل هو انتقال الحرارة خلال مادة . ويتناسب معدل التوصيل مع مقطع مادة التوصيل والتدرج الحرارى من الجانب الساخن نحو الجانب الأبرد ، كما يختلف حسب المادة التى يتم التوصيل الحرارى من خلالها . فالصلب ينقل الحرارة جيدًا ، بينما يعتبر الخشب موصلًا رديئًا للحرارة . ويعتبر الهواء موصلًا رديئًا جدًا .

(ب) بالحمل Convection :

الحمل هو انتقال الحرارة بواسطة مادة متحركة . ويتوقف ذلك على توليد تيارات حمل .

(جـ) بالإشعاع Radiation :

الإشعاع هو انتقال الطاقة دون ضرورة لوجود مادة موصلة . وتتكون الأشعة الحرارية من أشعة كهرومغناطيسية تنتقل بسرعة الضوء ، وهى ٣ × ١٠^٨ متر/ثانية .

٦ - حرارة الحقل Field Heat :

هى الحرارة التى يلزم التخلص منها لخفض درجة حرارة المنتج إلى الدرجة المناسبة للتخزين ، تضاف إليها الحرارة النوعية Vital Heat ، وهى الحرارة التى تنتج من تنفس المنتج أثناء تبريده حتى وصوله إلى درجة الحرارة المناسبة للتخزين .

٧ - طن التبريد Ton of Refrigeration :

هو كمية الحرارة التى يلزم اكتسابها بواسطة طن من الثلج أثناء ذوبان فى درجة حرارة الصفر المئوى خلال فترة ٢٤ ساعة . ويتطلب الأمر ١٤٤ وحدة حرارية بريطانية لإذابة رطل واحد من الثلج فى درجة حرارة الصفر المئوى ، أو حوالى ٢٨٨٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية لإذابة طن من الثلج فى درجة حرارة الصفر المئوى ، ويعنى ذلك ١٢٠٠٠ B.t.u/ساعة .

٨ - الحرارة الحيوية Vital Heat :

الحرارة الحيوية هى الحرارة الناتجة من التنفس . ويمكن تقدير كمية الحرارة الحيوية لأى محصول أثناء التخزين بتقدير كمية غاز ثانى أكسيد الكربون المنطلقة منه أثناء التنفس بالملليجرام فى الساعة ، وضرب الناتج فى عدد ثابت هو ٢٢٠ .

فمثلاً إذا أنتج البروكولى ١٦٠ ملليجرام ك أ/ساعة/كيلو جرام من الخضار على درجة حرارة ٤٠°ف (٤,٤°م) ، فإن ذلك يعنى أنه ينطلق من البروكولى :

١٦٠ × ٢٢٠ = ٣٥٢٠٠ B.t.u. لكل طن من البروكولى فى اليوم ، و٢٢٠ الثابت يمثل كمية الحرارة المنطلقة عند التنفس ، مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية إذا ما أنتج الطن الواحد من الخضر الطازجة ملليجرام واحد من غاز ك أ/م فى مدة ٢٤ ساعة . ويقدر الثابت كالتالى :

ك٦ يد١٢ أ٢ + ٦ أ٢ ← ٦ يد٢ أ٢ + ٦ ك أ٢ + ٦٧٣ كيلو كالورى

∴ ٦ ك أ٢ ← ٦٧٣ كيلو كالورى

∴ ١ ك أ٢ ← $\frac{٦٧٣}{٦}$ = ١١٢,١ كيلو كالرى

∴ ٤٤ جم ك أ٢ ← ١١٢,١ كيلو كالرى

∴ ١ ملليجرام ك أ٢ $\frac{١١٢,١}{١٠٠٠ \times ٤٤}$ = ٠,٠٠٢٥٥ كيلو كالورى

= ٢,٥٥ كالورى (سعر حرارى)

وللتحويل من السعرات الحرارية/كجم/ساعة إلى وحدات حرارية بريطانية/طن/ يوم نضرب فى ٨٦,٣ ليصبح الناتج ٢,٥٥ × ٨٦,٣ = ٢٢٠ وهو الثابت المطلوب (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

حسابات التبريد

إذا أريد حساب كمية حرارة الحقل اللازم إزالتها من ١٠ أطنان من الخضر ، علمًا بأن حرارة الحقل ٩٠°ف ، وحرارة المخزن ٤٠°ف ، والنسبة المئوية للرطوبة بالخضر المراد تخزينها ٨٠٪ ، والعبوات المستعملة خشبية سعة ٥٠ رطلاً ، ووزن الصندوق الفارغ ٥ أرطال ، والحرارة النوعية للخشب ٠,٣ ، فإنه يلزم لذلك إجراء الحسابات التالية :

الحرارة النوعية للخضر س = ٠,٨ × (١ − ٠,٢) + ٠,٢ = ٠,٨٤ B.t.u. لكل درجة واحدة فهرنهيتية .

∴ الحرارة النوعية لـ ١٠ أطنان = ٠,٨٤ × ٢٠٠٠ × ١٠ = ١٦٨٠٠٠ B.t.u

∴ كمية الحرارة اللازم إزالتها من ١٠ أطنان من الخضر لخفض حرارتها من ٩٠ إلى ٤٠°ف .

= ١٦٨٠٠ × (٤٠ − ٩٠) = ٨٤٠٠٠٠ B.t.u.

عدد الصناديق الخشبية اللازمة = $\frac{١٠ \times ٢٠٠٠}{٥٠}$ = ٤٠٠ صندوق

وزن جميع الصناديق = ٤٠٠ × ٥ = ٢٠٠٠ رطل

الحرارة النوعية لخشب الصناديق = ٢٠٠٠ × ٠,٣ = ٦٠٠ B.t.u لكل درجة واحدة فهرنهيتية .

∴ كمية الحرارة اللازم إزالتها من الصناديق لخفض حرارتها من ٩٠ – ٤٠°ف

∴ = ٦٠٠ × (٩٠ – ٤٠) = ٣٠٠٠ B.t.u.

كمية الحرارة الكلية اللازم إزالتها من الخضر والصناديق = ٨٤٠٠٠٠ + ٣٠٠٠

∴ = ٨٧٠٠٠٠ B.t.u. (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر

يوضح جدول (٣٤ – ٢) درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين مختلف محاصيل الخضر ، مع بيان فترة التخزين التى تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

جدول (٣٤ ـ ٢) : درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر ، وفترة التخزين التى تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

الخضر	الظروف المناسبة للتخزين		
	درجة الحرارة (م°)	الرطوبة النسبية (٪)	فترة التخزين
الخرشوف	صفر	٩٥	٢ ـ ٤ أسبوع
الطرطوفة	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٢ ـ ٥ شهر
افليون	صفر ـ ٢	٩٥	٢ ـ ٣ أسبوع
فاصوليا الليما	صفر ـ ٤	٩٠	١ ـ ٢ أسبوع
الفاصوليا الخضراء	٤ ـ ٧	٩٠ ـ ٩٥	٧ ـ ١٠ يوم
البنجر (بالأوراق)	صفر	٩٥	١٠ ـ ١٤ يوم
البنجر (بدون أوراق)	صفر	٩٥	٣ ـ ٥ شهر
البروكولى	صفر	٩٠ ـ ٩٥	١٠ ـ ١٤ يوم
كرنب بروكسل	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٣ ـ ٥ أسبوع
الكرنب	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٣ ـ ٦ أسبوع
الكرنب الصينى	صفر	٩٠ ـ ٩٥	١ ـ ٢ شهر
الجزر (بدون أوراق)	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٤ ـ ٥ شهر
القنبيط	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٢ ـ ٤ أسبوع
الكرفس	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٢ ـ ٣ شهر
الكولارد	صفر	٩٠ ـ ٩٥	١٠ ـ ١٤ يوم
الذرة السكرية	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٤ ـ ٨ يوم
الخيار	٧ ـ ١٠	٩٠ ـ ٩٥	١٠ ـ ١٤ يوم
الباذنجان	٧ ـ ١٠	٩٠	١ أسبوع
الهندباء	صفر	٩٠ ـ ٩٥	٢ ـ ٣ أسبوع
الثوم	صفر	٦٥ ـ ٧٠	٦ ـ ٧ شهر

جدول (٣٤ - ٢) : يتبع

الخضر	الظروف المناسبة للتخزين: درجة الحرارة (م°)	الرطوبة النسبية (٪)	فترة التخزين
فجل الحصان	- ١ إلى صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٢ شهر
الكول	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يوم
كرنب أبو ركبة	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ أسبوع
الكرات أبو شوشة	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ شهر
الخس	صفر	٩٥	٢ - ٣ أسبوع
القاورن :			
الشبكي (¾ انفصال)	٢ - ٤	٨٥ - ٩٠	١٥ يوم
الشبكي (انفصال كامل)	صفر - ٢	٨٥ - ٩٠	٥ - ١٤ يوم
الكانتالوب	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ أسبوع
شهد العسل	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٣ - ٤ أسبوع
الفارسي	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٢ أسبوع
البطيخ	٤ - ١٠	٨٥ - ٨٠	٢ - ٣ أسبوع
عنب الغراب	صفر	٩٠	٣ - ٤ يوم
الثانية	٧ - ١٠	٩٥ - ٩٠	٧ - ١٠ يوم
البصل (الرؤوس)	صفر	٧٠ - ٦٥	١ - ٨ شهر
البصل الأخضر	صفر	٩٥ - ٩٠	—
البقدونس	صفر	٩٥ - ٩٠	١ - ٢ شهر
الجزر الأبيض	صفر	٩٥ - ٩٠	٢ - ٦ شهر
البسلة الخضراء	صفر	٩٥ - ٩٠	١ - ٣ أسبوع
الفلفل الأخضر	٧ - ١٠	٩٥ - ٩٠	٢ - ٣ أسبوع
الفلفل الأحمر	٤ - ٧	٩٥ - ٩٠	١ أسبوع
البطاطس	٤	٩٠	٤ - ٥ شهر
القرع العسلي	١٠ - ١٣	٧٥ - ٧٠	٢ - ٣ شهر
الفجل	صفر	٩٥ - ٩٠	٣ - ٤ أسبوع
الروبارب	صفر	٩٥	٢ - ٤ أسبوع
الروتاباجا	صفر	٩٥ - ٩٠	٢ - ٤ شهر
السلسفيل	صفر	٩٥ - ٩٠	٢ - ٤ شهر
السبانخ	صفر	٩٥ - ٩٠	١٠ - ١٤ يوم
الكوسة	صفر - ١٠	٩٠	٥ - ١٤ يوم
قرع الشتاء	١٠ - ١٣	٧٥ - ٥٠	١ - ٦ شهر حسب الصنف
البطاطا	١٣ - ١٦	٩٠ - ٨٥	٤ - ٦ شهر
طماطم خضراء ناضجة	١٣ - ٢١	٩٠ - ٨٥	١ - ٣ أسبوع
طماطم حمراء	٧ - ١٠	٩٠ - ٨٥	٤ - ٧ يوم
اللفت	صفر	٩٥ - ٩٠	٤ - ٥ شهر
الكرسون الثاني	صفر - ٢	٩٥ - ٩٠	٣ - ٤ يوم

ويمكن إجمالاً القول بأن الذرة السكرية وجميع خضر الجو البارد تخزن في درجة الصفر المئوي ، وتستثنى من ذلك البطاطس التي يفضل تخزينها في درجة حرارة ٤°م . أما خضر الجو الدافىء ، فيفضل تخزينها في درجة حرارة من ٧ - ١٠°م ، لأن انخفاض درجة الحرارة عن ذلك يؤدي إلى تعرضها لأضرار البرودة . ويلخص جدول (٣٤ - ٣) درجات الحرارة المثلى لتخزين الخضر ، وفترة التخزين المناسبة .

جدول (٣٤ - ٣) : تقسيم محاصيل الخضر حسب درجة الحرارة المثلى للتداول والتخزين ، وطول فترة التخزين الممكنة (عن عبد القادر ١٩٨٦) .

طول فترة التخزين الممكنة	درجة الحرارة المثلى للتداول والتخزين (م°)			
	صفر	٥	١٠	١٣
أقل من اسبوع	البسلة ـ الفول البلدى الأخضر البصل الأخضر الفراولة	ـ	الطماطم المكتملة التلوين	
١ ـ ٢ أسبوع	الخرشوف ـ السبانخ الخس الورقى ـ البروكلى عيش الغراب	القاوون اللوبيا الخضراء	الخيار ـ فرع الكوسة ـ الفلفل الباذنجان ـ الباميا	الطماطم (تصف تلون)
٢ ـ ٣ أسبوع	الفاصوليا ـ الكرفس الشيكوريا ـ الخس الكرنب		كيزان العسل الشمام ـ البطيخ القثاء	الطماطم (أقل من ربع تلون)
٣ ـ ٤ أسابيع	القنبيط ـ الفجل البقدونس			الطماطم المكتملة النمو الخضراء
٤ ـ ٦ اسابيع	الكرنب ـ الكرنب الصينى ـ الكرات			
أكثر من ٦ اسابيع	الجزر ـ بنجر المائدة ـ اللفت الطرطوفة ـ البصل الثوم	البطاطس (للاستهلاك الطازج)	البطاطس (للتصنيع)	البطاطا ـ القلقاس الفرع العسل

أما فيما يتعلق بالرطوبة النسبية ، فإن محاصيل الفرع العسل والبصل والثوم تحتفظ بجودتها بصورة جيدة فى رطوبة نسبية من ٧٠ – ٧٥٪ ، بينما تفضل باقى الخضروات رطوبة نسبية من ٩٠ – ٩٥٪ ، ويستثنى من ذلك بعض خضر الجو الدافىء التى تناسبها رطوبة نسبية من ٨٥ – ٩٠٪ ، كالباذنجان ، والقاوون ، والكوسة ، والبطاطا ، والطماطم .

وتجدر الإشارة إلى أنه كلما طالت فترة تخزين الخضر ، قصرت الفترة التى تبقى خلالها محتفظة بجودتها بعد إخراجها من المخزن .

ويصاحب إخراج الخضر من المخزن تكثف بخار الماء على المنتج ، وهى الظاهرة التى تعرف باسم التعرق sweating . ويزداد التعرق بزيادة الرطوبة النسبية فى الجو الخارجى . وهذه الظاهرة ضارة ، ويجب الحد منها قدر المستطاع ، حتى لا تساعد على انتشار العفن . ويتم ذلك بالسماح للخضر

المخزنة بأن تفقد برودتها بصورة تدريجية ، أو بإخراجها من المخزن في الأوقات التي تقل فيها الرطوبة النسبية في الجو الخارجي . هذا .. ويمكن الإسراع في تخليص الخضر من بخار الماء المتكثف عليها بتعريضها لتيار من الهواء .

مصادر إضافية خاصة بالمخازن المبردة :

يمكن التعمق في موضوع المخازن المبردة بالرجوع لكل من مرسي وآخرين (١٩٦٠) بشأن طرق وحسابات وحمولة التبريد ، و Smith (١٩٦٨) بشأن تفاصيل إنشاء مخازن البطاطس المبردة ، و Mitchell وآخرين (١٩٨٢) بشأن التبريد التجاري للخضر والفاكهة ، و Grierson & Wardowski (١٩٧٥) بشأن الرطوبة النسبية في المخازن وأهميتها .

٣٤ - ١ - ٥ : التخزين في الجو المعدل المتحكم في مكوناته

سبق أن أوضحنا في الفصل السابق أن التخزين في الجو المعدل يعني التخزين في جو تقل فيه نسبة الأكسجين وتزيد نسبة ثاني أكسيد الكربون عما هي في الهواء الجوي ، وذلك بهدف خفض معدل التنفس حتى تطول فترة احتفاظ الخضر بجودتها .

وقد كان المتبع في الماضي هو الاعتماد على التنفس الطبيعي للخضر في زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون وخفض نسبة الأكسجين ، مع تنظيم مكونات هواء المخزن بعد ذلك بالتحكم في التهوية . ويسمى ذلك بالتخزين في الجو المعدل Modified Atmosphere ، لكن المتبع الآن غالبًا هو التحكم التام في نسب الغازات الموجودة بالمخازن بخلطها بالخارج آليًا ، بالنسب المرغوبة ، ثم دفعها إلى الداخل بانتظام . ويسمى ذلك بالتخزين في الجو المتحكم في مكوناته Controlled Atmosphere . ويراعى في كلتا الطريقتين عدم خلو المخزن تمامًا من الأكسجين لأي فترة ، وإلا حدث تنفس لا هوائي ، وتكونت مركبات غير مقبولة الطعم نتيجة لذلك . ولا تخفى أهمية أن تكون المخازن ذات الجو المعدل محكمة الغلق تمامًا ، بحيث لا تتسرب منها الغازات (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

وبرغم نجاح التخزين في الجو المعدل في العديد من الخضروات ، إلا أن البعض منها يتأثر بزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في جو المخزن ، وتظهر بعض العيوب الفسيولوجية بها ، وهو الأمر الذي لا يحدث إلا في الأنسجة النباتية الحالية من الكلوروفيل . فمثلًا .. تحدث أضرار بالفلفل في جوٍّ به ٥٪ ك أ٢ ، و ٢٪ أ٢ ، بينما يظل البروكولي بحالة جيدة في جوٍّ به ١٠٪ ك أ٢ ، و ٢٫٥٪ أ٢ . كما يتأثر خس الرؤوس ذو الأوراق المتقصفة بجو معدل به ٢٪ ك أ٢ ، بينما يتحمل الخس الرومين ذو الأوراق الخضراء نسبة ك أ٢ تصل إلى ١٢٪ (Isenberg ١٩٧٩) .

هذا .. ويعطي المرجع الأخير (Isenberg ١٩٧٩) موضوع تخزين الخضر في الجو المعدل من وجهتي الأساسيات والتطبيقات على تفاصيل الخضر كل على حدة كما يعطي Morris وآخرون (١٩٧١) قائمة بجميع الدراسات التي أجريت في هذا المجال حتى عام ١٩٦٩ .

٣٤ - ٢ : تسويق وتصدير الخضر

يتوقف نجاح العملية التسويقية على ثلاثة عوامل هى تركيز الإنتاج فى منطقة معينة ، وحسن توزيعه على مختلف الأسواق ، ومراعاة التوازن بين العرض والطلب ، ويمكن التحكم فى حالة التوازن هذه بتخزين الفائض من الخضر فى ظروف تخزينية جيدة لحين تحسن الأسعار .

هذا .. ويقوم المنتج عادة بتصريف محصوله بإحدى الطرق التالية :

١ - بالبيع على جوانب الطرق الزراعية Road Sale Stand :

يمكن بعرض المنتجات للبيع على الطريق زيادة الأرباح بالحصول على مكسب تاجر الجملة وتاجر التجزئة ، لكن أسعار المعروضات يجب أن تقل عن مثيلاتها المباعة لدى تاجر التجزئة . ويجب أن يقع موقع البيع على طريق مزدحم بالمرور ، ويفضل أن يكون قرب ضواحى المدن ، مع وضع لافتة تنبه إلى مكان البيع قبله بمسافة كافية . كما يجب تنويع المنتجات وعرضها بطريقة ملفتة للأنظار .

٢ - البيع لتجار التجزئة ، سواء منهم المتجولون أم الثابتون (الفليون) .

٣ - البيع لتجار الجملة .

٤ - البيع بالمزاد العلنى .

٥ - البيع عن طريق الجمعيات التعاونية .

٦ - البيع لمصانع حفظ الأغذية .

٧ - التصدير للخارج .

هذا .. وتقام فى بعض الدول معارض للخضر يتسابق فيها المنتجون فى عرض منتجاتهم من الخضر المختلفة . ويفيد ذلك فى تعريف المستهلكين والتجار بمنتجاتهم (يراجع Topolski ١٩٦٦ بخصوص قواعد عرض الخضر فى المعارض ، وكيفية إجراء عملية التحكيم) .

٣٤ - ٢ - ١ : تصدير الخضر

تقل صادرات مصر من الخضر المختلفة بصورة ملفتة للنظر إذا ما قورنت بما تصدره الدول المنافسة التى قد لا يكون لها ما لمصر من ميزات طبيعية مناسبة ، ولكن هذه الدول اهتمت اهتمامًا واسعًا بعمليات إنتاج وتصدير الخضر على نطاق واسع . وتقوم بالتصدير إلى نفس الأسواق التى تحاول التصدير إليها . من هذه الدول : إيطاليا ، وهولندا ، وأسبانيا ، وجزر الكناري .

مشاكل تصدير الخضروات

تتلخص أهم المشاكل الإنتاجية التى تؤدى إلى انخفاض كميات الخضر الصالحة للتصدير ، وبالتالى انخفاض الكميات المصدرة فيما يلى :

١ - عدم توفر أصناف الخضر المرغوبة فى الأسواق الخارجية ، حيث لا تزرع فى مصر سوى

الأصناف التي يطلبها السوق المحلي ، وغالبًا ما تختلف المواصفات المطلوبة في الأسواق المحلية عن تلك المطلوبة في الأسواق الخارجية .

٢ – عدم إقبال المزارعين على إنتاج الأصناف المطلوبة للتصدير – حتى ولو توفرت هذه الأصناف – إلا بعد التعاقد مقدمًا مع الهيئات المصدرة للمحصول لصعوبة تصريفه أحيانًا في الأسواق المحلية . وفي الجانب الآخر ، فإن الهيئات المصدرة غالبًا ما تتردد في التعاقد مع المزارعين على كميات كبيرة ، نظرًا لعدم وجود سياسات واضحة ثابتة للإنتاج والتصدير .

٣ – عدم اهتمام المزارعين بإنتاج خضر التصدير في الأوقات المناسبة للتصدير ، بل يكون اهتمامهم الأول بزراعة الخضر في المواعيد التي تناسب أقصى إنتاج ، وغالبًا ما تكون هذه المواعيد غير مناسبة للتصدير .

٤ – تفتت زراعات الخضر في مساحات صغيرة متباعدة ، مما يصعب الإشراف الفني على العمليات الزراعية ، كما يصعب تجميع المحصول لفرزه وتعبئته ، ويزيد ذلك من تكاليف الإنتاج للتصدير ، بالمقارنة بالدول المنافسة .

٥ – عدم إلمام المزارعين بالطرق المناسبة لجمع المحصول للتصدير ، مما يؤدي إلى رفض جزء كبير من المحصول لعدم صلاحيته للتصدير .

٦ – ارتفاع تكلفة إنتاج الخضر للتصدير عمليًا بالنسبة للأسعار السائدة عالميًا . ويحدث ذلك بالرغم من ارتفاع تكلفة الأيدي العاملة في الدول المنافسة عما هي في مصر ، ولكن تكلفة الإنتاج الكلية تقل في هذه الدول ، عنها في مصر بسبب ميكنة معظم العمليات الزراعية ، والعناية التامة بزراعة ورعاية المحصول ؛ مما يؤدي إلى زيادة المحصول ، وكذلك اتباع الأسلوب التعاوني في الإنتاج والتسويق ، مع إجراء عمليات الفرز والتعبئة في مناطق الإنتاج . وتعتبر هذه النقطة من أهم مشاكل تصدير الخضر في مصر .

٧ – صعوبة التعاقد مسبقًا مع المستوردين نتيجة لقلة الكميات المنتجة من معظم الخضر للتصدير ، وبالتالي عدم إمكان وضع سياسة ثابتة للتصدير . وقد أدى ذلك إلى عدم إمكان الاستجابة دائمًا لطلبات السوق الخارجية ، مع فقد ثقة العملاء في قدرتنا على مدهم بطلباتهم من خضر التصدير .

٨ – أدى عدم وجود سياسة ثابتة للتصدير وقلة الكميات المصدرة إلى عدم إمكان تطبيق نظام البيع بالأمانة الذي يتبع في بيع المحاصيل السريعة التلف ، مثل الخضر ، حيث يباع المحصول بالمزاد في الأسواق التي يصل إليها بالسعر السائد في ذلك الوقت حسب حالة السوق ، دون التقيد بسعر مسبق . ويتطلب تطبيق هذا النظام وجود مندوبين دائمين للهيئات المصدرة بالأسواق المصدر إليها ، ولكن ذلك لا يتأتى إلا عند وجود سياسة ثابتة للتصدير ، مع استمرار التصدير سنويًا لنفس الأسواق بمعدلات عالية (عز الدين ١٩٧٤) .

الشروط اللازم توافرها لنجاح العملية التصديرية

بناء على ما تقدم .. فإنه يلزم توفر عدد من الشروط التي تغطي مختلف جوانب العملية

التصديرية ، حتى يمكن التوسع فى تصدير الخضروات ، وهى كما يلى :

١ – الشروط المتعلقة بالجوانب الإنتاجية :

تجب مراعاة ما يلى :

(أ) زراعة الأصناف التى تطلبها الأسواق الأجنبية . ويشترط لنجاح زراعتها وتصديرها أن تكون ذات محصول مرتفع تحت الظروف المصرية ، وأن تتحمل الشحن ، وأن تكون ذات مواصفات تخزينية جيدة .

(ب) توحيد الأصناف المصدرة ، حتى تتعود عليها الأسواق الأجنبية .

(جـ) تركيز المساحات المزروعة للتصدير لتسهيل عمليات الإنتاج والتعبئة والشحن .

(د) زراعة خضر التصدير فى المواعيد المناسبة للتصدير ، حتى تعطى المحصول فى وقت تقل فيه المنافسة الأجنبية . فمثلاً يصدر البصل المصرى خلال مارس وأبريل ومايو لعدم نضج البصل الإسبانى – وهو أول بصل أوروبى – قبل آخر شهر مايو .

(هـ) الاهتمام بحصاد محصول التصدير قبل تمام نضجه حتى يتحمل عملية الشحن . ويتوقف طور النضج المناسب للحصاد على بعد السوق المصدر إليها .

٢ – الشروط المتعلقة بجوانب الإعداد والتجهيز :

(أ) تلزم إقامة بيوت التعبئة فى مناطق إنتاج خضر التصدير .

(ب) تجب العناية بفرز خضر التصدير وتوحيد مواصفاتها القياسية .

(جـ) تجب العناية بالعبوات ومظهرها ، ومحاولة صناعة عبوات رخيصة الثمن تتوافر خاماتها محليًا ، مع التوقف التام عن التعبئة فى أقفاص الجريد .

(د) الاهتمام بإجراء العمليات التالية للحصاد التى تساعد على احتفاظ الخضر بجودتها ، كمعالجة درنات البطاطس وأبصال البصل .

(هـ) إنشاء المخازن المبردة لإجراء عملية التبريد الأول ، وحفظ الخضر لحين تصديرها .

٣ – الشروط المتعلقة بعملية الشحن :

(أ) يجب أن يكون النقل الداخلى على صورة أفضل ، سواء أكان بالسكك الحديدية ، أم بعربات نقل الخضر .

(ب) يجب أن تتوفر الثلاجات فى أرصفة الشحن لتستخدم فى التبريد الأول ، أو كمخازن تدفئة .

(جـ) تحتاج عملية الشحن البرى والجوى إلى تنظيم أدق .

(د) ضرورة توفير أسطول نقل بحرى مع إعداد البواخر بوسائل الحفظ المناسبة .

٤ - العوامل الخاصة بالأسواق الخارجية :

(أ) يجب ألا يسمح بالاشتغال فى التصدير إلا لمن يتمتع بسمعة تجارية حسنة ، ومن يستمر فى الوفاء بالتزاماته وعقوده .

(ب) ضرورة متابعة رسائل الخضر المصدرة بعد وصولها للأسواق الخارجية ، ومحاولة وضع سياسة ثابتة لحل المشاكل أولاً بأول .

(جـ) يلزم عمل الدعاية اللازمة للمنتجات المصرية بالأسواق الأجنبية (مرسي وآخرون ١٩٦٠) .

خضروات التصدير الرئيسية

يشتمل جدول (٣٤ - ٤) على خضروات التصدير الرئيسية ، مع بيان موسم التصدير ، والأصناف والمواصفات المرغوبة فى كل محصول .

جدول (٣٤ - ٤) : مواسم التصدير والأصناف والمواصفات المرغوبة فى خضر التصدير الرئيسية (عن استينو وآخرين ١٩٦٣) .

المحصول	الأصناف والمواصفات المرغوبة	موسم التصدير
البطاطس	كنج إدوارد ، خاصة من محصول الدرنات غير التامة النضج	فبراير حتى منتصف مايو
البصل	جيزة ٦ محسن	مارس حتى مايو
الطماطم	مارمند والصغيرة الحجم ، مثل ميني ميكر	أكتوبر حتى فبراير
البسلة	المجعدة ، مثل لنكولن وتل مارفل	مطلوبة من أكتوبر حتى مارس وتصدر من يناير حتى مارس
الفاصوليا	سيمنول وجيزة ٣	مطلوبة من أكتوبر حتى مارس
الفول الرومى	ساكس	فبراير ومارس
الخرشوف	القرمزى اللون المتوسط الحجم	
الباذنجان	البلدى القرمزى بطول ١٥ - ١٧ سم	
الكوسة	الاسكندراني بطول ١٥ - ١٨ سم	
الكرنب	الصغيرة الحجم	أكتوبر إلى فبراير
القنبيط	ستوبول	أكتوبر إلى فبراير
الخس	الدهنية الملمس	أكتوبر إلى أبريل
الكرفس		أكتوبر إلى أبريل
الفلفل	كاليفورنيا وندر	أكتوبر إلى أبريل
الثوم		أبريل ومايو

٣٤ - ٢ - ٢ : الشحن

تلزم المحافظة على صفات الجودة في محاصيل الخضر أثناء عملية الشحن بتوفير الظروف المناسبة لها من درجة حرارة ورطوبة نسبية ، مع مراعاة كافة العوامل التي سبق ذكرها عند مناقشة موضوع التخزين . فالمدة التي تمر بها الخضروات أثناء الشحن هي في واقع الأمر جزء من فترة التخزين التي تمر فيما بين الحصاد والتسويق .

هذا .. وتتعدد طرق شحن الخضروات فيما بين النقل البري بالشاحنات ، والسكك الحديدية ، والنقل البحري ، والنقل الجوي . ونظرًا لأن التطرق إلى الجوانب الفنية لعملية الشحن يخرج عن نطاق هذا الكتاب ، لذلك سنكتفي بذكر بعض المصادر التي تغطي عملية شحن الخضر بالطرق المختلفة وهي :

المؤلف	السنة	طريقة الشحن
Claypool وآخرون	١٩٥٨	بطريق الجو
Redit & Hamer	١٩٦١	بالسكك الحديدية
Andreson	١٩٦٢	بالسكك الحديدية
Kuenzli	١٩٦٢	بالشاحنات
Phillips	١٩٦٢	بالشاحنات
U.S. Dept. Agr.	١٩٧٠	بالشاحنات

٣٤ - ٣ : مصادر إضافية عن التداول والتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد

نعرض فيما يلي قائمة مختارة من بعض المراجع العامة التي تهم المشتغلين بتداول وتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد في محاصيل الخضر

المؤلف	السنة	الموضوع
مرسي وآخرون	١٩٦٠	محاصيل الخضر - عام وشامل
البوي وآخرون	١٩٧٠	المحاصيل البستانية - عام وشامل
Lutz & Hardenburg	١٩٦٨	التخزين
Hazrd & Salunkhe	١٩٧٥	الخضر والفاكهة : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد
Pantastico	١٩٧٥	الخضر والفاكهة الاستوائية وشبه الاستوائية : تداول وفسيولوجي

Kader وآخرون	١٩٨١	المحاصيل البستانية – عام وشامل
Wills وآخرون	١٩٨١	الخضر والفاكهة : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد

٣٤ - ٤ : المراجـــع

النبوى ، صلاح الدين محمود ، ويوسف أمين والى ، وأحمد فريد السهريجى ، وعادل سعد الدين عبد القادر ، وأحمد أحمد جويلى ، ويحى محمد حسن (١٩٧٠) الخاصلات البستانية : إعدادها وإنضاجها وتخزينها وتصديرها . دار المعارف - القاهرة - ١٠٩٦ صفحة .

عبد القادر ، عادل (١٩٨٦) . مشاكل ما بعد الحصاد ، ومواجهة ارتفاع نسبة الفاقد فى المحاصيل البستانية . الزراعة والتنمية فى الوطن العربى . العدد الثالث والرابع - السنة الخامسة - صفحات ٣٨ - ٤٤ .

عدل الدين ، محمود (١٩٧٤) . الإنجازات والمشاكل فى إنتاج الخضر للتصدير بجمهورية مصر العربية . سمنار بقسم الإنتاج النباتى (فرع الخضر) - كلية الزراعة - جامعة القاهرة فى ١٠/٤/١٩٧٤ .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثانى : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع ، وحسين على توفيق (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الرابع : جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٦٣٢ صفحة .

Anderson, G.E. 1962. Railway refrigerator cars. In 'ASHRAE Guide and Data Book'; pp. 585-596. Amer. Soc. of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers.

Claypool, L.L., L.L. Morris, W.T. Pentzer and W.R. Barger. 1958. Air transportation of fruits, vegetables and cut flowers: temperature and humidity requirements and perishable nature. U.S. Dept. Agr. Marketing Service-280. 27p.

Grierson, W. and W.F. Wardowski. 1975. Humidity in Horticulture. HortScience 10: 356-360.

Haard, N. and D.K. Salunkhe (Eds). 1975. Post harvest biology and handling of fruits and vegetables. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 193p.

Halfacre, R.G. and J.A. Barden. 1979. Horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 722p.

Isenberg, F.M.R. 1979. Controlled atmosphere storage of vegetables. Hort.Rev. 1: 337-394.

Koerdt, D.W. 1962. The cold-wall trailer maintaining frozen food below zero. U.S. Dept. Agr., Market Res. Rep. No. 540. 35p.

Lutz, J.M. and R.E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook 66. 94p.

Mitchell, F.G., R. Guillou and R.A. Parsons. 1972. Commercial cooling of fruits and vegetables. Univ. of Calif., Div. Agr. Sci., Calif. Agr. Exp. Sta., Ext. Serv., Manual 43. 44p.

Morris, L.L., L.L. Claypool and D.P. Murr. 1971. Modified atmospheres: an indexed reference list through 1969, with emphasis on horticultural commodities. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. 115p.

Pantastico, Er. B. (Ed.). 1975. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 560p.

Phillips, C.W. 1962. Trucks and Trailers. In 'ASHRAE Guide and Data Book 1962'; pp. 569-584. Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Redit, W.H. and A.A. Hamer. 1961. Protection of rail shipments of fruits and vegetables. U.S. Dept.

Agr., Agr. Handbook 195. 108p.

Smith, O. 1968. Potatoes: production, storing, processing. The Avi Pub. Co., Inc. Westport. Conn. 642p.

Topoleski, L.D. 1966. Exhibiting vegetable crops. Cornell Univ., 4-H Leader's Guide L-10-7. 11p.

U.S. Department of Agriculture. 1970. Protecting perishable foods during transport by motor truck. Agr. Handbook No. 105. 141p.

Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 163p.

الملحقـــــات

م ١ – التحضيرات التجارية لمنظمات النمو المستخدمة فى المجال الزراعى

(عن Stommel ١٩٧٨)

المادة الفعالة	التحضير التجارى	الشركة المنتجة
Gibberellic Acid	Pro-Gibb 47	Abbott Laboratories
Gibberellic Acid	Gibberellic Acid pro-Gibb	
Gibberellic Acid	2% Liquid Concentrate pro-Gibb	
Gibberellic Acid	3. 91% Liquid Concentrate Pro- Gibb	
Gibberellic Acid	Pro-Gibb Plus	
1-Naphthaleneacetic Acid	NAA	Aceto Chemical Co. Inc.
Diethanolamine Salt of N-(4-methy-3-)(Triflouro methyl) Sulfonyl (Amino) Phenyl Acetamide	Sustar 2-S Plant Growth Regulator	Agrichemicals, 3 M Co.
1-Naphthaleneacetamide	Rootone 10	Amchem products Inc.
1-Naphthaleneacetamide Acid	Transplantone/ Makes Roots Grow	
1-Naphthaleneacctamidc	Amid-Thin W	
1-Naphthalenecacetic Acid, Sodium Salt	Fruitone-N	
1-Naphthaleneacetic Acid,	NAA-800	
1-Naphthaleneacetic Acid	Rootone	
Gibberellic Acid	Gibberellic	
1-Naphthaleneacctic Acid Ethyl Ester	Tre-Hold	
1-Naphthaleneacetic Acid Ethyl Ester	Tre-Hold Spray Paint	
Ethephon	Florel Plant Growth Regulator	
Ethephon	Ethrel Plant Regulator	
Ethephon	Ethrel Plant Growth Regulator	
Naphthaleneacetic Acid Ethyl Ester	Emulsifiable Sprout Inhibitor	
(2-Chloroethyl)Trimethyl Ammonium Chloride	Cycocel (Plant Growth Regulant)	American Cyanamid Co.
1-Naphthaleneacetic Acid, Ammonium Salt	Alco Olive Stop	Amvac Chemical Corp.
1-Naphthaleneacetic Acid, Ammonium Salt	Fruit Fix Concentrate 200	
1-Naphthaleneacetic Acid, Ammonium Salt	Fruit Fix Super Concentrate 800	

المادة الفعالة	التحضير التجاري	الشركة المنتجة
2,4-D, Isopropyl Ester	Alco Citrus Fix	
p-chlorophenoxyacetic Acid, Diethanolamine Salt	Alco Tomato Fix Concentrate	
p-chlorophenoxyacetic Acid, Diethanolamine Salt	Alco Tomato Hold	
Naphthaleneacetic Acid,	Alco Vitamin B1 Hormone Concentrate	
1,2- Dihydro- 3,6- Pyridazinedione, Diethanolamine salt	Retard Liquid Growth Retardant	Amrol company
1,2- Dihydro- 3,6- Pyridazinedione, Diethanolamine Salt	Sprout- Stop Liquid Growth Retardant	
1- Naphthaleneacetic Acid	Vitabee	ARA Chem, Inc.
2- Naphthoxyacetic Acid	Black Leaf Tomato Fruit Set Spray	Black Leaf Products Co.
1- Indole -3- Butyric Acid	Hormex Rooting Powder No. 1	Brooker Chemical
3- Indole -3- Butyric Acid	Hormex Rooting Powder No. 3	
8- Indole -3- Butyric Acid	Hormex Rooting Powder No. 8	
16- Indole -3- Butyric Acid	Hormex Rooting Powder No. 16	
30- Indole -3- Butyric Acid	Hormex Rooting Powder No. 30	
45- Indole -3- Butyric Acid	HOrmex Rooting Powder No. 45	
Indole -3- Butyric Acid	Hormex Vitamin Hormone Concentrate	
Indole -3- Butyric Acid	Indole- 3- Butric Acid	
1- Naphthaleneacetic Acid	California Liquid New Super Vitamin B1 With Alpha-Naphthaleneacetic Acid	California Liquid Fertilizer CO.
1- Naphthaleneacetic Acid	California Liquid Olive Control	
Maleic Hydrazide, Diethanolamine salt	Chek- Turf	Certified Labs Division, USA Chem. Inc.
P - chlorophenoxyacetic Acid	Chaces Tomato Blossom Spray	Chaces Chemical Corp.
1- Naphthaleneacetic Acid, Potassium Salt	Ortho Kling- Tite 800 Spray	Chevron Chemical Company Ortho Division
Indole -3- Butyric Acid	Ortho Up- Start Root Stimulator 5 - 15 - 5	
1- Naphthaleneacetic Acid	Ortho Vitamin B1 Up- Start Plant Starter 3 - 10 - 3	
2- Naphthaleneacetic Acid	Ortho Tomato Blossom- Fruit Set	
2- Naphthaleneacetic Acid	Cooke Tomato- plus	Cooke Laboratory Products
Gibberellic Acid	Gibberellin 2%	Custom Chemicides Inc.
Naphthaleneacetic Acid,	Dexol Vitasol	Dexol Industries
Naphthaleneacetic Acid,	Dexol Tender Leaf Plant Starter	
2- Naphthoxyacetic Acid,	Dexol Tomato Life	
Maleic Hydrazide, Diethanolamine salt	Gro- Less	Discount specialty Chemicals
Gibberellins	Gib- Tabs	Elanco Products Co., Division of Eli Lilly CO.
Gibberellins	Gib- Sol	
Azaynaftol	A- Rest	
Maleic Hydrazide, Diethanolamine salt	De- Sprout	Fairmount Chemical CO., Inc.
Maleic Hydrazide, Diethanolamine salt	De- Cut	

المادة الفعالة	التحضير التجاري	الشركة المنتجة
Naphthaleneacetic, ammonium Salt	Niagara Liqui - Stik Concentrate	FMC Corp., Agricultural Chemicals Division
Naphthaleneacetic Acid, Ammonium Salt	Liqui - Stik Concentrate	
2,4 - D, Isopropyl Ester	Fruitgard 24	FMC Corp., Citrus Machinery Division
2 - Naphthoxyacetic Acid	Set N Size	Fox Henry D
Ethephon	Cepha Plant Regulator	GAF Corp.
1 - Naphthaleneacetic Acid	Germain's 1 - Naphthaleneacetic Acid Vitamin B1 Solution	Germain's Inc.
p - chlorophenoxyacetic Acid	Germain's Sure - Set for Tomatoes	
Hormodin	Green Light Root Stimulator and Starter Solution 5 - 20 - 10	Green Light Company
p - chlorophenoxyacetic Acid	Green Light Tomato Bloom Spray	
Gibberellins, Potassium Salt	Helena 2% Liquid Gib	Helena Chemical Company
Gibberellins	Helena Gibrel Powder	
2,4 - d, Isopropyl Ester	Hivol - 44	Leffingwell Chemical Co.
2 - Naphthoxyacetic Acid	Miller's Tomato Set	Lilly Co., The Chas. H.
Hormodin, Naphthaleneacetic Acid	Miller's Vita - Start	
Maleic Hydrazide, Diethanolamin Salt	Liquid Growth Retardant	Lion Industrial Chemical Corp.
Naphthaleneacetic Acid	Liquidox Start	Liquidox Company
Naphthaleneacetic Acid	Angel City Brand Chelated Vitamin B1	Los Angeles Seed Co. Inc.
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	Slow - It	Manick, Division of USA Chem., Inc.
Naphthaleneacetic Acid	49'er Gold Strike Vitamin B - 1 Plus Hormone Solution	Master Nurserymen's Association
Ethylene	Ethylene 95%	Matheson Gas Products Division of Will Ross Inc.
Hormodin	Hormodin 1	Merck & Co. Inc.
Hormodin	Hormodin 2	
Hormodin	Hormodin 3	
Gibberellins, Potassium Salt	0.5% Liquid Gibrel	
Gibberellins, Potassium Salt	2% Liquid Gibrel	
Gibberellins	Librel Powder	
Phosphon	Phosfon D	Mobil Chemical Co.
Phosphon	Phosfon Liquid	
Maleic Hydrazide, Diethanolamin Salt	National Chemsearch Gro - Yard	National Chemsearch Corp., Division of USAV Chem., Inc.
Maleic Hydrazide	Oxy Maleic Hydrazide Sprout Inhibitor	Occidental Chemical Co. (Houston)
Naphthaleneacetic Acid	Best Transplant Starter	Occidental Chemical Co., Division of Occidental petroleum
Naphthaleneacetic Acid	Vitamin B- 1 Transplant starter	
Naphthaleneacetic Acid, Ammonium Salt	Best Fruit Hold Super Concentrate 800	
Chloro - IPC	Sprout Nip Aerosol Grade	PPG Industries Inc.
Chloro IPC	Sprout Nip Emulsifiable Concentrate	

المادة الفعالة	التحضير التجارى	الشركة المنتجة
Chloro - IPC	Decco Food Grade Potato Wax Concentrate Wt - 14 With Sprout Inhibitor	Peawalt Corp., Agchem Division
Methyl Ester of Fatty Acids	Off - shoot - o	proctor & Gamble co.
Naphthaleneacetic Acid	Nurseryman's Vitamin B - 1 with Growth promoting Hormone	Retail Nurseries Co - op, Inc.
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	Short - Stuff	Rockfort Industries
2 - Naphthoxyacetic Acid	No - Seed Blossom Set	Science products co. Inc.
2 - Naphthoxyacetic Acid	No - Seed Blossom Set (Push Button Spray)	
Gibberellins, Potassium Salt	Wonder - Brel (Push Button Spray)	
Gibberellins, Potassium Salt	Wonder - Brel	
Gibberellins, Potassium Salt	Science Berry - Set	
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	Science Hedge Trim	
P - Chlorophenoxyacetic Acid	Sears Tomato Bloom spray	Sears Roebuck and Co.
Hormodin	Rootone	Shape products
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	Liquid Growth Retardant	Share Corp.
Gibberellins	Soilserv Gibberellin Concentrate	soilserv Inc.
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	Regulate	sungro chemicals, Inc.
Naphthaleneacetic Acid	Vigoro Vitamin B 1 Puls Alpha-Naphthaleneacete Acid	Swift Chemical Co.
Naphthaleneacetic Acid	K- Mart Vitamin B 1 Plus	
Ethylene	Linde Ethylene	Union Carbide Corp., Linde Division
Ethylene	Linde Banana Gas - 32	
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	MH-30	Uniroyal Chemical Div., Uniroyal Inc.
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	Slo-Gro	
Succinic Acid-2,2- Dimethyl Hydrazide	B-Nine	
Succinic Acid-2,2-Dimethyl Hydrazide	Alar-85	
Maleic Hydrazide, Diethanolamine Salt	Royal Slo- Gro	
Succinic Acid-2,2- Dimethyl Hydrazide	B-Nine Sp	
Chlorflurenol, Methyl Ester	20 Mule Team Maintain CF 125	United States Borax & Chemical Corporation
Chlorflurenol, Methyl Ester	20 Mule Team Maintain A	
Naphthaleneacetic Acid	Lightning Vitamin Bl and Hormone (With chelated Iron and Phosphate)	World Spray Company Inc.

Stommel, T. 1978. Growth regulator compounds currently registered for use in California. *In* univ. of Calif., Div. of Agr. Sci., « Plant Growth Regulators: Study Guide for Agricultural Pest Control Advisors », pp. 5-9. Priced publication 4047.

م ٢ – عدد بذور الخضر فى الجرام

المحصول	عدد البذور فى الجرام
الفلفل	٢٥
الفاصوليا	٣,٥
الفاصوليا الليما	٢,٥ ـ ٠,٧
البنجر	٥٧
البروكولى	٣٢١
الكرنب بروكس	٣٠٤
الكرنب	٣٠٤
الكارفون	٢٣
الجزر	٨٢١
القنبيط	٣٥٧
السيلرى	٢٥٠٠
الكرفس	٢٥٠٠
السلق السويسرى	٤٣
الشيكوريا	٩٢٩
الكرنب الصينى	٣٤٠
الكولارد	٢٨٦
الذرة السكرية	٧,٢ ـ ٣,٦
أذرة السلاطة	٢٦٤
الدوليا	٤,٥
الخيار	٣٦
الغندلون	١٢٥٠
الباذنجان	٢١٤
الغندباء	٩٢٩
الفيزكيا	١٦١
الكيل	٣٥٧
الكرنب ابو ركبة	٢٨٦
الخس	٨٩٣
القاوون	٤٣
المسترد	٥٣٦
السانخ النيوزيلاندى	١٢,٥
الباميه	١٨
البصل	٣٤٠
البقدونس	٦٤٣
الجزر الأبيض	٤٢٩
البسلة	٣,٦ ـ ١,٨
الفلفل	١٦١
الفرع العسل	٤
الفجل	٧١
الروزيل	٣٤
الروتاباجا	٤٢٩
السلسفيل	٦٤
الحميض	١٠٧١
السانخ	١٠٠
فرع الكومة	١٠,٨
الطماطم	٣٩٣
اللفت	٤٦٤
البطيخ	١٠,٧ ـ ٨
الفول الرومى	١,٨ ـ ٠,٧
حب الرشاد	٤٩٢
الكرسون المائى	٥٣٥٧
الخرنكش	١٢٥٠
الكرات ابو شوشة	٣٩٣

المصادر :

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard, 1980 (2 ed ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley - Interscience, N.Y. 390 p.

United States Department of Agriculture. 1961. Seeds. U.S.D.A. Yearbook of Agriculture. Wash., D.C. 591 p.

م ٣ – أسماء الخضر العربية (الفصحى والدارجة) وبعض اللغات الأجنبية الأخرى .

الاسم العربي	الاسم الألماني	الاسم الفرنسي	الاسم الانجليزي
فول عريض - فول رومي - باقلاء - فول	Puffbohne	Fève	Broad Bean
فول صغير - فول بلدي	Buschbohne	Haricot nain	Dwarf Bean
لوبيا رفيعة - فاصوليا مدادة	Feuerbohne	Haricot d'Espagne	Runner Bean
شمندر (بنجر) - شوندر	Rote Rübe	Betterave potagère	Beetroot
قنبيط بروكولي - بروكولي	Brokkoli	Brocoli	Broccoli
كرنب بروكسل - كرنب بروكسل	Rosenkohl	Choux de Bruxelles	Brussels Sprout
كرنب أبيض - كرنب - ملفوف - غلة	Weisskohl	Chou blanc	White Cabbage
كرنب السافوا - كرنب مجعد الأوراق	Wirsingkohl	Chou de Milan	Savoy Cabbage
كرنب صيني	Chinakohl	Pe-tsai	Chinese Cabbage
جزر	Möhre	Carotte	Carrot
قنبيط - زهرة	Blumenkohl	Chou-fleur	Cauliflower
كرفس	Bleichsellerie	Céleri	Celery
هندباء برية - شيكوريا	Chicoree	Chicorée Endive	Chicory
خيار - خيار الماء	Gurke	Concombre	Cucumber
باذنجان	Eierfrucht	Aubergine	Egg Plant
فجل ياباني	Rettich	Radis du japon	Japanese Radish
كراث - بقل	Porree	Poireau	Leek
خس على هيئة الكرنب	Kopfsalat	Laitue Pommée	Lettuce Cabbage variety
خس طويل الأوراق - خس رومين	Bindesalat	Laitue Romaine	Lettuce Cos Variety
شمام - بطيخ أصفر - بطيخ - قاورن	Melone	Melon	Melon
بامية	Okra	Gombo	Okra
بصل	Zwiebel	Oignon	Onion
بقدونس - معدنوس	Petersilie	Persil	Parsley
بازلاء - بسلة - برازيا	Schalerbse	Petit Pois	Pea
فلفل - فليفلة	Paprika	Poivron	Pepper
يقطين - قرع عسلي - القرع	Riesenkürbis	Potiron	Pumpkin
فجل - روبة	Radies	Radis	Radish
سبانخ	Spinat	Epinard	Spinach
ذرة حلوة - ذرة سكرية	Zuckermais	Maïs sucré	Sweetcorn
بندورة (طماطم) طماطة - قوطة	Tomate	Tomate	Tomato
لفت - شلغم	Mairübe	Navet	Turnip
كوسة - شجر	Garten / Speisekürbis	Courgette	Vegetable Marrow
بطيخ - جح - ركي - حب حب - تبش	Wassermelone	Pastèque	Water Melon
البطاطس - البطاطا - عل وإ	Kartoffel	Pomme de terre	Potato
القثاء - الطروح - قثوس - تعروزي			Snake Cucumber
البطاطا - البطاطا الحلوة - قندال			Sweet Potato
الفيولية - البنفسج			Florence Fennel
اللوبيا - لوبين			Cowpeas

شكل ٢٢ - ٨ : لوحات صفراء عليها مادة لزجة لاصقة وضعت في مواجهة وسائد التربد لجذب حشرة الذبابة البيضاء إليها ، والتخلص منها .

شكل ٢٢ - ١٥ : إصابة شديدة بفيروس تجعد أوراق الطماطم الأصفر

شكل ٢٩ - ٤ب : أعراض الإصابة بفيروس أصفرار الفلفل المعدى الشمام .

رقم الإيداع: 2559