الفصل السابع

أساسيات إنتاج الخضر فى البيوت المحمية

نلقى الضوء فى هذا الفصل على جوانب أساسيات إنتاج الخضر التى تتعلق بالزراعات المحمية ، ويمكن لمن يرغب فى الاطلاع على مزيدٍ من التفاصيل عن الأسس العامة لإنتاج الخضر الرجوع إلى كتابَىْ « أساسيات وفسيولوجيا الخضر » (١٩٩٧ أ) ، و « تكنولوجيا إنتاج الخضر » (١٩٩٧ ب) للمؤلف .

الاحتياجات البيئية

إن أهم ما تتميز به الزراعات المحمية هو إمكانية التحكم البيئى فيها ؛ بما يسمح بإنتاج الخضر فى غير مواسمها ، مع توفير أكثر الظروف ملاءمةً لنمو وتطور النباتات (موضوع الفصل الثالث) . ويبين جدول (٧ ـ ١) درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لمختلف مراحل النمو فى أهم محاصيل الزراعات المحمية .

عمليات إعداد الأرض للزراعة

تأمين نظامٍ جيدٍ للصرف

يلزم ـ بدايةً ـ تأمين نظام صرفٍ (بزل) جيدٍ للصوبات قبل استخدامها فى الزراعة . وفى معظم الدول العربية تقام البيوت المحمية على أراضٍ رمليةٍ عالية المسامية والنفاذية ، لا تحتاج إلى عمل نظامٍ خاصٍّ للصرف فيها . ولكن عندما تكون تربة البيوت المحمية ضعيفة النفاذية ، أو عندما يكون منسوب الماء الأرضى مرتفعًا ، فإنه من الضرورى توفير نظامٍ جيدٍ للصرف ، وأفضلها الصرف المغطى ، ولكن يمكن إنشاء مصارف مكشوفة بين الصوبات ضمن شبكة مصارف المزرعة .

جدول (٧ ـ ١) : درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لمختلف مراحل النمو فى أهم محاصيل الزراعات المحمية (عن وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٨٩) .

مرحلة النمو	الطماطم	الخيار	القاوون	الفلفل	الباذنجان	الفاصوليا
الفترة من زراعة البذرة إلى						
بداية الحصاد (يوم)	١١٠-١٢٠	٥٠-٦٠	١١٥-١٢٥	١١٠-١٢٠	١٠٠-١٢٠	٥٥-٦٥
مدة الحصاد (يوم)	١٢٠-١٥٠	١١٠-١٣٠	٥٥-٧٥	١٣٠-١٨٠	٧٠-١٣٠	٥٠-٧٠
الحرارة المناسبة لإنبات البذور (°م) :						
الهواء	١٨-٢٠	٢٥-٣٠	٢٢-٢٥	٢٢-٢٥	٢٢-٢٥	١٨-٢٠
التربة	٢٢-٢٥	٢٦-٣٠	٢٥-٢٧	٢٤-٣٠	٢٤-٣٠	٢٠-٢٢
الحرارة المناسبة للنمو الخضرى (°م) :						
الهواء ليلاً	١٢-١٥	١٨-٢٠	١٣-١٦	١٤-١٦	١٦-١٨	١٦-١٨
الهواء نهاراً	١٨-٢٢	١٥-٣٠	٢٥-٣٦	٢٣-٢٧	٢٣-٢٧	٢٠-٢٥
التربة	١٥-١٨	٢٠-٢٢	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠
الحرارة المناسبة للإزهار والعقد (°م) :						
الهواء ليلاً	١٤-١٦	١٦-١٨	١٦-١٨	١٦-١٨	١٦-١٨	١٦-١٨
الهواء نهاراً	٢٢-٢٨	٢٣-٣٠	٢٥-٣٠	٢٣-٢٧	٢٣-٢٧	٢٠-٢٥
التربة	١٦-٢٠	٢٠-٢٢	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠
الحرارة المنخفضة (°م) التى لا يتحملها المحصول لأكثر من ٦ ساعات	٤	٦	٥	٥	٥	٤
الحرارة الصغرى (°م) التى لا يتحملها المحصول لأكثر من ٥ أيام	٨	١٢	١١	١٠	١٠	٨
الرطوبة النسبية المناسبة (٪)	٦٠-٦٥	٧٥-٨٥	٥٠-٦٠	٦٠-٧٠	٦٠-٧٠	٦٠-٧٠

وفى مصر تعتمد ٨١ ٪ من الصوبات على الصرف الطبيعى ، بينما يعتمد نحو ٥ ٪ منها على طريقة الصرف المغطى ، و ٧ ٪ على مصارف خاصة مكشوفة ، و ٧ ٪ على المصارف العمومية (عن مشروع الزراعة المحمية ـ مركز البحوث الزراعية ـ وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٢) .

غسيل الأملاح من التربة

تتبع طريقة الرى بالتنقيط غالبًا فى الزراعات المحمية . وتؤدى هذه الطريقة إلى تراكم الأملاح على سطح التربة . وعلى الرغم من أن تراكم الأملاح يكون بعيدًا عن منطقة نمو الجذور ـ طالما أن النقاطات تعمل بانتظام ـ 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 بكمياتٍ كبيرةٍ من الماء قبل الزراعة ؛ لإذابة الأملاح وإزاحتها عميقًا فى التربة، ويتطلب ذلك ـ بطبيعة الحال ـ توفر صرفٍ جيدٍ ، وأن تكون التربة عالية النفاذية .

يمكن إضافة المياه اللازمة لغسيل التربة عن طريق شبكة الرى بالتنقيط . وعلى الرغم من كفاءة هذه الطريقة فى إزاحة الأملاح بعيدًا عن الجذور . . إلا أن جزءًا كبيرًا منها لا يغسل عميقًا فى التربة ، وإنما يبقى على سطح التربة ـ أو قريبًا من سطح التربة ـ بين خطوط الرى بالتنقيط ؛ ولذا . . يلزم عند إجراء الغسيل بهذه الطريقة أن تكون خطوط التنقيط فى مواقعها المحددة لها على خطوط الزراعة، التى تتم إقامتها بعد ذلك .

ويعد الرى بالرش أفضل وسيلةٍ لإضافة المياه اللازمة لغسيل التربة ؛ حيث لا يلزم معها إعداد التربة إعدادًا خاصا ، كما أنها لا تؤدى إلى انجراف التربة ، ولكن الزراعات المحمية لا تروى بطريقة الرش ، ولا تكون البيوت المحمية مزودةً ـ عادةً ـ بشبكة للرى بالرش .

وغالبًا . . تتم إضافة المياه اللازمة لغسيل التربة بطريقة الغمر إما بعد تقسيم الصوبة إلى أحواضٍ مساحتها ٢ × ٢م أو ٣ × ٣م (شكل ٧ ـ ١ ، يوجد فى آخر الكتاب) ، وإما بعد إقامة خطوطٍ عميقةٍ تتسع لكميات المياه المقرر إضافتها .

تروى الأرض ريا غزيرًا ثلاث ريات متتالية ، وتتوقف كمية المياه المضافة والمدة بين الريات على طبيعة التربة ؛ حيث تقدر بنحو ٠,١ م^3 / متر مربع من مساحة الصوبة كل ٤ أيام فى الأراضى الثقيلة ، و ٠,٠٧ م^3 / متر مربع من مساحة الصوبة كل يومين فى الأراضى المتوسطة القوام ، و٠,٠٣ م^3 / متر مربع من مساحة الصوبة يوميا فى الأراضى الخفيفة القوام ؛ ويعنى ذلك أن كل ١٠٠ م^2 من مساحة الصوبة تحتاج إلى كمية إجمالية من ماء الغسيل (موزعة على ٣ ريات) تقدر بنحو ٣٠ م^3 فى الأراضى الثقيلة ، و٢١ م^3 فى الأراضى المتوسطة القوام ، و ٩ م^3 فى الأراضى الخفيفة القوام (عن البلتاجى وآخرين ١٩٩١) .

ويفضل إضافة الجبس الزراعى إلى التربة القلوية قبل الرية الأولى (مع خلطة بالطبقة السطحية من التربة) بمعدل ٢٠ كجم / ١٠٠ م^2 من مساحة الصوبة ؛ وذلك بهدف خفض pH التربة.

ويراعى ـ بعد إجراء عملية الغسيل ـ عدم زيادة تركيز الأملاح فى التربة عن ٢,٥ ملليموز / سم عند ٢٥م فى حالة زراعة الخيار والمحاصيل الحساسة الأخرى ؛ كالفراولة ، والشمام ، والقاوون ، والفاصوليا ، وألا تزيد على ٤,٥ ملليموز / سم فى حالة زراعة المحاصيل المتوسطة الحساسية للملوحة ؛ مثل : الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان .

الحراثة

لا تتطلب الأراضى الرملية ـ عادةً ـ أكثر من خربشة التربة سطحيا ، ولكن الأراضى الثقيلة تتطلب حرثًا عميقًا . وقد تستعمل المحاريث القلابة ، كما قد تستعمل محاريث تحت سطح التربة . وفى الحالة الأخيرة فإن الحراثة تتم قبل إقامة الصوبات .

وبعد الحراثة يسوى سطح التربة ، كما تُكسّر كتل التربة (القلاقيل) فى الأراضى الثقيلة ؛ لتصبح مهدًا صالحًا للزراعة .

تعقيم التربة

يعتبر تعقيم التربة من العمليات الزراعية الأساسية فى الزراعات المحمية ؛ نظرًا

لأن تكرار زراعة الأرض بمحصولٍ معينٍ على فتراتٍ متقاربةٍ يؤدى إلى تكاثر مسببات الأمراض فيها ؛ مثل : النيماتودا ، وفطريات الذبول ، وأعفان الجذور . ويجرى التعقيم ـ عادةً ـ بعد الحرث ، وقبل إقامة خطوط الزراعة . وقد تناولنا موضوع تعقيم التربة ومخاليط الزراعة ـ بالتفصيل ـ فى كتاب « الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر » (حسن ١٩٩٨) ، وفيه يجد القارئ كل ما يتعلق بهذه العملية .

يعد التعقيم الحرارى (بالبخار) أقدم طريقةٍ للتعقيم ، وهى لا تطبق ـ عادةً ـ إلا فى المناطق الباردة التى تُدفأ فيها البيوت المحمية بالبخار ، والتى تتوفر فيها مراحل البخار المستعملة فى التدفئة . وقد تلت هذه الطريقة فى التطبيق التعقيم بالمبيدات (وخاصة بالمبخرات Fumigants) . وعلى الرغم من الكفاءة العالية لعملية التعقيم الكيميائى إلا أنها باهظة التكاليف ، وأصبحت تُوَاجه بمعارضةٍ شديدةٍ فى كثيرٍ من الدول ؛ بسبب تأثيرها الضار على البيئة ، وخاصة تلويثها للمياه الجوفية . أما أحدث طرق التعقيم ظهوراً فهى التعقيم بالإشعاع الشمسى ، وهى أقل الطرق تكلفةً . وبالإضافة إلى كفاءتها العالية فى التخلص من عديدٍ من مسببات الأمراض والحشائش . . فإنها تُحفز نمو أنواعٍ بكتيريةٍ مفيدةٍ للنباتات تتواجد فى التربة وتعيش بالقرب من جذورها . وقد أسهبنا فى شرح هذه الطريقة ومزاياها فى الكتاب المشار إليه أعلاه .

وعلى الرغم من أهمية تعقيم الصوبات ، فإن قرابة نصف الصوبات (٤٨ ٪) فى مصر لا تُعقم ، بينما يعقم نحو ثلثها (٣٣ ٪) كيميائيا ، ويُعتَمد على التعقيم بالإشعاع الشمسى فى باقى الصوبات (حوالى ١٩ ٪) (عن مشروع الزراعة المحمية ـ مركز البحوث الزراعية ـ وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٢) . ومن المتوقع أن يشهد التعقيم بالإشعاع الشمسى إقبالاً متزايداً فى السنوات القادمة .

ونظراً لارتفاع تكلفة التعقيم الكيميائى . . يلجأ كثير من المنتجين إلى تغيير مواقع الصوبات إلى أرضٍ جديدةٍ ، وهذا إجراء اقتصادى سليم فى حالة الأنفاق البلاستيكية الاقتصادية التى يكون من السهل فكها وإعادة إقامتها .

كذلك يلجأ بعض المنتجين ـ خاصة فى المناطق الصحراوية ـ إلى استبدال تربة جديدة بنحو ١٠ ـ ١٥ سم من التربة السطحية للصوبات ؛ وذلك إجراء مكلف ، ولا يعطى ـ غالبًا ـ النتائج المرجوة منه ؛ بسبب سرعة انتشار الجذور فى الطبقات تحت السطحية ، التى تكون ملوثة بمسببات الأمراض .

وتعد الزراعة على أصول مقاومة للأمراض أفضل بديل لعملية تعقيم التربة . وتنتشر هذه الطريقة على نطاق واسع للغاية فى بعض دول العالم ؛ خاصةً فى اليابان وكوريا الجنوبية ، ونتناولها بالشرح فى موضع لاحق من هذا الفصل .

إقامة المصاطب

يُستدل من عديد من الدراسات والممارسات الفعلية على أن الزراعة على مصاطب مرتفعة أفضل كثيرًا من مدّ خطوط الزراعة على أرض مستوية . ويرجع ذلك إلى أن المصاطب تزداد فيها فرصة تهوية التربة ، وينصرف الماء الزائد عنها ـ بما يحمله من أملاح ذائبة ـ إلى قنوات المصاطب ، كما تدفأ تربة المصاطب بسرعة أكبر من تربة الأرض المنبسطة (بسبب زيادة المساحة المعرضة للإشعاع الشمسى فى حالة المصاطب) ، وهو أمر له أهميته خلال فترة انخفاض درجة الحرارة شتاءً ؛ أى خلال موسم الزراعات المحمية .

تقام المصاطب عندما تكون التربة مستحرثةً ؛ أى بعد أن تغمر بالماء ثم تترك إلى أن يصبح بها ٥٠ ٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية . ويتم ذلك بفج قنوات عميقة ـ بطول الصوبة ـ فى منتصف المواقع المفترضة للمصاطب ، وتلك القنوات هى التى تنثر فيها الأسمدة الكيميائية والعضوية السابقة للزراعة (يراجع لأجل ذلك موضوع التسميد فى موضع لاحق من هذا الفصل) . ويلى ذلك فج قنوات أخرى عميقة فى منتصف المسافة بين القنوات السابقة ، ثم الترديم جيدًا على القنوات السابقة ؛ لتصبح مصاطب مرتفعةً ، مع تعميق القنوات الجديدة (التى تكون بين المصاطب) بحيث يعلو سطح المصاطب ـ التى تمت إقامتها ـ عن قاع القنوات التى تفصل بينها بنحو ٣٠ ـ ٣٥ سم .

وتتم عملية فج القنوات ـ عادةً ـ باستعمال المحاريث ، ولكنها يمكن أن تجرى يدويا ، أما عملية الترديم التى تجرى لإقامة المصاطب فإنها تتم ـ غالبًا ـ يدويا .

وتتوفر آلات لإقامة المصاطب مباشرةً ، ولكن ذلك يصعب تطبيقه فى بيوت الأنفاق البلاستيكية ، ويقتصر ـ غالبًا ـ على البيوت المحمية الكبيرة التى يمكن مرور الآليات فيها بسهولة ، كما يستلزم اتباع هذه الطريقة نثر الأسمدة الكيميائية والعضوية وخلطها بالطبقة السطحية من التربة قبل الزراعة . وعملية النثر هذه لا تحقق أقصى استفادة ممكنة من الأسمدة المضافة كما يحدث عند إضافة الأسمدة فى باطن المصاطب ؛ أى تحت خطوط الزراعة مباشرةً .

وعادة . . تكون المسافة بين منتصف المصاطب المتجاورة حوالى ١٥٠ سم ، ولكن سطح المصطبة ذاتها يكون بعرض حوالى ١٠٠ سم ، بينما تكون القنوات بينها بعرض ٥٠ سم . وتتم بهذه الطريقة ـ عادةً ـ إقامة خمس مصاطب طولية فى كل نفق بلاستيكى بعرض ٨,٥ م . وتترك بين جانب الصوبة وحافة المصطبة الأولى مسافة ٧٥ سم ، كما تترك مسافة مماثلة بين جانب الصوبة المقابل وحافة المصطبة الأخيرة .

وتُعدَّل هذه الأرقام فى الأنفاق التى يبلغ عرضها ٩ أمتار ؛ بحيث تصبح القنوات الفاصلة بين المصاطب بعرض ٦٠ سم ، مع زيادة المسافة بين كلٍّ من جانبى الصوبة الطوليين وحافة المصطبة المقابلة له بمقدار خمسة سنتيمترات ؛ ليصبح ٨٠ سم .

ويمكن تلخيص ذلك فى نوعى الأنفاق كما يلى :

الخاصية	أنفاق بعرض ٨,٥م	أنفاق بعرض ٩,٠م
المسافة بين جدار الصوبة والمصطبة الأولى (سم)	٧٥	٨٠
عرض ظهر المصطبة (سم)	١٠٠	١٠٠
عدد المصاطب	٥	٥
عرض القناة الفاصلة بين المصاطب (سم)	٥٠	٦٠
عدد القنوات الفاصلة بين المصاطب	٤	٤
المسافة بين جدار الصوبة المقابل والمصطبة الأخيرة (سم)	٧٥	٨٠

ومن الأمور الأخرى التى تجب مراعاتها فى عملية إقامة المصاطب ما يلى :

١ ـ استواء الأرض بامتداد طول الصوبة ، مع انحدارٍ خفيفٍ فى حالة وجود نظام للصرف أيا كان نوعه .

٢ ـ ضرورة إضافة الأسمدة العضوية ، ثم نثر الأسمدة الكيميائية عليها ، مع الاهتمام بانتظام توزيع نوعى الأسمدة .

٣ ـ خلط التربة بالأسمدة عند الترديم عليها خلال عملية إقامة المصاطب ؛ للمساعدة على تكثيف انتشار الجذور فى التربة بعد ذلك ؛ نظرًا لأن الجذور النباتية لايمكنها الانتشار الكثيف فى الأسمدة العضوية التى لاتختلط بها التربة .

٤ ـ تكسير كتل التربة (القلاقيل) ، وتنعيم ظهر المصطبة جيدًا .

هذا . . وتتسع كل مصطبة لخطين من خطوط الزراعة ، يبتعد كل منهما بمسافة ٢٥ سم عن مركز المصطبة الذى يُمدّ فيه ـ عادةً ـ خرطوم الرى بالتنقيط .

إنتاج الشتلات المطعومة

تناولنا بإسهاب موضوع إنتاج شتلات الخضر فى كتاب « تكنولوجيا إنتاج الخضر » (حسن ١٩٩٧ ب) ، ولن نكرر هنا ما جاء به ، ولكنّا نمس جانبًا هاما من عملية إنتاج الشتلات ،ألا وهو تطعيمها على أصول مقاومة للأمراض ؛ وهو أمر لم يحظ ـ إلى الآن ـ باهتمام جدّىّ فى المنطقة العربية ؛ لا من قِبَل الباحثين، ولا من قبل منتجى الخضر فى الزراعات المحمية ، وعلى الرغم من أهميته البالغة فى دول أخرى أحرزت تقدمًا هائلاً فى مجال الزراعات المحمية ؛ مثل اليابان ، وكوريا الجنوبية ، وهولندا .

الأهمية الاقتصادية لاستعمال الشتلات المطعومة فى الزراعة

يعد استعمال أصول مقاومة للأمراض ضرورةً اقتصادية فى الزراعات المحمية عندما تتوفر أصناف تجارية عالية الإنتاجية ، ولكنها غير مقاومة لبعض أمراض التربة ، أو عندما تصبح المبيدات خطرًا على البيئة الطبيعية من جرّاء كثرة استخدامها ، أو عندما يصبح استخدامها باهظ التكاليف . كذلك تستعمل الشتلات المطعومة لأجل تحسين النمو النباتى فى بعض الظروف البيئية القاسية .

بدأ استعمال الشتلات المطعومة فى الإنتاج التجارى للخضر فى اليابان منذ عام ١٩٣٦ بتطعيم البطيخ على أصول من الجورد gourd (عن Kanahama ١٩٩٤). وقد ازدادت تدريجيا نسبة مساحة الخضر التى تزرع بشتلات مطعومة فى اليابان،

وكذلك فى كوريا ؛ حيث وصل عدد الشتلات المستعملة منها ـ حاليًا ـ إلى حوالى ٦٥١ مليون شتلة فى اليابان ، و ٣٣٧ مليون شتلة فى كوريا . وتغطى هذه الشتلات زراعات الخضر المبينة فى جدول (٧ ـ ٢) .

جدول (٧ ـ ٢) : المساحة الإجمالية ونسبة المساحة المزروعة بالشتلات المطعومة فى كلٍّ من الزراعات الحقلية والمحمية فى اليابان وكوريا (عن Lee ١٩٩٤) .

الخضر ونوع الزراعة	اليابان		كوريا	
	المساحة الإجمالية (١٠٠٠ هكتار)	الزراعة بشتلات مطعومة (٪)	المساحة الإجمالية (١٠٠٠ هكتار)	الزراعة بشتلات مطعومة (٪)
البطيخ				
حقلى	٢٤,٩	٩٦	٢٨,٣	٩٥
صوبات	٣,٢	١٠٠	٧,٤	١٠٠
خيار				
حقلى	١٤,٨	٣١	٣,٨	١١
صوبات	٧,٠	٨٦	٤,٧	٧٠
قاوون شرقى (١)				
حقلى	٥,٥	٦٧	٣,٩	٨٥
صوبات	٢,٢	١٠٠	٥,٠	١٠٠
قاوون				
حقلى	–	–	–	–
صوبات	١,٢	٤٢	٠,٢	١٠
طماطم				
حقلى	٦,٩	٤	٠,٦	صفر
صوبات	٥,٠	١٦	١,٩	٢
باذنجان				
حقلى	١٣,٣	٢٠	١,٢	صفر
صوبات	١,٧	٩٤	٠,١	صفر
المجموع				
حقلى	٥٦,٦	٥٤	٣٧,٨	٨١
صوبات	٢٠,٣	٦٩	١٩,٣	٨١

أ ـ يُعرف القاوون الشرقى Oriental Melon علميًا باسم Cucumis melo var.makuwa .

مميزات استعمال الشتلات المطعومة فى الزراعة

يحقق استعمال الشتلات المطعومة فى الزراعة المزايا التالية :

١ ـ مكافحة الأمراض التى تصيب النباتات عن طريق الجذور وتعيش مسبباتها فى التربة . تنمو جذور الأصول المستعملة فى التطعيم بقوة ، وتكون مقاومةً لعديد من الأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة ، أو تكون متحملةً للإصابة بها . وتجدر الإشارة إلى أنه كثيرًا ما تنمو جذور عرضية من الطعوم ، تكون عرضةً للإصابة ـ بسهولة ـ بتلك الأمراض . ولكن النبات ذا المجموع الجذرى المزدوج يُظهر ـ دائمًا ـ قدرا كبيرًا من المقاومة يقترب من مقاومة النباتات التى تعتمد على جذور أصولها فقط . وبينما لا تتوفر أية أدلة على انتقال خصائص القابلية للإصابة بأمراض الجذور من الطعوم إلى الجذور المقاومة لها ، فإن العكس ليس صحيحًا ؛ حيث تنتقل خصائص المقاومة للذبول الفيوزارى فى البطيخ ـ مثلا ـ من الأصول إلى الطعوم القابلة للإصابة بالمرض ، وتكسبها صفة المقاومة .

٢ ـ زيادة قدرة النباتات على تحمل الحرارة المنخفضة :

فمثلاً . . يتحسن نمو نباتات الخيار شتاءً ـ خلال فترة انخفاض درجة الحرارة ـ بتطعيم النباتات على أصول من الجورد Cucurbita ficifolia

٣ ـ زيادة قدرة النباتات على تحمل ملوحة التربة ومياه الرى .

٤ ـ زيادة قدرة النباتات على تحمل غدق التربة .

٥ ـ تحفيز وتنشيط امتصاص النبات للماء والعناصر المغذية :

يحدث ذلك بفعل المجموع الجذرى القوى للأصول المستعملة ؛ مقارنةً بالنمو الخضرى للطعوم المستخدمة معها .

٦ ـ زيادة قوة النمو النباتى :

يحدث ذلك بفعل الهرمونات التى تنتجها الأصول ، وخاصة السيتوكينينات التى تُصنّع فى الجذور ، وتنتج بتركيزات عالية فى أصول الخيار . ومن بين الهرمونات

التى وجدت فى عصارة الخشب الصاعدة من الأصول كل من : الزياتين t-zeatin ، وحامض الجبريلليك ، وإندول حامض الخليك ، وحامض الأبسيسك . وقد تباينت الأصول المستعملة مع الباذنجان ـ كثيراً ـ فى محتوى عصارة أنسجة الخشب فيها من تلك الهرمونات .

٧ ـ زيادة فترة الحصاد الاقتصادى :

يحدث ذلك بفعل التأثير المتجمع لكل العوامل السابقة ، خاصةً فى الظروف البيئية القاسية .

٨ ـ تحسين نوعية الثمار :

يؤدى استعمال أصولٍ معينةٍ فى البطيخ إلى زيادة حجم الثمار عما فى النباتات غير المطعومة . كذلك تؤثر الأصول على عديدٍ من الصفات الثمرية الأخرى ؛ مثل: شكل الثمرة ، ولون الجلد ومدى نعومته ، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية . وفى الخيار . . تتأثر كثافة الطبقة الشمعية على الثمار Bloom ولون الثمار الخارجى بالأصول المستعملة . ولكن . . باستثناء تأثير الأصول على حجم الثمرة ، فإن معظم تأثيرات الأصول على الثمار تكون سلبيةً (عن Lee ١٩٩٤) .

الأصول المستعملة فى إنتاج الخضر المطعومة

تتباين أنواع الأصول المستخدمة فى إنتاج الخضر المطعومة باختلاف المحصول والهدف من عملية التطعيم ، كما تختلف طريقة التطعيم المناسبة باختلاف الأصل المستعمل ، كما يظهر فى جدول (٧ ـ ٣) .

ونلقى مزيداً من الضوء على الأصول المستعملة مع مختلف محاصيل الخضر فيما يلى :

١ ـ الطماطم :

يبين جدول (٧ ـ ٤) أهم الأصول المستخدمة فى تطعيم الطماطم فى اليابان والأمراض التى يقاومها كل أصلٍ منها .

جدول (٧ ـ ٣) : الأصول المستعملة ، وطريقة التطعيم المناسبة ، والهدف من التطعيم فى مختلف محاصيل الخضر .

الخضر	الأصول الشائعة الاستعمال (أ)		طرق التطعيم(ب)	الهدف من التطعيم(جـ)
البطيخ	الجورد	Lagenaria siceraria var.hispida	١	١ ، ٢
	هجن نوعية		١ ، ٢	١ ، ٢ ، ٣
	الجورد الشمعى	Benincasa hispida	١ ، ٣	١ ، ٢
الخيار	القرع	Cucurbita pepo	٢ ، ٣	١ ، ٢ ، ٣
	القرع	Cucurbita moschata	١ ، ٢	١ ، ٢ ، ٣
	الخيار الشوكى	Sicyos angulatus	٢	٥
	الجورد	Cucurbita ficifolia	٢	١ ، ٢ ، ٣
	هجن نوعية		١ ، ٢	١ ، ٢ ، ٣
القاورن	الهجين	Cucurbita maxim x C. moschata	٢	١ ، ٢ ، ٤
الطماطم	الخيار	Cucumis sativus	٢	١ ، ٢
	الخيار الشوكى	Sicyos angulatus	٢	٢ ، ٥
		Cucumis melo	٢ ، ٣	١
الباذنجان		Lycopersicon pimpinellifolium	٣	٥
		Lycopersicon hirsutum	٣	٥
		Lycopersicon esculentum	٣	٥
		Solanum integrifolium	٢ ، ٣	٦
		Solanum torvum	٢ ، ٣	٧

أ ـ يتوفر عديد من الأصناف والسلالات المستعملة كأصول من كل نوع .

ب ـ طرق التطعيم : ١ ـ الإيلاج فى حفرة hole insertion ، ٢ ـ اللسانى tongue ، ٣ ـ التطعيم بالشق cleft .

جـ ـ أهداف التطعيم : ١ ـ مكافحة الذبول الفيوزارى ، ٢ ـ تحفيز النمو ، ٣ ـ تحمل الحرارة المنخفضة ، ٤ ـ إطالة موسم النمو ، ٥ ـ مكافحة النيماتودا ، ٦ ـ مكافحة الذبول البكتيرى ، ٧ ـ تقليل الإصابة الفيروسية .

جدول (٧ ـ ٤) : أهم الأصول المستخدمة فى تطعيم الطماطم فى اليابان، والأمراض التى يقاومها كل أصلٍ منها (عن Lee ١٩٩٤) .

الأصل	أهم مراض الطماطم (أ)					
	الذبول البكتيرى	الذبول الفيوزارى	Verticillium dahliae	Pyrenochaeta lycopersici	نيماتودا تعقد الجذور	فيرس موزايك التبغ
BF	R	R	S	S	S	S
LS89	R	R	S	S	S	S
PFN	R	R	S	S	R	S
PFNT	R	R	S	S	R	R
KNVF	S	R	R	R	R	S
KNVFTm	S	R	R	R	R	R
Signaal	S	R	R	R	R	R
KCFT-N	S	R	R	S	R	R

(١) : R= مقاوم Resistant ، S= قابل للإصابة Susceptible.

وجميع هذه الأصول عبارة عن هجنٍ ناتجةٍ من تلقيح الطماطم مع النوع البرى Lycopersicon hirsutum. وكما يظهر من جدول (٧ ـ ٤) ، فإن الحروف المستخدمة فى تكوين أسماء الأصول تُشير إلى خاصية مقاومتها للأمراض المختلفة كما يلى :

الرمز	المرض المعنىّ	
F	الذبول الفيوزارى	Fusarium Wilt
V	ذبول فيرتسيلليم	Verticillium Wilt
K	عفن الجذور البنى والفلينى	Brown & Corky Root Rot
N	نيماتودا تعقد الجذور	Root Knot Nematode
T اوTm	فيرس موزايك التبغ	Tobacco Mosaic Virus
F_2	الذبول الفيوزارى (سلالة رقم ٢ ، بالإضافة إلى السلالة العادية رقم صفر) .	
B	الذبول البكتيرى	Bacterial Wilt

وتستخدم شركة تاكى ـ اليابانية – للبذور أصولاً خاصةً مقاومةً للأمراض ـ جميعها من الهجن ـ فى تطعيم الطماطم ، كما يلى :

الأصل	الأمراض التى يقاومها
Helper-M	B , V , Fl , F2 , N
Achilles-M	B , V , Fl , N
Ti-up No.1	K , N , V , Fl , Tm-2^a
Ti-up No.2	K , N , V , Fl , F2 , Tm-2^a
Anchor-T	B , V , Fl , F2 , N , Tm-2^a
New No.1	K , N , V , Fl
Healthy	B , V , Fl , N
Kage	B , N , V , F2 , Tm-2^a

ومن الرموز الجديدة التى جاءت فى قائمة الأمراض التى تقاومها تلك الأصول : F1 ويعنى المقاومة للسلالة الأولى (رقم صفر) من الفطر المسبب للذبول الفيوزارى ، و Tm-2^a ويعنى احتواء الأصل على الجين Tm-2^a الذى يعد من أقوى جينات المقاومة لفيرس موزايك التبغ . وجميع الأصول الهجين المبينة أعلاه والتى لا تحمل الجين Tm-2^a تحمل الجين الآخر Tm-1 لمقاومة فيرس موزايك التبغ . وتوصى الشركة بأن تُطعَّم أصناف الطماطم التى تحمل الجين Tm-2^a على أصولٍ تحمل المقاومة نفسها ، وكذلك تُطعّم الأصناف التى تحمل الجين Tm-1 على أصولٍ بها الجين نفسه .

ودرس Masuda & Furusawa(١٩٩١) تأثير استعمال الأصول المقاومة للأمراض KNVF-R3 ،و LS-89 ،و TVR-2 على محصول ونوعية ثمار الطماطم ، ووجدا أن المحصول لم يختلف جوهريا باختلاف الأصل المستعمل ، ولكن أدت جميع الأصول إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار بعد العنقود السادس . وحُصِلَ على أعلى نسبةٍ من المواد الصلبة الذائبة الكلية ، والحموضة المعايرة فى عصير الثمار عندما استعمل الأصل KNVF-R3 .

وقد حصل Matsuzoe وآخرون (١٩٩٣) على توافقٍ تامٍّ بين الطماطم كطعمٍ

وكلٍّ من : Solanum sisymbriifolium ، و S. torvum ، و S. toxicarium كأصولٍ مقاومةٍ للأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة ، ولكن الأصل الأول فقط (S. sisymbriifolium) هو الذى لم يكن له تأثير سلبى على نمو ومحصول الطماطم فى مدى واسعٍ من الظروف البيئية .

٢ ـ الباذنجان

من الأصول المستعملة مع الباذنجان هجينا الباذنجان Meet ، و Caravan وكلاهما مقاوم لكلٍّ من مرضى الذبول الفيوزارى ، وذبول فيرتسيلليم .

٣ ـ البطيخ :

من الأصول المستعملة مع البطيخ ما يلى :

أ ـ هُجن القرع : Tetsukabuto ، و Patron ، و Kirameki ، و Just .

ب ـ هجن الجورد : Friend ، و Round Fruited .

جـ ـ هجين البطيخ : Toughness.

وجميعها مقاومة لمرض الذبول الفيوزارى .

٤ ـ القاوون :

من الأصول المستعملة مع القاوون ما يلى :

أ ـ هجينا القرع : Tetsukabuto ، و Just .

ب ـ هجين القاوون : Base .

وجميعها مقاومة لمرض الذبول الفيوزارى (عن كتالوج لشركة Takii Seed) .

٥ ـ الخيار :

عند زراعة الخيار فى المواسم الباردة فإنه يجب أن يُطّعم على الجورد

Cucurbita ficifolia، الذى يزداد نموه بانخفاض حرارة التربة عن ٢٠م (عن Kanahama ١٩٩٤) ، بينما يوصى عند زراعة الخيار فى المواسم الحارة بتطعيمه على الأصل Sintozwa ، وهو هجين نوعى .

ويُظهر الخيار الشوكى bur-cucumber (Sicyos angulatus) الذى وجد ناميا بريا فى كوريا ـ توافقًا جيدًا مع الخيار (وكذلك مع البطيخ) ، وهو مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور ، ويحفز النمو المبكر للطعوم (عن Lee ١٩٩٤) .

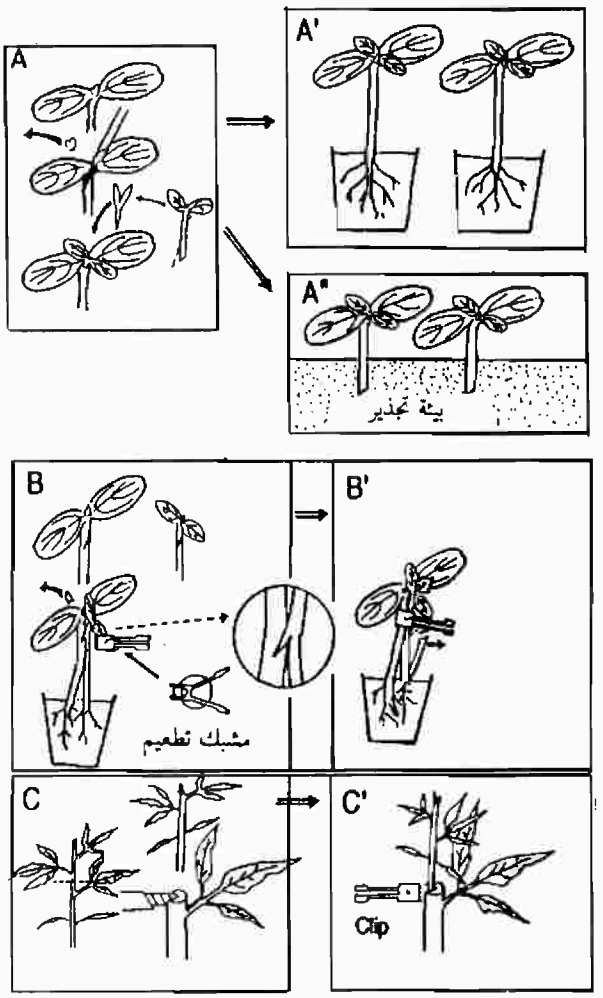
ويقاوم الأصل C. ficifolia ـ الشائع الاستعمال مع الخيار والبطيخ ـ كلا من الذبول الفيوزارى والفطر Phomopsis sclerotioides (عن Klose ١٩٨٠ ، و Fletcher ١٩٨٤) .

وقد وجد Weng وآخرون (١٩٩٣) أن تطعيم الخيار على الجورد C. ficifolia أدى ـ مقارنةً بعدم التطعيم ـ إلى زيادة المساحة الورقية بمقدار ٤٤ ٪ ـ ٧٠ ٪ ، ومحتوى الكلوروفيل بمقدار ٣,٦ ٪ ـ ١١,٧ ٪ ، كما أدى إلى زيادة فى مقاومة النباتات لكلٍّ من البياض الدقيقى وفطْرَىْ الفيوزاريم والبثيم Pythium ، وزيادة المحصول المبكر بنسبة ٣٠ ٪ ـ ٩٠ ٪ ، والمحصول الكلى بنسبة ١٥ ٪ ـ ٤٧ ٪ .

طرق التطعيم

تجرى عملية التطعيم ـ عادةً ـ فى طور البادرة ، وقبل بزوغ الورقة الحقيقية الأولى ـ من بين الفلقتين ـ فى القرعيات .

ويظهر فى شكل (٧ ـ ٢) تخطيط لأهم طرق التطعيم المتبعة فى القرعيات والباذنجانيات ؛ وهى : التطعيم بالإيلاج فى حفرة Hole Insertion Grafting ، والتطعيم اللسانى Tongue Approach Grafting ، والتطعيم بالشق Cleft Graf-ing . ويبين شكلا (٧ ـ ٣) ، و (٧ ـ ٤) طريقة تداول النباتات عند إجراء التطعيم بالطريقتين الأولى والثانية ، على التوالى (يوجدان فى آخر الكتاب) .



شكل (٧ ـ ٢) : أهم الطرق المتبعة فى تطعيم محاصيل الخضر (A) التطعيم بالإيلاج فى حفرة hole insertion grafting. (A') بادرتان مطعومتان شُتلتًا فى أصيصين . (A") تقطع الأصول فوق مستوى الجذور مباشرةً ، ثم تطعم كما فى (A) . يسمح بعد ذلك للشتلات المطعومة بالتجذير فى بيئة تجذير.(B) التطعيم اللسانى tongue approach grafting. (B') يستعمل مشبك تطعيم فى الضغط على موضع التحام الأصل بالطعم. تقطع السويقة الجنينية السفلى للطعم تحت مكان التحام الأصل بالطعم بعد حوالى أسبوعٍ من التطعيم. (C) التطعيم بالشق cleft grafting.(C') تستخدم مشابك خاصة لإمساك الأصل مع الطعم بإحكام (عن Lee ١٩٩٤) .

وتتباين طرق التطعيم المتبعة باختلاف المحصول ، كما يتباين موعد زراعة كلٍّ

من الأصل والطعم تبعًا لنوع الأصل المستعمل ، وطريقة التطعيم المتبعة ، والمحصول. فمثلا تتبع طريقة الإيلاج فى حفرة مع البطيخ ؛ لأن بادرات البطيخ تكون صغيرة الحجم مقارنةً بحجم بادرات الجورد أو القرع التى تستخدم كأصل . وفى الخيار .. تتبع طريقة التطعيم اللسانى ؛ لأن بادرات كلٍّ من الأصل والطعم تكون كبيرة الحجم بما فى ذلك طول وقطر السويقة الجنينية السفلى .

وقد صمم Oda وآخرون (١٩٩٤) طبقًا للتطعيم grafting plate يساعد على إجراء عدة تطعيمات أفقية فى آنٍ واحدٍ (مع الضغط على منطقة اتصال الأصل بالطعم) ، ولكن القدرة الإنتاجية للنباتات المطعومة بهذه الطريقة كانت أقل من النباتات المطعومة بطريقة الشق .

وقد أمكن التحكم فى طول كلٍّ من السويقة الجنينية السفلى وأطوال السلاميات فى أصل الجورد Cucurbita ficifolia المستخدم مع كلٍّ من الخيار والبطيخ بنقع البذور فى محلولٍ مائيٍّ لمنظم النمو يونيكونازول uniconazale بتركيز ١ ـ ١٠٠ جزء فى المليون ، ورش النباتات فى مرحلة تكوّن ١,٣ ورقةً حقيقيةً بالجبريللين بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون . عملت معاملة اليونيكونازول على تقصير السويقة الجنينية السفلى والسلاميات ، وازدادت شدة التأثير بزيادة التركيز المستخدم من منظم النمو ، بينما أحدثت معاملة الجبريللين تأثيرًا عكسيا . وأدت معاملة البذور باليونيكونازول بتركيز جزءٍ واحدٍ فى المليون ـ مع رش البادرات فى مرحلة تكوين ١,٣ ورقةً حقيقيةً بالجبريللين بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون ـ إلى ثبات طول السويقة الجنينية السفلى مع استطالة السلاميات فقط (Oda ١٩٩٤) .

وكان تطعيم الشتلات يجرى يدويا بواسطة منتج الخضر ، ثم أصبحت الشتلات المطعومة تنتج (فى كوريا واليابان) بأعدادٍ كبيرةٍ بمعرفة تعاونياتٍ أو شركاتٍ متخصصةٍ ، يقوم فيها المتخصصون بتطعيم نحو ١٥٠ شتلةً فى الساعة يدويا مع الاستعانة بأدوات خاصة ، تم تطويرها لهذا الغرض ؛ مثل : المطاوى ، والمشابك ، والأنابيب ، والصموغ .

وعلى الرغم من أن أتمتة عملية التطعيم (عن طريق الإنسان الآلى Robots) لم

تُجْرَ على نطاقٍ تجارى بعد ، إلا أنه يتم تطوير أربعة أنواع من الروبوتات لهذا الغرض فى اليابان ، يعتمد عملها على المبادئ التالية :

١ ـ يعتمد النوع الأول (JT's Robot)على أنابيب بلاستيكية لوصل الأصل بالطعم . وعند تسخين هذه الأنابيب على حرارة ١٥٠ ـ ٢٥٠م لعدة ثوانٍ ، فإنها تنكمش وتضغط على منطقة الالتحام ، ويلى ذلك تبريد الأنابيب إلى حرارة الغرفة باستعمال تيارٍ من الهواء البارد ، وتسقط هذه الأنابيب تلقائيا مع نمو البادرة المطعومة .

٢ ـ يمكن للنوع الثانى (TGR's Robot) تطعيم عدة بادراتٍ فى آنٍ واحدٍ تتواجد فى خلايا مربعةٍ فى صوانٍ خاصة ، وتكون جاهزةً للتطعيم وهى فى عمرٍ معينٍ لكلٍّ من الأصول والطعوم .

٣ ـ فى النوع الثالث (Brain's Robot) تبقى منطقة الالتحام فى مكانها باستعمال مشبكٍ خاصٍّ .

٤ ـ يعتمد النوع الرابع (Honami et al.'s Robot) على طريقةٍ للتطعيم تعرف باسم "plug-in" ، وفيها تجهز قاعدة الطعم على شكل مخروطٍ ، وتعد حفرة مخروطية مماثلة فى قمة الأصل ، ثم يولج الطعم فى حفرة الأصل (عن Kurata ١٩٩٤) .

الرى

من الضرورى إنشاء خزاناتٍ مغلقةٍ أو بركةٍ مكشوفةٍ لتخزين المياه اللازمة للرى ، وبسعةٍ تكفى احتياجات الرى فى جميع البيوت . وتفيد هذه الخزانات فى الحالات الآتية :

١ ـ عندما تكثر المواد العالقة بمياه الرى بدرجةٍ تقل معها كفاءة المرشحات ؛ حيث تفيد الخزانات فى ترسيب هذه المواد عند ترك المياه بها .

٢ ـ عند الاعتماد على مياه النيل فى الرى ؛ حيث يصبح وجود الخزانات ضرورةً لتوفير المياه أثناء السِّدَّة الشتوية .

٣ ـ عند الاعتماد على المياه الجوفية فى الرى فى حالة ما إن كان تصريف

الآبار لا يكفى كل احتياجات الرى فى أوقات الذروة ؛ حيث يلزم فى هذه الحالة توفير المياه المخزونة لاستعمالها عند الضرورة .

وفى غير تلك الحالات أو الأوقات . . فإن المياه تسحب من مصادرها مباشرةً (الآبار أو النيل والترع المتفرعة منه) دونما حاجةٍ إلى تخزينها .

نوعية مياه الرى

لكى تكون الزراعات المحمية اقتصاديةً ـ مع كل ما تتطلبه من تمويلٍ فى الإنشاءات ، والصيانة ، والزراعة ، وعمليات الخدمة ، ومكافحة الآفات ـ فإن مياه الرى يجب أن تكون من نوعيةٍ جيدةٍ لكى لا تقف عائقًا أمام نمو النباتات ، ولإعطائها أفضل ما لديها من قدرةٍ وراثيةٍ على الإنتاج .

فمن ناحيةٍ . . تعطى الزراعات المحمية برامج سماديةً مكثفةً ، تضاف فيها معظم الأسمدة مع مياه الرى ؛ ولذا . . يجب أن تكون نسبة الأملاح منخفضةً أصلاً فى المياه المستعملة فى الرى . ويفضل ألا يزيد تركيز الأملاح على ٥٠٠ جزء فى المليون ، وأقصى تركيزٍ ممكنٍ للأملاح فى مياه الرى هو ١٠٠٠ جزءٍ فى المليون مع المحاصيل الحساسة للملوحة ؛ مثل الخيار ، والفاصوليا ، و ١٥٠٠ جزءٍ فى المليون مع المحاصيل المتوسطة التحمل ؛ مثل الطماطم والفلفل .

ومن ناحيةٍ أخرى يجب ألا يزيد تركيز مختلف الكاتيونات والأنيونات على حدود معينة كما يلى (عن حبيب وآخرين ١٩٩٣) :

الأيون	الحد الأقصى الذى يفضل ألا يزيد عليه التركيز
الصوديوم	١٨٤ جزءًا فى المليون (٨ مللى مكافئ / لتر)
الكالسوم	١٢٠ جزءًا فى المليون (٦ مللى مكافئ / لتر) ؛ لكى لا يؤدى إلى ترسب الفوسفات إذا أضيفت مع مياه الرى .
المغنيسيوم	٣ مللى مكافئ / لتر
الكلوريد	٣ مللى مكافئ / لتر
الكبريتات	٤٨٠ جزءًا فى المليون (١٠ مللى مكافئ / لتر) للنباتات غير الحساسة للعنصر ٤٨ جزءًا فى المليون (مللى مكافئ واحد / لتر) للنباتات الحساسة للعنصر
البيكربونات	٦ مللى مكافئ / لتر ؛ لكى تؤدى إلى حدوث ترسباتٍ فى شبكة الرى

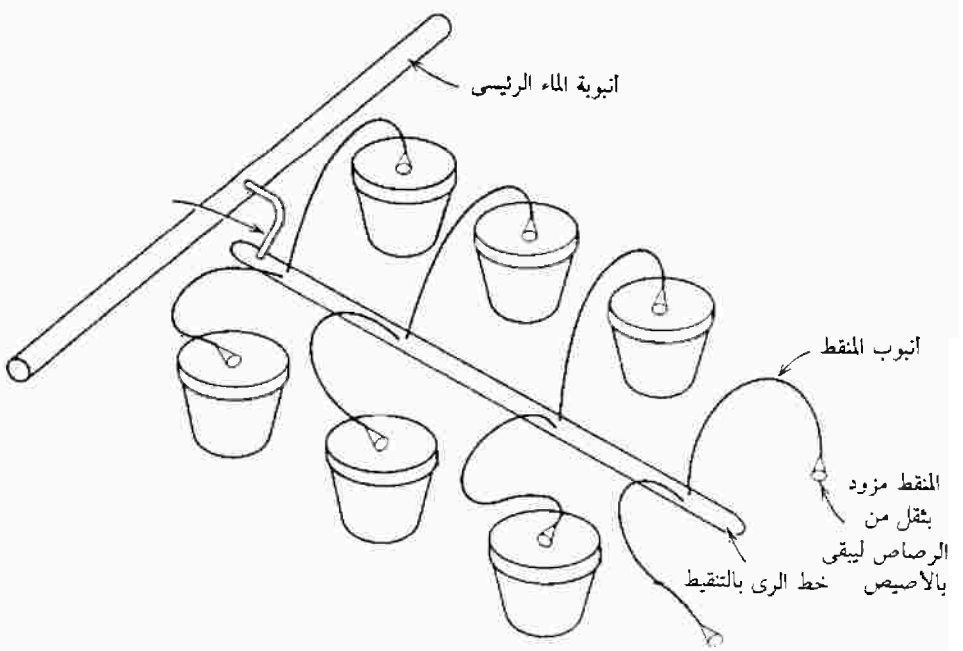
طرق الرى

يعتبر الرى بالتنقيط هو أكثر طرق الرى شيوعًا فى زراعات الخضر المحمية ،

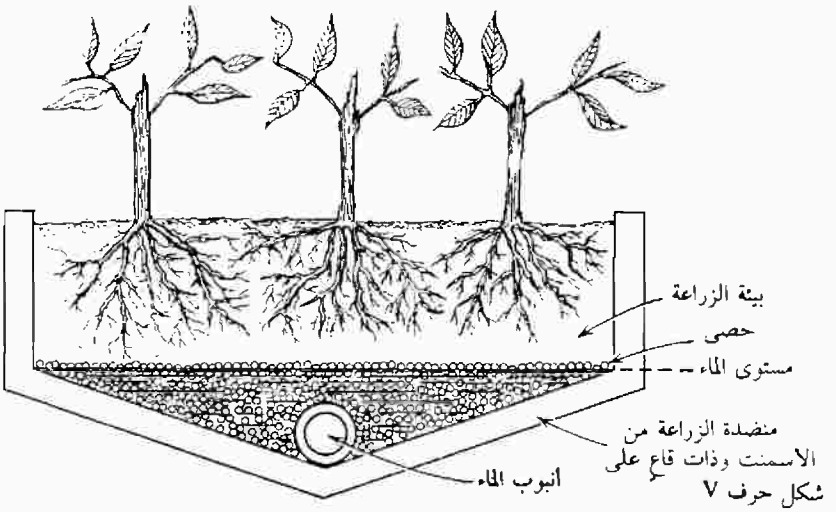
ولكن الرى بالرذاذ (المست Mist) ـ من أعلى (على ارتفاع مترين) ـ يفيد أيضًا فى تلطيف درجة الحرارة عند تشغيله بمعدل ١ ـ ١,٥ ملليمتر / ساعة ؛ ولذا .. ينصح بتزويد البيوت المحمية بهذا النظام ، لكن مع الاعتماد على الرى بالتنقيط لأجل تزويد النباتات باحتياجاتها من الرطوبة الأرضية .

ولا يفضل رى زراعات الخضر المحمية بطريقة الغمر لأسباب كثيرة ؛ منها : زيادة الرطوبة النسبية داخل الصوبات ؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة انتشار الأمراض ، وزيادة الفاقد من مياه الرى والأسمدة المضافة ، وصعوبة توصيل الأسمدة إلى النباتات بالكميات وفى المواعيد المناسبة لها كما يحدث عند إضافتها مع مياه الرى بالتنقيط .

أما طريقة الرى بالرش فإنها لا تناسب زراعات الخضر المحمية التى تُرَبَّى قائمةً ، ولكنها تناسب رى المحاصيل الكثيفة التى لا تربى رأسيا مثل الخس ، وكذلك تناسب رى المشاتل ونباتات الزينة ، ومختلف النباتات التى تربى فى الأصص ، أو فى « بِنْشاتٍ » خاصة . كما قد تروى هذه النوعية من الزراعات ـ كذلك ـ بالتنقيط (شكل ٧ ـ ٥) ، أو بطريقة الرى تحت السطحى (شكل ٧ ـ ٦)



شكل (٧ ـ ٥) : رى نباتات الأصص بالتنقيط .



شكل (٧ـ٦) : رى النباتات النامية فى مناضد الزراعة (البنشات) بطريقة الرى تحت السطحى .

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف طرق الرى التى ورد ذكرها أعلاه .. يراجع كتاب « تكنولوجيا إنتاج الخضر » (حسن ١٩٩٧ ب) .

معدلات الرى

تتوقف معدلات الرى والفترة بين الريات على طبيعة التربة ، والمحصول المزروع ، والظروف الجوية السائدة ، ومستوى الماء الأرضى ، ولسنا هنا بصدد مناقشة هذه العوامل التى يمكن الرجوع إليها فى كتاب « تكنولوجيا إنتاج الخضر » (حسن ١٩٩٧ ب) ، ولكنّا نبرز بعض المبادئ العامة التى تحكم عملية الرى كما يلى :

١ ـ يُستعمل خط واحد للرى بالتنقيط فى كل مصطبة ، ولا يستعمل خطّان للرى (مع افتراض وجود خطين من النباتات بكل مصطبة) إلا عند الضرورة فى حالات الأراضى الشديدة النفاذية .

٢ ـ يفضل أن يكون معدل تصريف المنقطات المستعملة فى خراطيم الرى بالتنقيط لترًا واحدًا / ساعة فى الأراضى الثقيلة ، ولترين / ساعة فى الأراضى المتوسطة القوام ، و ٣ ـ ٤ لترات / ساعة فى الأراضى الخفيفة الشديدة النفاذية .

٣ ـ تروى المصاطب ـ قبل الزراعة ـ بكمياتٍ من المياه تكفى لبلِّ التربة إلى عمقٍ لا يقل عن ٥٠ سم . وعندما تكون التربة جافة تمامًا فإن هذه الكميات تتراوح بين ٣٢ لترًا / نقاط فى الأراضى الثقيلة ، و ١٦ لترًا / نقاط فى الأراضى الخفيفة ، ولكن نادرًا ما تكون التربة جافةً تمامًا ، خاصةً فى الأراضى الثقيلة . وعمومًا . . فإن كمية المياه المضافة قبل الزراعة لا تقل عن ٨ لترات / نقاط . وبينما تجرى زراعة البذور أو يتم الشتل بعد هذه الرية مباشرة فى الأراضى الرملية الخفيفة ، فإن الزراعة تؤجل لمدة ٢ ـ ٣ أيام بعد تلك الرية فى الأراضى الثقيلة ؛ لكى تصبح محتويةً على القدر المناسب من الرطوبة عند الزراعة ، وهو ٥٠ ٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية فى الخمسين سنتيمترًا السطحية من التربة .

٤ ـ عند وجود خطٍّ واحدٍ من النباتات فى كل مصطبةٍ فإنه يكون على مسافة ١٥ سم من خرطوم الرى فى الأراضى الرملية ، و ٢٠ سم فى الأراضى الثقيلة . أما عند وجود خطٍّ واحدٍ للرى يخدم خطين من النباتات فى كل مصطبة ، فإن خطوط النباتات تكون على مسافة ٢٥ سم على كلٍّ من جانبى خرطوم الرى ، وقد تستعمل فى الحالة الأخيرة أنابيب شعرية (إسباجيتى) لتوصيل مياه الرى من الخرطوم إلى مواقع النباتات فى خطى الزراعة فى الأراضى الخفيفة العالية النفاذية .

٥ ـ يراعى عدم زيادة معدلات الرى فى الأراضى الثقيلة إلى القدر الذى يؤدى إلى تعجّن التربة ؛ فيكون الرى خفيفًا بعد الزراعة أو الشتل ، ويستمر كذلك إلى أن تُثبِّت البادرات جذورها فى التربة ؛ حيث يوقف الرى بعد ذلك لأيامٍ قليلةٍ قبل معاودته من جديد . أما فى الأراضى الخفيفة فإن الرى يستمر بصورةٍ طبيعية حسب الظروف الجوية .

٦ ـ تتراوح معدلات الرى ـ عادةً ـ بين ٠,٥ م٣ / صوبةً يوميا عند بداية الزراعة ، و ٥ م٣ / صوبة يوميا خلال فترة الذروة ؛ وهى فترات النمو الخضرى الغزير ، والإزهار ، والإثمار . وتكون الزيادة من الحد الأدنى إلى الحد الأقصى تدريجيةً .

التسميد

يعتمد التسميد فى الزراعات المحمية ـ أساسًا ـ على الأسمدة الذائبة التى تصل إلى النباتات مع ماء الرى بالتنقيط ، خاصةً فى الأراضى الرملية . أما عند اتباع طريقة الرى السطحى ، فإن التسميد يتم بإضافة الأسمدة الجافة إلى جانب النباتات . وقد تُتبع طريقتا التسميد معًا ، بالإضافة إلى التسميد بالرش بالنسبة للعناصر الدقيقة .

وقد سبقت لنا مناقشة موضوع التسميد باستفاضة فى كتاب « تكنولوجيا إنتاج الخضر » (حسن ١٩٩٧ ب) ، ونكتفى فى هذا المقام بإيضاح بعض الأمور الوثيقة الصلة بالزراعة المحمية .

وسائل تعرف مدى حاجة النباتات إلى التسميد

من أهم الوسائل التى يستفاد منها فى التعرف على مدى حاجة النباتات إلى التسميد ما يلى :

أولاً : تحليل التربة

يُستفاد من تحليل التربة فى التعرف على مدى فقر التربة أو غناها فى محتواها من مختلف العناصر الغذائية الضرورية للنباتات ؛ ومن ثم فى مدى الحاجة إلى التسميد . وتقدر العناصر ـ عادةً ـ فى مستخلص التربة المشبع ، وهو المستخلص الذى تسحب منه عينة التربة ـ تحت تفريغ ـ بعد إضافة الماء إليها ، إلى أن تصبح كالعجين . ويتم سحب الماء من العجينة بعد ساعتين من تكوينها .

وتجدر الإشارة إلى أن المحتوى الرطوبى لعجينة التربة المشبعة يبلغ ـ تقريبًا ـ أربعة أمثال قدر الماء الذى يوجد بها عند نقطة الذبول ، وحوالى ضعف محتواها الرطوبى عند السعة الحقلية ؛ ولذا . . فإن تركيز الأملاح والعناصر فى مستخلص عجينة التربة المشبعة يكون حوالى ١/٤ التركيز الموجود عند نقطة الذبول ، و ١/٢ ذلك الموجود عند السعة الحقلية .

ويُعدّ المستوى الأمثل للعناصر الضرورية الذائبة فى مستخلص عجينة التربة المشبعة كما يلى (عن حبيب وآخرين ١٩٩٣) :

العنصر	المدى المناسب (جزء فى المليون)
نيتروجين نتراتى	١٠٠ ـ ٢٨٠
فوسفور	٨ ـ ١٣
بوتاسيوم	١٥٠ ـ ٢٥٠
كالسيوم	٢٠٠ ـ ٢٥٠
مغنيسيوم	٦٠ ـ ١٠٠

أما درجة التوصيل الكهربائى (الـ EC) المناسبة فى مستخلص عجينة التربة المشبعة ـ والتى تعبر عن تركيز الأملاح فيه ـ فهى ١,٥ ـ ٢,٥ ملليموز / سم .

هذا . . ويظهر فى جدول (٧ ـ ٥) متوسط محتوى الأراضى المصرية فى سبعة من العناصر الضرورية للنبات (عن عبد الحميد ١٩٩١) . ويتبين من الجدول أن تركيز مختلف العناصر أعلى ـ بصفة عامة ـ فى أراضى الوادى والدلتا مما فى الأراضى الحديثة الاستصلاح الرملية والجيرية .

جدول (٧ ـ ٥) : متوسط محتوى مختلف الأراضى الزراعية المصرية من سبعة من العناصر الضرورية للنبات (على عمق صفر ـ ٦٠ سم) .

العنصر	أراضى الوادى والدلتا	أراضٍ حديثة الاستزراع	
		رملية	جيرية
	عناصر كبرى (مجم / ١٠٠ جم)		
نيتروجين	٧٥ ـ ١٧٠	١٢ ـ ٤٥	١٨ ـ ٤٧
فوسفور	٢,١ ـ ٤	٠,٤ ـ ١,٢	٠,٣ ـ ٠,٥
بوتاسيوم	٣٨ ـ ٦٨	٥ ـ ١٠	١٧ ـ ٢٢
	عناصر دقيقة (جزء فى المليون)		
حديد	٩,٥ ـ ٣٠	٠,٥ ـ ٤,٥	١,٥ ـ ٦
منجنيز	١٠ ـ ٤٠	٢ ـ ٢,٥	٥ ـ ١٢
زنك	١,٢ ـ ٢,٤	٠,٥ ـ ٠,٧	٠,٨ ـ ١,٠
نحاس	٢,٧ ـ ٤,٦	٠,٤ ـ ١,٩	٠,٨ ـ ٠,٩

ثانيا : تحليل النبات

يفيد تحليل الأنسجة النباتية كثيرًا فى تحديد مدى الحاجة إلى التسميد . ويبين جدول (٧ ـ ٦) 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 إلى التسميد فى المحاصيل القريبة منهما ؛ وهى محاصيل العائلتين الباذنجانية والقرعية على التوالى . وتجب موالاة التسميد بالعناصر المعنية قبل انخفاض مستوى العنصر بالنبات إلى الحد الأدنى للمجال الطبيعى ؛ لأن انخفاضه عن ذلك يعنى وجود نقص فى العنصر بالنبات يتبعه نقص فى المحصول ، أو ظهور عيوبٍ فسيولوجيةٍ معينة (Johnson ١٩٧٩) .

جدول (٧ ـ ٦) : المدى الطبيعى لتركيز العناصر المختلفة فى أنسجة أوراق الطماطم والخيار (الورقتين الخامسة والسادسة من القمة النامية) على أساس الوزن الجاف .

العنصر	الطماطم	الخيار
النيتروجين النتراتى	١٤٠٠٠ ـ ٢٠٠٠٠ جزء فى المليون	١٠٠٠٠ ـ ٢٠٠٠٠ جزء فى المليون
الفوسفات PO_4	٦٠٠٠ ـ ٨٠٠٠ جزء فى المليون	٨٠٠٠ ـ ١٠٠٠٠ جزء فى المليون
البوتاسيوم	٥ ـ ٨ ٪	٨ ـ ١٥ ٪
الكالسيوم	٢ ـ ٣ ٪	١ ـ ٣ ٪
المغنيسيوم	٠,٤ ـ ١,٠ ٪	٠,٣ ـ ٠,٧ ٪
الحديد	٤٠ ـ ١٠٠ جزء فى المليون	٩٠ ـ ١٢٠ جزءًا فى المليون
الزنك	١٥ ـ ٢٥ جزءًا فى المليون	٤٠ ـ ٥٠ جزءًا فى المليون
النحاس	٤ ـ ٦ أجزاء فى المليون	٥ ـ ١٠ أجزاء فى المليون
المنجنيز	٢٥ ـ ٥٠ جزءًا فى المليون	٥٠ ـ ١٥٠ جزءًا فى المليون
الموليبدنم	١ ـ ٣ أجزاء فى المليون	١ ـ ٣ أجزاء فى المليون
البورون	٢٠ ـ ٦٠ جزءًا فى المليون	٤٠ ـ ٦٠ جزءًا فى المليون

ويتعين دائمًا تحديد طريقة التحليل المتبعة ، ومرحلة النمو النباتى التى تجمع عندها عينات الأوراق للتحليل ، والعمر الفسيولوجى للورقة (مدى ابتعادها عن القمة النامية) ، ومدى قربها من الثمار المتكونة ، وما إن كان التحليل يجرى على نصل الورقة ، أم عنقها ، أم كليهما ؛ لأن جميع هذه العوامل تؤثر على نتيجة

التحليل ؛ حيث يقل تركيز العناصر بتقدم عمر النبات ، وبتقدم العمر الفسيولوجى للورقة ، وباقترابها من الثمار المتكونة ، وفى نصلها مقارنةً بعنقها ، كما يقل تركيز العناصر فى الأوراق المصابة بالأمراض عما فى الأوراق السليمة .

ثالثاً : أعراض نقص العناصر

قد سبقت الإشارة إليها فى الفصل الرابع ، وتراجع التفاصيل فى حسن (١٩٩٧ ب) .

مصادر الأسمدة الكيميائية

إن أهم مصادر الأسمدة الكيميائية المستعملة فى الزراعات المحمية ما يلى :

أولا : الأسمدة الأزوتية

السماد	N (٪)	الذوبان (جم / لتر)
نترات النشادر (نترات الأمونيوم)	٣٣	١١٨
سلفات النشادر (كبريتات الأمونيوم)	٢١	٧٠٠
اليوريا	٤٦	٥٠٠
نترات الكالسيوم	١٥,٥	٨٠٠
حامض النيتريك التجارى (٥٥ ٪)	١٥,٥	كامل
نترات الجير المصرى	١٥,٥	منخفض جدا
نترات النشادر الجيرية	٣١	منخفض جدا

يفيد استعمال حامض النيتريك مع مياه الرى بالتنقيط فى خفضpH الماء ؛ الأمر الذى يقلل ترسيب الأملاح فى شبكة الرى ، وزيادة فرصة ذوبان وتيسر العناصر الموجودة فى التربة . ويستعمل الحامض بتركيز ٢,٠ فى الألف (أى بمعدل ٢٠٠ مل من الحامض / م^{٣} من مياه الرى) .

ويلاحظ أن الأسمدة الآزوتية تتحرك فى التربة إلى المدى الذى تصل إليه مياه الرى ، وتفقد بالنسبة نفسها التى تتسرب بها مياه الرى المحتوية على السماد إلى باطن الأرض .

ثانياً :الأسمدة الفوسفاتية

السماد	P_2O_5 (٪)	الذوبان (جم / لتر)
سوبر فوسفات عادى	١٥,٥	٢٠
سوبر فوسفات تربل	٤٥	٤٠
فوسفات ثنائى الأمونيوم	٥٣	٤٢٠
حامض الفوسفوريك التجارى (٧٥ ٪)	٥٣	(سائل ذائب)

ملحوظة: للتحول من P_2O_5 إلى P يضرب فى ٠,٢٣٦٤ . وللتحول من P إلى P_2O_5 يضرب فى ٢,٢٩١٥.

يقتصر استعمال الأسمدة الفوسفاتية مع مياه الرى على كلٍّ من فوسفات ثنائى الأمونيوم (التى تحتوى ـ كذلك ـ على نيتروجين بنسبة ٢١ ٪) ، وحامض الفوسفوريك الذى يستعمل بتركيز ٠,٣ فى الألف (٣٠٠ مل من الحامض / م^3 من مياه الرى) .

أما أسمدة السوبر فوسفات فهى شحيحة الذوبان فى الماء ، وتضاف إلى التربة عند إعداد الحقل للزراعة . ويتميز السوبر فوسفات العادى عن السوبر فوسفات الثلاثى باحتوائه على كميات كبيرة من الكالسيوم والكبريت فى صورة جبس ؛ حيث يبلغ محتوى السماد من الجبس حوالى ٥٠ ٪ .

ويلاحظ أن الأسمدة الفوسفاتية المضافة مع مياه الرى لا تتحرك فى التربة إلا لمسافة محدودة تتراوح بين ٤ ـ ٥ سنتيمترات فى الأراضى الثقيلة ، و ١٨ سنتيمترًا فى الأراضى الرملية الخفيفة ، وذلك أيا كانت كمية المياه المستعملة فى الرية الواحدة ، أو نسبة الفاقد من ـ مياه الرى ـ بالرشح .

ثالثاً :الأسمدة البوتاسية

تعتبر كبريتات (سلفات) البوتاسيوم أهم مصادر الأسمدة البوتاسية المستعملة فى مصر ، وهى تحتوى على K_2O بنسبة ٤٨ ٪ (للتحويل من K_2O إلى K يضرب فى ٠,٨٣٠١ . وللتحويل من K إلى K_2O يضرب فى ١,٢٠٤٧) ، كما أنها شحيحة الذوبان فى الماء (يبلغ أقصى ذوبان لها فى الماء ٦٢ جم / لتر) ؛ ولذا . . فإنها

لا تستعمل بطريقة الحقن مع مياه الرى إلا بعد محاولة إذابتها فى الماء الدافئ مع تركها جانبًا لمدة يوم كاملٍ ، ثم ترشيحها خلال قطعةٍ من القماش ، وأخذ الرائق فقط للتسميد ، ولكن معدل الفاقد من السماد (الذى لا يذوب) يكون كبيرًا . ولا تجب محاولة إذابة الرواسب (التى تتكون من رملٍ ، وأتربةٍ ، وجبسٍ ، وجيرٍ ... إلخ) ، وإنما تضاف إلى الأرصدة المكشوفة .

ولزيادة معدل ذوبان كبريتات البوتاسيوم يضاف إليها أولاً حامض النيتريك التجارى بمعدل لترٍ من الحامض لكل ٤ كجم من السماد ، ويتركان معًا لمدة حوالى ساعتين ، ثم يضاف إليهما الماء بمعدل ٤ لترات لكل كيلو جرامٍ من السماد ؛ وبذا .. يمكن حقن السماد بسهولةٍ فى ماء الرى دون أية متاعب فى عملية إذابته .

كما يمكن زيادة قابلية سماد كبريتات البوتاسيوم (وكذلك جميع الأسمدة الأخرى الشحيحة الذوبان) بإضافة ١٠٠ مل (سم^3) من حامض النيتريك التجارى لكل ٢٠٠ لترٍ من المياه المستخدمة فى تحضير رائق السماد (يمكن استعمال هذه الطريقة كذلك فى تحضير رائق سماد نترات الجير المصرى ، والسوبر فوسفات العادى ، والتربل سوبر فوسفات) .

التسميد السابق للزراعة

يشتمل التسميد السابق للزراعة على كل الأسمدة العضوية ، ونحو ١٠ ٪ ـ ٢٠ ٪ من السماد الآزوتى الكلى المزمع استعماله خلال موسم النمو ، و ٢٠ ٪ ـ ٣٠ ٪ من السماد البوتاسى الكلى ، و ٦٠٪ ـ ٧٠ ٪ من السماد الفوسفاتى الكلى .

وتكون إضافة الأسمدة ـ عادةً ـ بالمعدلات التالية لكل ١٠٠ م^2 من مساحة الصوبة :

١م^3 سماد بلدى ، أو ١/٢ م^3 سماد أغنامٍ أو خيولٍ ، أو ١/٥ م^3 زرق دواجن

٢٠ كجم سلفات نشادر

٢٠ كجم سوبر فوسفات عادى

١٠ كجم سلفات بوتاسيوم

٥ كجم سلفات مغنيسيوم

١٠ كجم كبريتًا زراعيا

ويعنى ذلك أن الصوبة العادية التى تبلغ مساحتها ٥٤٠م٢ تعطى قبل الزراعة الكميات التالية من الأسمدة :

٥م٣ سمادًا بلديا ، أو ٢,٥ م٣ سماد أغنامٍ أو خيولٍ ، أو ١م٣ زرق دواجن

١٠٠ كجم سلفات نشادر

١٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى

٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم

٢٥ كجم سلفات مغنيسيوم

٥٠ كجم كبريتًا زراعيا

يضاف السماد العضوى أولاً فى باطن خطوط الزراعة ، ثم تنثر عليه الأسمدة الكيميائية ، ثم تخلط الأسمدة كلها معًا ومع تربة المصطبة التى تتم إقامتها ، مع إقامة قناة المصطبة فى عمليةٍ واحدة .

رابعًا : مصادر المنجنيز والكالسيوم والكبريت

تعتبر كبريتات المغنيسيوم أهم مصدرٍ سماديٍّ للمغنيسيوم ، وهو ملح سريع الذوبان (٢٠٠ جم / لتر) ، ويحتوى على مغنيسيوم (MgO) بنسبة ٩,٦ ٪ فى ملح كيرزيربت ، و ١٨,٣ ٪ فى ملح إبسوم ؛ وهما يختلفان فى عدد جزيئات ماء التبلور .

ويتوفر الكالسيوم للنبات من السوبر فوسفات العادى والجبس الزراعى ، ويضاف كلاهما عن طريق التربة لشحة ذوبانهما فى الماء (٢ ٪ للسوبر فوسفات ، و ٢,٠ ٪ للجبس) .

كما يمكن إضافة نترات الكالسيوم مع مياه الرى أو رشُّها على الأوراق فى الأوقات الحرجة . كذلك يمكن استعمال رائق نترات الكالسيوم الجيرية (المغلفة بالجير) الشحيحة الذوبان حقنًا فى مياه الرى بعد إذابتها فى ماءٍ يحتوى على حامض نيتريك بنسبة ١٠٠ مل من الحامض / ٢٠٠ لترٍ من الماء .

أما الكبريت فيحصل عليه النبات من السوبر فوسفات العادى ، والجبس الزراعى ، وزهر الكبريت ، وكذلك المبيدات الفطرية المحتوية على الكبريت .

خامساً : مصادر العناصر الدقيقة

١ ـ الأسمدة المعدنية :

السماد (وجزيئات ماء التبلور)	العنصر الذى يوفره	نسبة العنصر (٪)	الذوبان (جم / لتر ماء)
كبريتات الحديدوز (٧ ماء)	الحديد	٢٠,١	٢٥٠
كبريتات المنجنيز(٤ ماء)	المنجنيز	٢٤,٦	٥٠٠
كبريتات الزنك (١ ماء)	الزنك	٣٦,٤	٣٣٠
كبريتات النحاس (٥ ماء)	النحاس	٢٥	٢٠٠
البوراكس (١٠ ماء)	البورون	١١,٣	١٠٠
موليبدات أمونيوم (٢ ماء)	الموليبدنم	٥٤	٢٠٠

٢ ـ الأسمدة المخلبية :

من أهم المركبات المخلبية ، ونسبة ما يرتبط بها من عناصر دقيقة ما يلى :

المركب	حديد (٪)	منجنيز (٪)	زنك (٪)	نحاس (٪)
EDTA	٥ ـ ١٤	٥ ـ ١٢	٦ ـ ١٤	٧ ـ ١٣
HEDTA	٥ ـ ٩	٥ ـ ٩	٩	٤ ـ ٩
DTPA	١٠	–	–	–
EDDHA	٦	–	–	–

وجميع الأسمدة المستعملة كمصادر للعناصر الدقيقة يمكن استعمالها رشا أو مع مياه الرى ؛ نظراً لسهولة ذوبانها فى الماء مع قلة الكميات المستعملة منها .