# الفصل العاشر

# الزراعة المحمية

بدأت زراعة الطماطم المحمية فى تربة البيوت المحمية ( الصوبات ) مباشرة ، ولم تزل هذه الطريقة هى الأكثر شيوعًا حتى الآن وهى إن كانت بسيطة ، لاتتطلب تطبيق تقنيات خاصة عند الزراعة وأثناء الخدمة ، إلّا أنها لاتتيح التحكم فى بيئة نمو الجذور ، كما أنه يتحتم تعقيم التربة سنويًّا إما بالبخار الذى يقضى على جميع الكائنات الحية فى التربة حتى عمق معين ، أو بمواد خاصة تقضى على كائنات معينة . وقد أدت زيادة تكاليف عملية التعقيم ، وقلة التحكم فى بيئة الجذور إلى إحلال مزارع الحصى محل الزراعات الأرضية فى الستينيات ثم انتشرت مزارع أكياس البيت Peat nodules فى السبعينيات . ثم أدخلت تقنية الغشاء المغذى Nutrient Film Technique على نطاق واسع فى إنجلترا ، ودول أوروبا الغربية بدءاً من منتصف السبعينيات وفى نهاية السبعينيات بدأ إدخال نظام الزراعة فى الصوف الصخرى Rock Wool Culture الذى أنتشر انتشاراً كبيراً فى معظم دول العالم خلال الثمانينيات لما له من مزايا عديدة . وتعتمد المناقشة فى هذا الفصل على إلمام القارئ بأساسيات الزراعة المحمية ، وهى التى سبق للمؤلف أن تناولها بالتفصيل فى مرجع آخر ( حسن ١٩٨٨ ) .

## الأصناف الملائمة للزراعات المحمية :

سبقت مناقشة أصناف الزراعات المحمية فى الفصل الثالث . ونكتفى هنا بالتأكيد على أن جميع أصناف الزراعات المحمية تزرع لأجل الاستهلاك الطازج ، لذا يجب أن يتوفر فيها جميع الصفات المرغوبة فى أصناف الاستهلاك الطازج ، وخاصة صفات الجودة العالية فيما يتعلق بالطعم ، والحجم ، والشكل ، واللون ، والصلابة العالية حتى تتحمل الشحن . وإلى جانب ذلك .. فإنها يجب أن تكون غير محدودة النمو حتى يمكن تربيتها رأسيًّا ، وأن تكون مقاومة لأكبر عدد ممكن من الأمراض ، خاصة تلك التى تنتشر فى الزراعات المحمية ، مثل فيرس تبرقش أوراق الدخان ، وعالية المحصول حتى يمكن تغطية نفقات الإنتاج وتحقيق عائد مجز . وأخيرًا فإنها يجب أن تكون قادرة على العقد الجيد تحت ظروف البيوت المحمية المتمثلة فى انعدام الرياح ، وضعف الإضاءة ( شتاءً ) وانخفاض درجة الحرارة ( شتاءً فى البيوت غير المدفأة ) ، وارتفاع درجة الحرارة ( صيفًا فى البيوت غير المبردة ) .

ويكون أغلب أصناف الطماطم المستخدمة فى الزراعات المحمية من الهجن العالية الإنتاجية ، مثل : دومبو Dombo ، ودومبيتو Dombito ، ودومبل Dombell ، وكارميللو Carmello ، ولوسي Lucy ، ومونت كارلو Mante Carlo وداريو Dario ، واريوس Darius ، ولندا Linda ، وفيمون Vemone ، ومار كنتو Marcanto ، وإستريللا Estrella ، وسوناتو Sonato ، وسوناتين Sonatine ، وفيروزا Virosa .

## الاحتياجات البيئية :

سبقت مناقشة الاحتياجات البيئية للطماطم فى الفصل الرابع ، ويعد هذا الجزء مكملاً ضروريًا له .

### درجة الحرارة :

تؤثر درجة حرارة التربة تأثيرًا كبيرًا على سرعة إنبات البذور ، فبينما يستغرق الإنبات نحو ٦ أيام فى درجة حرارة ٢٥ ــ ٣٠° م ، فإنه يستغرق نحو ١٤ يومًا فى درجة حرارة ١٤° م ، و٤٣ يومًا فى درجة حرارة ١٠° م . ويتراوح المجال الحرارى المناسب لنمو نباتات الطماطم من ١٥ ــ ١٨° م ليلاً ، و ١٨ ــ ٢٣° م نهاراً مع قدرة الطماطم على النمو فى درجات الحرارة الأعلى ، وتحمل درجات الحرارة الأقل من ذلك ، إلا أن الثمار لايمكنها العقد فى درجات حرارة أقل من ١٣ ــ ١٥° م ليلاً ، أو أعلى من ٢٨ ــ ٣٠° م نهارًا . وعندما يمكن التحكم فى درجة الحرارة داخل البيوت المحمية فإن Resh ( ١٩٨١ ) يوصى باتباع النظام التالى للمجال الحرارى المناسب من زراعة البذور حتى عقد الثمار .

١ ــ يحافظ على درجة حرارة ١٨ ــ ٢١° م ليلاً ونهارًا حتى إنبات البذور .

٢ ــ تخفض درجة الحرارة إلى ١١ ــ ١٣° م ليلاً ، و ١٥° م نهارًا بمجرد اكتمال امتداد الأوراق الفلقية ، ويستمر الوضع على هذه الحال لمدة ١٠ ــ ١٤ يومًا فى الجو الصحو أو الغائم جزئيًا ، ولمدة ٢ ــ ٣ أسابيع فى الجو الملبد بالغيوم وتؤدى هذه المعاملة إلى التبكير فى تكوين العنقود الزهرى الأول ، وزيادة عدد أزهاره مما يؤدى إلى زيادة المحصول المبكر .

٣ ــ تعرّض البادرات بعد ذلك ، وحتى يحين موعد شتلها لدرجة حرارة ١٤ ــ ١٦° م ليلًا ، و٢٢ ــ ٢٤° م نهارًا فى الجو الصحو أو الغائم جزئيًا ، ولدرجة حرارة ١٤ ــ ١٥° م ليلًا ، ١٥ ــ ١٦° م نهارًا فى الجو الملبد بالغيوم حتى تكون قوية النمو ، وذات سيقان سميكة .

٤ ــ تتراوح درجة الحرارة أثناء الإزهار وعقد الثمار بين ١٥ ــ ١٨° م ليلًا ، و٢٢ ــ ٢٤° م نهارًا فى الجو الصحو أو الغائم جزئيًا ، و ١٥ ــ ١٦° م ليلًا ونهارًا فى الأيام الملبدة بالغيوم حتى تعقد الثمار بصورة جيدة .

ويلاحظ أن درجات الحرارة التى ينصح بها تكون منخفضة قليلًا فى الجو عنها فى الجو الغائم الصحو ، وذلك لأن أرتفاع الحرارة يؤدى ــ فى هذه الظروف إلى زيادة النمو النباتى ، بينما يكون معدل البناء الضوئى منخفضًا بسبب ضعف الإضاءة . وعليه .. فإن تعريض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة ، وإضاءة ضعيفة يؤدى إلى جعل النمو النباتى رهيفًا وضعيفًا .

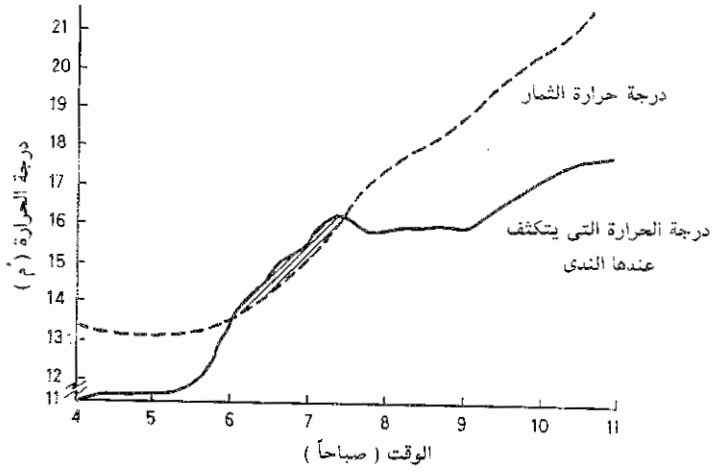
## الرطوبة النسبية :

تساعد الرطوبة النسبية العالية فى الزراعات المحمية على انتشار الإصابة بالأمراض ، خاصة بفطر بوترتيس *Botrytis* . ويوضح شكل ( ١٠ ــ ١ ) كيفية أن تقل درجة حرارة الثمار عن الدرجة التى يتكثف عندها الندى Dew Point Temperature ابتداءً من السادسة صباحًا ، ولمدة حوالى ساعة ونصف وهى الفترة التى يتكثف خلالها الندى على الثمار ، مما يزيد من فرصة الإصابة بالأمراض . ويمكن تجنب ذلك برفع درجة الحرارة قليلًا قبل شروق الشمس حتى لايحدث ارتفاع مفاجىء فى درجة حرارة الهواء بعد الشروق ، بينما لاتزال الثمار باردة . ويؤدى ارتفاع الرطوبة النسبية كذلك إلى قلة امتصاص العناصر المنتقلة مع تيار الماء الذى يفقد بالنتح ، خاصة عنصر الكالسيوم ، وهو الأخر الذى قد يتسبب فى زيادة نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى . لذا .. فإنه من الضرورى أن نعمل على خفض الرطوبة النسبية كلما دعت الضرورة إلى ذلك بالتهوية الجيدة .

وقد تنخفض الرطوبة النسبية كثيرًا فى البيوت الزجاجية خلال الصيف إلى الدرجة التى يكون لها تأثير سيء على التلقيح وعقد الثمار . فى هذه الحالة يلزم توفير نظام لتزويد الصوبة بالماء الذى يخرج على شكل قطرات متناهية فى الصغر ( على شكل ضباب mist ) . وتعرف هذه العملية باسم التضبيب misting وهى تفيد فى زيادة الرطوبة النسبية ، وخفض درجة الحرارة فى آن واحد ( Van de Vooren وآخرون ١٩٨٦ ) .

## التلقيح وعقد الثمار :

لايعد هذا الجزء بديلًا للفصل الخامس الخاص بمناقشة موضوع فسيولوجيا الإزهار وعقد الثمار ، ولكنه مكمل له فيما يتعلق بالتلقيح ، والعقد تحت ظروف الإضاءة القوية ، والحرارة المرتفعة صيفًا ، أو الإضاءة الضعيفة ، والحرارة المنخفضة شتاءً ، خاصة فى المناطق الباردة حيث يقل بناء المواد الكربوهيدارتية بما يحد من عقد الثمار ، كما تؤثر هذه الظروف على إنتاج الأزهار بدرجة أكبر من تأثيرها على النمو الخضرى . ومما يؤكد ذلك أن إضافة غاز ثانى أكسيد الكربون إلى هواء البيت تحدث تحسنًا واضحًا فى عقد الثمار وحجمها ، وذلك بسبب ارتفاع مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات عند زيادة تركيز الغاز . ولدرجات الحرارة الأقل من ١٠°م ، وكذلك الأعلى من ٢٣°م تأثيرات سيئة على واحدة أو أكثر من العمليات المؤثرة على عقد الثمار فى الطماطم إذ يتأثر تكوين




**شكل ( ١٠ – ١ )** : التغيرات فى درجة حرارة الثمار ، ودرجة الحرارة التى يتكثف عندها الندى من الرابعة صباحًا إلى الحادية عشر قبل الظهر . توضح المنطقة المظللة بداية ونهاية الفترة التى يتكثف فيها الندى على الثمار .

حبوب اللقاح بدرجات الحراره المنخفضة بشدة ، خاصة بعد الانقسام الاختزالى . ويؤدى ضعف الإنبات ، وبطء نمو الأنابيب اللقاحية فى درجات الحرارة المنخفضة إلى زيادة حالة العقد سوءًا فى بعض الأصناف أما فى الحرارة المرتفعة ، فتتأثر جميع العمليات التى تسبق عقد الثمار سلبيًّا بدرجات متفاوتة فى الأصناف المختلفة ، كما يؤدى توفير درجة حرارة معتدلة مثل ٣٠°م ليلًا ونهارًا بالتدفئة الصناعية ــ عند انخفاض شدة الإضاءة ــ إلى زيادة النمو الخضرى على حساب عقد الثمار .

ونستعرض فيما يلى عمليات ومراحل النمو التى تسبق عقد الثمار ، وكيفية تأثرها بالعوامل البيئية المختلفة التى تسود الزراعات المحمية ( عن Picken ١٩٨٤ ) :

## تكوين حبوب اللقاح :

لوحظ أن الانقسام الاختزالى للخلية الأمية لحبة اللقاح يحدث قبل تفتح الزهرة بتسعة أيام ، ذلك عندما تكون الظروف البيئية مناسبة من حيث الإضاءة الجيدة ، ودرجة الحرارة المعتدلة التى تبلغ حوالى ٢٠° م . وينتهى الانقسام الاختزالى بتكوين حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة بسبعة أيام ، وتزيد حبوب اللقاح فى الحجم تدريجيًّا إلى أن تصبح كروية قبل تفتح الزهرة بثلاثة أيام . وفى هذا الوقت تظهر بكل منها نواتان هما : التناسلية والخضرية . وتحدث نفس هذه التطورات تحت ظروف الحرارة المنخفضة ، والإضاءة الضعيفة فى البيوت المحمية شتاءً ، إلّا أن الخطوات قد تكون أبطأ من ذلك قليلًا .

ولعقد الثمار ، ومقدرة النباتات على إنتاج حبوب اللقاح علاقة فريدة بكل من الإصابة ، والمقاومة لفيرس تبرقش أوراق الدخان . فالنباتات المصابة بالفيرس يقل فيها عقد الثمار عن النباتات السليمة ، كما أن النباتات المقاومة للفيرس يقل فيها إنتاج حبوب اللقاح ، وذلك لوجود ارتباط على مايبدو — بين جينات المقاومة للفيرس وجينات إنتاج حبوب اللقاح . فقد وجد عند مقارنة سلالات ذات أصول وراثية متشابهة isogenic lines لاتختلف عن بعضها إلّا فى كونها مقاومة أصيلة( $Tm\text{-}2^2$ $Tm\text{-}2^2$ ) أو قابلة للإصابة أصيلة ( $tm\ tm$ ) بفيرس تبرقش أوراق الدخان — أن كمية حبوب اللقاح المنتجة كانت أقل ، وأن عقد الثمار كان أقل فى السلالات المقاومة عنه فى السلالات القابلة للإصابة ويعنى ذلك أن التأثير المفيد للمقاومة على العقد يختفى بسبب التأثير الضار للمقاومة على إنتاج حبوب اللقاح . وتتضح أهمية هذا الأمر إذا علمنا أن الإصابة بفيرس تبرقش أوراق الدخان تنتشر بسرعة فى الأصناف القابلة للإصابة فى الزراعات المحمية ؛ لأن الفيرس ينتقل ميكانيكيًّا فى الوقت الذى تتطلب فيه عمليات الخدمة الزراعية لمس النباتات عدة مرات أثناء نموها ولذا تحتوى معظم أصناف الزراعات المحمية الحديثة على جين أو أكثر من الجينات المسئولة عن المقاومة لهذا الفيرس

وتعد حيوية حبوب اللقاح أهم من كميتها المنتجة ، وتتم أفضل طريقة لتقدير الحيوية بوضع حبوب اللقاح على مياسم الأزهار فى ظروف مثالية للعقد ، ثم حساب عدد البذور المتكونة بكل ثمرة إلا أنها طريقة بطيئة ، لذا يفضل الباحثون تقدير حيوية حبوب اللقاح بحساب عدد الأنابيب اللقاحية التى تنمو فى ميسم الزهرة بالفحص الميكروسكوبى . وهى طريقة سريعة لاتستغرق أكثر من ٤٨ — ٧٢ ساعة من التلقيح ، ولكنها أقل دقة من الطريقة الأولى ، لأن بعض حبوب اللقاح قادرة على الإنبات دون أن تكون قادرة على الإخصاب ، مثل : حبوب اللقاح المخزنة لفترات طويلة ، والحبوب المعاملة بالإشعاع . وتتم أبسط الطرق لاختبار الحيوية بإنبات حبوب اللقاح فى بيئات صناعية بعد صبغها بصبغات خاصة ، ولو أنها تعد أيضاً أقل الطرق دقة ، نظرًا لبعد العلاقة بين إنبات حبوب اللقاح بهذه الطريقة ، وبين مقدرتها على الإخصاب

## تأثير الحرارة على تكوين حبوب اللقاح :

أثبت تعريض نباتات الطماطم النامية فى درجة حرارة ٢٠° م لدرجة حرارة ٤٠° م لمدة ٣ ساعات فقط فى كل من يومين متتالين ، وتكرار المعاملة فى مواعيد مختلفة قبل تفتح الأزهار ان اكثر الفترات تأثيرًا بدرجة الحرارة المرتفعة كانت قبل تفتح الزهرة بتسعة أيام ، وتوافق ذلك مع الانقسام الاختزالى للخلية الأمية لحبوب اللقاح . واستمر الضرر بمعدل كبير عندما أجريت معاملة الحرارة المرتفعة قبل تفتح الزهرة بخمسة أيام ، حيث كانت حبوب اللقاح فى طور التكوين ، بينما لم يكن للحرارة المرتفعة تأثير يذكر على حبوب اللقاح الناضجة عندما أجريت المعاملة قبل تفتح الزهرة بيوم واحد ، أو ثلاثة أيام ، ولم يتأثر تكوين البويضات كثيرًا بمعاملة الحرارة المرتفعة ، خاصة عندما أجريت المعاملة بعد الانقسام الاختزالى الذى حدث قبل تفتح الزهرة بثانية أيام وقد لوحظ أن الضرر الذى

أحدثته معاملات الحرارة المرتفعة لحبوب اللقاح كان أكبر بكثير من الضرر الذى أحدثته للبويضات مهما أختلف وقت المعاملة . وكان الدليل على ذلك أن العقد تحسن فى الأزهار المعاملة عندما لقحت مياسمها بحبوب لقاح مأخوذة من نباتات لم تتعرض للحرارة المرتفعة

وبالمقارنة نجد أن الحرارة المنخفضة لم تؤثر كثيرًا على عملية تكوين حبوب اللقاح باستثناء فترة حرجة سبقت تفتح الأزهار بأسبوعين كانت فيها النباتات حساسة لمعاملة الحرارة المنخفضة . ومن المعتقد أن هذه الفترة تعقب الانقسام الاختزالى للخلية الأمية لحبوب اللقاح ، وذلك على اعتبار أن العمليات المؤدية إلى تكوين حبوب اللقاح تكون بطيئة نسبيًّا فى درجات الحرارة المنخفضة ، كذلك لم يكن للحرارة المنخفضة تأثيراً على حيوية حبوب اللقاح ، إلا عندما كان التعرض للبرودة ليلًا ونهارًا ، فلم تتأثر حيوية حبوب اللقاح عندما تعرضت النباتات لدرجة حرارة ٨° م أو ٥° م لمدة ١٢ ساعة ليلاً ، مع حرارة ٢٠° م نهارا لمدة ٧ أيام ، بينما تأثرت نوعية حبوب اللقاح لمدة أسبوعين بعد انتهاء المعاملة فى النباتات التى تعرضت لدرجة حرارة ٦ ــ ٧° م ليلًا ونهارًا لمدة أسبوع . ومن المعتقد أن معاملة الحرارة المنخفضة أثرت على تكوين وتطور الزهرة .

## التلقيح :

تحتاج نباتات الطماطم فى الزراعات المحمية شتاءً إلى هز العناقيد الزهرية بآلة خاصة مرة واحدة على الأقل كل يومين لضمان عقد الثمار بصورة جيدة ، ولايلزم إجراء ذلك للنباتات النامية صيفًا ، وربما كان ذلك بسبب اهتزاز النباتات بصورة طبيعية عند إجراء عملية التهوية أو التبريد صيفًا ، وجفاف حبوب اللقاح المنتجة صيفًا بالمقارنة بتلك المنتجة شتاءً ، فتكون الأولى مفردة وخفيفة ، بينما تكون الثانية متكتلة ولزجة مما يستدعى هز الأزهار للمساعدة على التلقيح . ويفضل إجراء عملية الهز خلال منتصف النهار ، كما تزداد فاعليتها عندما تكون الرطوبة النسبية حوالى ٧٠٪ ، ويتراوح المجال المناسب من ٥٠ ــ ٩٠٪ ، ولاتساعد الرطوبة الأقل من ذلك على التصاق حبوب اللقاح بمياسم الأزهار بصورة جيدة ، بينما تؤدى الرطوبة الأعلى من ذلك إلى بقاء حبوب اللقاح داخل المتوك .

ويؤثر بروز الميسم من الأنبوبة السدائية تأثيرًا سيئًا على عملية التلقيح ، وذلك لأنه لايسمح بوصول حبوب اللقاح إلى الميسم ، كما يؤدى إلى سرعة جفافه وذبوله . وتحدث هذه الظاهرة عند ضعف شدة الإضاءة ، أو ارتفاع درجة الحرارة ، أو زيادة مستوى التسميد الأزوتى .

وإلى جانب ما تقدم .. نجد ان الحرارة المرتفعة تؤدى إلى ضعف تكوين الإندوثيسيم endothecium ( النسيج المسئول عن انتشار حبوب اللقاح ) وقد تأكد ذلك عندما عرضت النباتات لدرجة حرارة ٢٢° م ليلًا مع ٣٩° م نهارًا . كما يصاحب الإضاءة الضعيفة فى الغالب انشقاق فى الأنبوبة المتكية ، مع تضخم وتضاعف fasciation قلم الزهرة . وتؤدى جميع هذه العوامل إلى سوء التلقيح ، كما يتطلب

التلقيح الجيد بقاء حبوب اللقاح على المياسم لفترة حتى تنبت ، ولايحدث ذلك عندما تكون الرطوبة النسبية أقل من ٥٠٪ أو عندما ترتفع أوتنخفض درجة الحرارة عن المجال المناسب ( ١٧° م ليلًا ، و ٢٤° م نهارًا ) .

## إنبات حبوب اللقاح :

يتأثر إنبات حبوب اللقاح كثيرًا بدرجة الحرارة السائدة . فعندما تكون حبوب اللقاح عالية الحيوية نجد أن الوقت اللازم لإنباتها يتزايد بانخفاض درجة الحرارة على النحو التالى : نصف ساعة فى ٣٧° م ، وساعة كاملة فى ٢٥° م ، و ٣ ساعات فى ١٥° م ، و ٥ ساعات فى ١٠° م ، و ٢٠ ساعة فى ٥° م ويقل الإنبات كثيرًا فى درجات الحرارة الأعلى من ٣٧° م ، والأقل من ٥م° . هذا .. بينما لاتؤثر الإضاءة العالية أو الرطوبة النسبية فى مدى ٥٠ ــ ٩٠٪ على سرعةإنبات حبوب اللقاح . ونجد أن إنبات حبوب اللقاح المأخوذة من أزهار تامة التفتح يكون أسرع من تلك المأخوذة من الأزهار عقب تفتحها مباشرة .

## نمو أنابيب اللقاح :

تصل الأنبوبة اللقاحية إلى الكيس الجنينى خلال فترة قدرها الباحثون بنحو ١٢ ــ ٥٠ ساعة وتزداد سرعة النمو بارتفاع درجة الحرارة حتى ٣٥° م ، بينما يتوقف النمو فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك . وعند انخفاض الحرارة إلى ١٠° م ، يكون نمو الأنابيب اللقاحية أبطأ كثيرًا من أن يؤثر على عملية الإخصاب . أما الرطوبة النسبية ، وشدة الإضاءة ، فلا يبدو أن لها تأثيرًا يذكر على نمو أنابيب اللقاح .

## إنتاج البويضات :

يحدث الإنقسام الاختزالى الذى يؤدى إلى إنتاج البويضات بعد يوم واحد من الانقسام الاختزالى الذى يؤدى إلى إنتاج حبوب اللقاح ، ويكون ذلك قبل تفتح الزهرة بثمانية أيام . وتلك هى أحرج الفترات التى يتأثر فيها تكوين البويضات بدرجة الحرارة المرتفعة . ومع أن الإضاءة الضعيفة تؤدى إلى صغر حجم الأزهار والمبايض ، إلّا أن ذلك لم يؤثر على حيوية البويضات .

## الإخصاب :

قد تؤثر درجة الحرارة على عملية الإخصاب نفسها ، وعلى العمليات السابقة ، أو التالية لها مباشرة . ومثال ذلك : تأثير درجة الحرارة على مدة إنبات حبوب اللقاح ، وسرعة وصولها إلى الكيس الجنينى ، وتأثيرها على الجنين فى بداية تكوينه ( الـ Proembryo ) .

### تكوين الثمار :

يتوقف نمو بعض الثمار العاقدة أحيانًا ، ويحدث ذلك أثناء الظروف البيئية غير المناسبة ، مثل الحرارة المرتفعة ، أو الإضاءة الشديدة . كما قد يتوقف نمو الثمار الأخيرة فى العنقود كذلك بسبب منافسة الثمار الأولى لها على الغذاء . ويتأثر الحجم النهائى للثمرة بعدد البذور التى تتكون بها ، والتى ربما تكون مصدراً للأوكسينات المساعدة على زيادة حجم الثمرة .

## مواعيد الزراعة :

إن القاعدة التى تجب مراعاتها عند اختيار الموعد المناسب لزراعة الطماطم فى البيوت المحمية هى أن يكون الحصاد فى الفترات التى يقل ، أو ينعدم فيها الإنتاج من الزراعات المكشوفة ، ويكون ذلك عادة فى الأوقات التالية .

١ ــ بعد الفترات التى تنخفض فيها درجة الحرارة ليلاً عن ١٣ ــ ١٥° بنحو شهرين ، وتستمر لفترة تماثل مدة انخفاض درجة الحرارة .

٢ ــ بعد الفترات التى ترتفع فيها درجة الحرارة نهارًا عن ٢٨ ــ ٣٠° م بنحو شهر ونصف ، وتستمر لفترة تماثل مدة ارتفاع درجة الحرارة .

ويرجع السبب فى ذلك إلى توقف عقد الثمار عند انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة عن الحدود المبينة أعلاه . ويظهر تأثير ذلك على المحصول بعد مدة تتراوح من شهر ونصف إلى شهرين حسب درجة الحرارة .. وهى الفترة اللازمة من عقد الثمار إلى نضجها .

فإذا علمنا أن نباتات الطماطم تبدأ فى إعطاء محصولها فى الجو المناسب بعد نحو ٧٥ يومًا من الشتل ، فإنه يمكن تحديد الموعد المناسب للشتل فى كل منطقة على حدة بفرض إمكانية التحكم فى البيوت المحمية بالتدفئة أو بالتبريد ، وبخلاف ذلك .. فإن الزراعة المحمية لاتفيد فى تحسين العقد عمّا فى الزراعات المكشوفة .

ويؤدى شتل الطماطم خلال أبريل ومايو ويونيه إلى توفير المحصول خلال المدة من يوليه حتى أكتوبر ، وهى الفترة التى ينعدم فيها إنتاج الحقول المكشوفة فى المناطق ، أو الدول 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 البعض أن إنتاج الطماطم فى البيوت البلاستيكية للتسويق المحلى لايعد اقتصاديًا بسبب انخفاض الأسعار ، وينصحون بشتل الطماطم تحت الأنفاق البلاستيكيه المنخفضة خلال شهر نوفمبر وأوائل ديسمبر بدلًا من ذلك ــ حتى تعطى محصولًا فى أواخر فبراير وأوائل مارس ، أو يمكن شتل النباتات فى نفس الموعد ، وتربيتها رأسيًا بين البيوت البلاستيكية

المستغلة فى إنتاج محاصيل أخرى ، حيث تتوفر لها حماية جزئية من الرياح الباردة . أما عند وجود تعاقدات للتصدير بأسعار مجزية ، فمن الممكن إنتاج الطماطم فى البيوت البلاستيكية الاقتصادية مع شتلها خلال شهرى ديسمبر ويناير ، لكن نظرًا لأن البيوت البلاستيكية فى مصر لاتكون مدفأة مما يؤثر سلبيًا على العقد خلال شهرى يناير وفبراير ، لذا .. ينصح بالشتل خلال شهر أكتوبر .

## الزراعة وعمليات الخدمة :

تتطلب كل ١٠٠٠ م$^{٢}$ من زراعات الطماطم المحمية نحو ٥٨٠ ساعة عمل يخصص نحو ٣٨٪ منه للحصاد ، و ٣٠٪ منها للتربية والتقليم ، و ١١٪ منها لإزالة الأوراق السفلية ، و ١١٪ منها للتلقيح أما الـ ١٠٪ المتبقية ( حوالى ٥٨ ساعة عمل ) ، فتلزم لباقى العمليات الزراعية ، وهى الزراعة ، ومكافحة الآفات ، والتخلص من النباتات بعد الحصاد ( Van de Vooren ١٩٨٦ ) .

### الزراعة :

يلزم نحو ١٢,٥ جم من بذور الطماطم لإنتاج شتلات تكفى لزراعة ١٠٠٠ متر مربع ، وتزرع كل بذرة منفردة فى آنية خاصة بها ، أو عين من عيون الإصص الورقية Paper pots أو السبيدلنج تريز Speedling trays ، وذلك نظرًا لارتفاع ثمن بذور الأصناف الهجين المستخدمة عادة فى الزراعات المحمية . وللمزيد من التفاصيل الخاصة بإنتاج الشتلات ، يراجع الموضوع فى الفصل الرابع .

ينصح فى الأراضى الخفيفة بشتل النباتات بعد نحو ٢٥ ــ ٣٥ يومًا من زراعة البذور . ويكون الشتل على خطوط تبعد عن بعضها بمقدار ٨٠ سم ، على أن تكون المسافة بين النباتات فى الخط من ٥٠ ــ ٦٠ سم ، وبذلك تكون كثافة الزراعة نحو ٢ ــ ٢,٥ نبات بكل متر مربع . كما يمكن الزراعة فى خطوط مزدوجة بحيث تكون المسافة بين خطى كل زوج ٧٠ سم ،على أن يفصل كل زوج من الخطوط عن الزوج المجاور له بمسافة ١٠٠ سم ، وهى مسافة تكفى لمرور العمال لإجراء عمليات الخدمة والحصاد . أما المسافة بين النباتات فى الخط فإنها تكون ٥٠ سم مع تبادل مواقع الشتلات فى الخط المزدوج ( وزارة الزراعة والثروة السمكية ــ الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢ ) .

أما فى الأراضى الثقيلة .. فإنه ينصح بإقامة مصاطب عرضها من بطن الخط إلى بطن الخط التالى ١٥٠ سم ، مع ترك ٥٠ سم على الجانبين لجوار 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 ، إلا أنه يلزم فى هذه الحالة تضييق عرض المصطبة إلى ١٤٠ سم . وتكون زراعه الشتلات فى خطين على جانبى المصطبة ، وعلى مسافة ٤٥ سم بين النبات والآخر فى النظام الأول ( نظام المصاطب الخمس ) ، و ٥٠ سم فى النظام الثانى ( نظام المصاطب الست ، مع مراعاة أن تبعد

خطوط الزراعة بمسافة ٢٠ ــ ٢٥ سم عن حافة المصاطب ، وأن تكون مواقع النباتات فى الخطين بالتبادل على شكل رجل غراب ( عرفه وآخرون ١٩٨٦ ) .

**الرى :**

من الضرورى أن تتم العناية بعملية الرى ، وبتوفير الرطوبة الأرضية بالقدر المناسب . ويفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى تقليل التقلبات الكبيرة فى الرطوبة الأرضية . وعند اتباع طريقه الرى بالتنقيط لايهم عدد مرات الرى اليومية ، مادامت النباتات تأخذ كل احتياجاتها من الرطوبة ( Snyder & Bauerle ١٩٨٥ ) . ويكفى خط واحد من خطوط الرى بالتنقيط لكل خط مزدوج من خطوط الزراعة .

## التسميد والاحتياجات السمادية فى المزارع الأرضية :

اختلفت تقديرات الباحثين بشأن كميات العناصر التى تمتصها نباتات الطماطم من التربة فى الزراعات المحمية . وقد تراوحت التقديرات للهكتار ( الهكتار = ١٠٠٠٠ م$^{٢}$ = ٢,٣٨ فدان ) كما يلى : النيتروجين ٢٧٣ ــ ٣٨٦ كجم ، والفوسفور ٣٥ ــ ١٠٥ كجم ، والبوتاسيوم ٥٨٠ ــ ٨٩٣ كجم ، والكالسيوم ٢٨٠ ــ ٣٤٠ كجم ، والمغنسيوم ٤٨ ــ ٨٨ كجم . أما تقديرات العناصر الممتصة فى مزارع البيت موس فى البيوت المحمية ، فقد كانت أعلى من ذلك ، وبلغت : ٦١٢ كجم/ هكتار للنيتروجين ، و ٩٠ كجم للفوسفور ، و ٩٦١ كجم للبوتاسيوم ، و ٢٨١ كجم للكالسيوم ، و ١٠٤ كجم للمغنسيوم ، ومن الضرورى توفير هذه الكميات من العناصر على صورة أسمدة ، وذلك للحصول على أعلى إنتاجية من الزراعات المحمية . وقد قدر بعض الباحثين أن نبات الطماطم يمتص يوميًا حوالى ٤,٩ جم نيتروجين ، ٠,٨٧ ــ ١,٨ جم فوسفور ، و ١,١٥ ــ ٤,١٩ جم بوتاسيوم . وتفيد هذه التقديرات فى حساب الاحتياجات السمادية على أساس عدد النباتات فى الصوبة ، وتختلف نسبة مايصل إلى الثمار من هذه العناصر عما فى الزراعات المكشوفة ، وذلك لأن نسبة الثمار إلى النموات الأخرى تكون أعلى بكثير فى الزراعات المحمية عما فى الزراعات الحقلية . ويوضح جدول ( ١٠ ــ ١ ) كميات العناصر التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية ، ونسبة مايصل منها إلى الثمار ، ويتضح من الجدول أن الثمار يصلها نحو ٦٠٪ من الكميات التى تمتصها النباتات من العناصر الأولية ، وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، بينما يصلها نحو ثلث الكمية الممتصة من المغنسيوم ، وأقل من ٥٪ من الكمية الممتصة من الكالسيوم . وفى دراسات أخرى بلغ الوزن الجاف لثمار الطماطم من ٥١ ــ ٦٣٪ من الوزن الجاف الكلى للنبات وذلك يدل على أن المخزون بالثمار أكثر من نصف كمية الغذاء الموجودة فى النبات سواء أكانت تلك المواد التى يقوم النبات بتجهيزها ، أم تلك التى يمتصها من التربة .

**جدول ( ١٠ – ١ )** : توزيع العناصر الرئيسية التى تمتصها الطماطم فى الزراعات المحمية على مختلف الأجزاء النباتية ( جم / نبات ) .

| الجزء النباتى | النيتروجين | الفوسفور | البوتاسيوم | الكالسيوم | المغنسيوم |
|---|---|---|---|---|---|
| أنصال الأوراق | ٣,٧٧ | ٠,٧٥ | ٥,٨٥ | ٨,٥٦ | ٠,٥٧ |
| أعناق الأوراق | ٠,٦٨ | ٠,١٧ | ٤,٠٧ | ١,٨٩ | ٠,٣٤ |
| الأزهار ، وأعناق الثمار | ٠,٢٢ | ٠,٠٤ | ٠,٣٧ | ٠,١٤ | ٠,٠٣ |
| السيقان | ٠,٨٧ | ٠,٢٥ | ٢,٣٤ | ٠,٩٠ | ٠,١٩ |
| الجذور | ٠,٠٦ | ٠,٠١ | ٠,٠٨ | ٠,٠٥ | ٠,٠١ |
| الثمار | ٨,٥٥ | ١,٨٢ | ١٦,٧٠ | ٠,٥٨ | ٠,٦٢ |
| المجموع الكلى | ١٤,١٥ | ٣,٠٤ | ٢٩,٤١ | ١٢,١٢ | ١,٧٦ |
| نسبة مايصل إلى الثمار | ٦٠,٤٪ | ٥٩,٩٪ | ٥٦,٨٪ | ٤,٨٪ | ٣٥,٢٪ |

يفيد تحليل النبات فى التعرف على احتياجاته السمادية وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع فى الفصل الخامس ، حيث أوضحنا أن تركيز العناصر فى النباتات التى لاتعانى من نقص العناصر يقل تدريجيًا مع تقدمها فى العمر . ويُبيّن جدول ( ١٠ ــ ٢ ) هذه الحالة بالنسبه لزراعات الطماطم المحمية ، كما يعطى الجدول التركيزات الطبيعية لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى المراحل المختلفة للنمو معبرًا عنها برقم العنقود ذى الأزهار المتفتحة . ويلاحظ أن محتوى الأوراق من جميع العناصر يتناقص مع تقدم النبات فى العمر ، ويصل مقدار النقص فيما بين مرحلتى إزهار العنقودين الثانى والثانى عشر إلى ٣٥٪ فى حالتى النيتروجين ، والبوتاسيوم ، و ٢٢٪ فى حالة الفوسفور ( عن Adams ١٩٨٦ ) .

ونذكر فيما يلى البرنامج التسميدى المتبع فى شركة العين لإنتاج الخضروات ( دولة الإمارات العربية المتحدة ) كمثال للتسميد مع ماء الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية ، والذى يمكن الاقتداء به فى الظروف المماثلة ، وهو كما يلى :

١ ــ تضاف الأسمدة التاليه نثرًا ، أو تخلط بالطبقة السطحية من التربة قبل الزراعة :

| السماد | المعدل ( بالكيلو جرام للهكتار ) |
|---|---|
| سوبر فوسفات ثلاثى | ٥٠٠ |
| نتروفوسكا مركب (١٥ ــ ١٥ ــ ١٥ ) | ٤٠٠ |
| سلفات المغنسيوم | ١٠٠ |

جدول ( ١٠ – ٢ ) : محتوى أوراق الطماطم فى الزراعات المحمية من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى المراحل المختلفة من النمو النباتى [١] .

| عمر النبات معبرًا عنه برقم آخر عنقود تفتحت أزهاره | محتوى الأوراق من العنصر ( ٪ على أساس الوزن الجاف ) | | |
|---|---|---|---|
| | النيتروجين | الفوسفور | البوتاسيوم |
| ٢ | ٤,٨ | ٠,٣٢ | ٥,٠ |
| ٣ | ٤,٠ | ٠,٢٤ | ٤,١ |
| ٥ | ٣,٥ | ٠,٣٠ | ٤,٢ |
| ٧ | ٣,٦ | ٠,٢١ | ٣,٦ |
| ٩ | ٣,١ | ٠,٢٠ | ٣,١ |
| ١٢ | ٣,١ | ٠,٢٥ | ٣,٢ |

(١) أجريت التحاليل على الورقة التى توجد أسفل آخر العناقيد المزهرة مباشرة .

٢ ــ تترك النباتات بعد الشتل بدون تسميد لمدة ٢ ــ ٣ أسابيع .

٣ ــ يبدأ بعد ذلك برنامج التسميد التالى ، ويستمر حتى بداية تكوين العناقيد الزهرية : يُذاب سماد مركب تحليله ١٩ ــ ٦ ــ ٦ فى ماء الرى بمعدل ٢٥ كجم/ ٢ م$^{٣}$ ماء للهكتار ، وعندما يكون النمو الخضرى ضعيفاً تجب إضافة ١٠ ــ ٢ كجم يوريا ( فى نفس كمية الماء للهكتار ) كما سبق ، وتروى النباتات بهذا المحلول السمادى كل يومين بالتبادل مع ماء الرى الخالى من الأسمدة .

٤ ــ تسمد النباتات بعد الإزهار بسماد فوسفات الأمونيوم الأحادية بمعدل ٥٠ كجم للهكتار كل ٣ أيام مع ماء الرى .

٥ – تسمد النباتات عند بداية تكوين الثمار بأسمدة غنية بالبوتاسيوم تحليلها ١٢ ــ ٤ ــ ٢٤ ، أو ١٥ ــ ٦ ــ ٣٠ ، كما تعطى دفعات من نترات البوتاسيوم بمعدل ٢٥ ــ ٣٠ كجم للهكتار .

٦ – تضاف العناصر الدقيقة أسبوعيًا بطريقة الرش على الأوراق بمعدل ١ ــ ٢ كجم/ ٢ م$^{٣}$ ماء ، وتكفى هذه الكمية لرش مساحة هكتار تقريبًا .

وكقاعدة عامة .. فإنه ينصح فى الأراضى الرملية التى تروى فيها النباتات بالتنقيط أن يكون التسميد على الوجه التالى لكل ١٠٠٠ متر مربع :

١ – تضاف الأسمدة التالية قبل الزراعة ، مع خلطها جيدًا بالتربة أثناء إعداد الأرض : ٢ طن سماد عضوى متحلل ، وأسمدة كيميائية تحتوى على ٧ كجم نيتروجين ، و ٢٥ كجم فوسفور ، و ١٥ كجم بوتاس ، و ٥ كجم منجنيز .

٢ – تروى النباتات خلال الأسبوع الأول بعد الشتل بالماء العادى بدون تسميد .

٣ – تروى النباتات فى الأسبوعين الثانى والثالث بعد الشتل بمحلول سمادى يحتوى على ٢ كجم نيتروجين ، و ١ كجم فوسفور ، و ٣ كجم بوتاس ( لكل أسبوع ) .

٤ – تروى النباتات فى الأسبوعين الرابع والخامس بعد الشتل بمحلول سمادى يحتوى على ٣ كجم نيتروجين ، و ٥, ١ كجم فوسفور ، و ٤ كجم بوتاس ( لكل أسبوع ) .

٥ ــ تروى النباتات بداية من الأسبوع السادس حتى نهاية الحصاد بمحلول سمادى يحتوى على ٤ كجم نيتروجين ، ٥, ١ كجم فوسفور ، و ٦ كجم بوتاس ( لكل أسبوع ) ( وزارة الزراعة والثروة السمكية ــ دولة الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢ ) .

أما فى الأراضى الثقيلة ، فإن النباتات تعطى كميات مماثلة من العناصر الغذائية ، إلا أن التسميد يكون على فترات متباعدة نسبيًا عما فى الأراضى الخفيفة . وينصح عرفه وآخرون ( ١٩٨٦ ) بأن يسمد البيت البلاستكى الواحد الذى تبلغ مساحته حوالى ٥٠٠ مترًا مربعًا بنحو ١٥ كجم نترات نشادر ، ١٠ كجم سلفات بوتاسيوم ، و ٣ كجم سوبرفوسفات أحادى ، مع وضع هذه الأسمدة إلى جانب النباتات قبل العزق ، ثم تروى الصوبة . ويكرر هذا النظام فى التسميد كل ريَّتَيْن ؛ أى يروى البيت مرة مع التسميد ، ومرة بدون تسميد .. وهكذا .

**المحاليل المغذية ، واحتياجات العناصر فى المزارع اللاأرضية :**

إن المزارع اللاأرضية هى المزارع التى لا تستخدم فيها التربة فى الزراعة ، وهى إما مزارع مائية ، مثل مزارع تقنية الغشاء المغذى ، أو مزارع تستخدم فيها بيئة صلبة لنمو الجذور ، باستثناء التربة ، مثل مزارع الصوف الصخرى ، ومزارع الحصى ، والمزارع الرملية ، ومزارع بالات القش ، ومزارع البيت موس ، والفيرميكيوليت بأنواعها المختلفة ، وتروى النباتات فى كل هذه المزارع بالمحاليل المغذية المحتوية على جميع العناصر الغذائية .

تمتص نباتات الطماطم كميات كبيرة من الماء والعناصر المغذية يوميًا ، وتزداد كمية الماء الممتصة بزيادة النمو النباتى ، وبارتفاع درجة الحراره . ويوضح جدول ( ١٠ ــ ٣ ) كميات عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، وكميه الماء التى يمتصها النبات الواحد من الطماطم يوميًا فى مزرعة مائية يتضح من الجدول أن النباتات الصغيرة ( التى فى مرحلة تفتح أزهار العنقود الأول ) لاتختلف عن النباتات الكبيرة ( التى فى مرحلة تفتح أزهار العنقود التاسع ، فى الكميات التى تمتصها

**جدول ( ١٠ – ٣ )** : المعدل اليومى لامتصاص نباتات الطماطم من الماء ، وعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى مزرعة مائية .

| مرحلة النمو ( العنقود ذو الأزهار المتفتحة ) | الامتصاص اليومى / نبات ( ملليجرام ، أو ملليلتر ) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | النيتروجين | الفوسفور | البوتاسيوم | الماء |
| ١ | ١١٦ | ٢٢ | ١٤٤ | ٦٠٨ |
| ٩ | ١١٤ | ٢٥ | ٢٩٣ | ٩٢٦ |

من عنصرى النيتروجين ، والفوسفور ، بينما تمتص النباتات الكبيرة كميات أكبر نسبيًّا من عنصر البوتاسيوم والماء . ولابد من ملاحظة جميع هذه الأمور وتوفيرها للنباتات فى المزارع المائية . ومما تجدر ملاحظته أن هذه الدراسة قد أجريت فى إنجلترا خلال شهرى أغسطس وسبتمبر . ومن المتوقع أن تزداد كمية الماء التى يمتصها النبات يوميًّا عن ذلك بنحو ٥٠ ــ ١٠٠ ٪ فى المناطق الأكثر حرارة ، حتى إذا كانت البيوت المحمية مزودة بوسائل التبريد ، وذلك لأن عملية التبريد تؤدى إلى حركة الهواء حول النباتات ، وزيادة معدلات النتح تبعًا لذلك ، كما يتأثر معدل امتصاص نباتات الطماطم لكل من الماء والعناصر الغذائية بشدة الإضاءة ، فيتضاعف امتصاص النباتات للماء عدة مرات فى الإضاءة الجيدة بالمقارنة بالامتصاص الحادث فى الإضاءة الضعيفة ومع أن أمتصاص النباتات لعنصرى النيتروجين والبوتاسيوم يزداد فى الإضاءة الجيدة أيضًا بنحو ٦٥ ــ ٧٠٪ ، إلّا أن نسبة الكمية الممتصة من العنصر إلى الكمية الممتصة من الماء تكون أكبر بكثير فى الإضاءة الضعيفة ، عنها فى الإضاءة القوية . وتتضح هذه العلاقة بين شدة الإضاءة ، وامتصاص النبات للماء والعناصر الغذائية فى جدول ( ١٠ ــ ٤ ) وتبين هذه النتائج مدى أهمية أخذ عامل شدة الضوء فى الاعتبار عند تحضير المحاليل المغذية وتجديدها .

**جدول ( ١٠ – ٤ )** : العلاقة بين شدة الإضاءة ، وامتصاص نباتات الطماطم للماء ، وعنصرى النيتروجين والبوتاسيوم .

| الشهر من السنة | شدة الإضاءة ( $MJm^{-2}h^{-1}$ ) | الحد الأقصى للامتصاص (ملليجرام أوملليلتر/نبات/ساعة) | | | النسبة | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | النيتروجين | البوتاسيوم | الماء | ن/ماء | بو/ماء |
| مارس | منخفضة : ٠,٢٤ | ٨,١ | ١٥,٧ | ٤٣,٢ | ٠,١٨٨ | ٠,٣٦٣ |
| يونيه | مرتفعة : ١,٩٦ | ١٣,٧ | ٢٥,٦ | ١٤٠,٩ | ٠,٠٩٧ | ٠,١٨٢ |

يزداد محصول الطماطم تدريجيًّا بزيادة مستوى البوتاسيوم ، أو الكالسيوم فى المحلول المغذى إلى أن يصل تركيز أى منهما إلى حوالى ١٢٥ جزءًا فى المليون . وتتوقف الزيادة فى المحصول بعد ذلك على زيادة تركيز أى منهما ، كما تؤثر العناصر الدقيقة تأثيرًا مباشرًا على محصول الطماطم . وتبدو هذه العلاقة واضحة بالنسبة لعنصر البورون فى جدول (١٠ ــ ٥ ) الذى يبين تأثير تركيز البورون فى المحلول المغذى على عدد الثمار التى ينتجها النبات ، والمحصول فى مزرعة رملية ، كما يبين جدول ( ١٠ ــ ٦ ) تأثير نقص عناصر النحاس ، والحديد ، والمنجنيز ، والزنك ــ كلٌّ على انفراد ــ على النمو النباتى والمحصول ، ويتضح من الجدول أن نقص أى من هذه العناصر يؤثر بشدة على نبات الطماطم . وقد تراوح النقص فى المحصول من ٥, ٥٦٪ فى حالة نقص الزنك ، إلى ٩, ٩٥٪ فى حالة نقص النحاس ( عن Adams ١٩٨٦ ) .

تؤدى زيادة تركيز الأملاح فى المحلول المغذى إلى نقص الوزن الجاف الكلى للنبات ، ونقص المحصول ، وصغر حجم الثمار ، دون أن تتأثر كمية المادة الجافة فى الثمرة الواحدة ، فتزيد نسبة المادة الجافة فى الثمار تبعا لذلك . ويستفيد بعض منتجى الطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى nutnient film technique من هذه الظاهرة بزيادة تركيز المحلول المغذى كل مدة لتحسين نوعية الثمار بجعلها أصغر حجمًا ( تبعًا لرغبات المستهلكين ) ، وأكثر احتواءً على المواد الصلبة الذائبة ( عن Ehert & HO ١٩٨٦ ) .

يؤثر pH المحلول المغذى تأثيرًا مباشرًا على نبات الطماطم ، بينما يتأثر النمو الخضرى بدرجة أكبر بكثير من النمو الجذرى ، وتبدو هذه العلاقة واضحة فى شكل (١٠ ــ ٢) ويتراوح أفضل pH لنبات الطماطم من ٥, ٥ ــ ٥, ٦ ، كما يؤدى ارتفاع أو نقص الـ pH عن ذلك إلى تدهور كبير فى النمو النباتى .

كما يؤثر pH المحلول المغذى أيضًا على امتصاص النيتروجين فى صورتيه النتراتية ، والأمونيومية ( شكل ١٠ ــ ٣ ) . فبينما تزداد كمية النيتروجين الأمونيومية التى يمتصها نبات الطماطم بزيادة pH المحلول المغذى تدريجيًّا من ٤ إلى ٧ ، فإن كمية النيتروجين النتراتية الممتصة تكون أعلى مايمكن فى pH ٥, ٥ ، وتقل بزيادة أو نقص الـ pH عن ذلك .

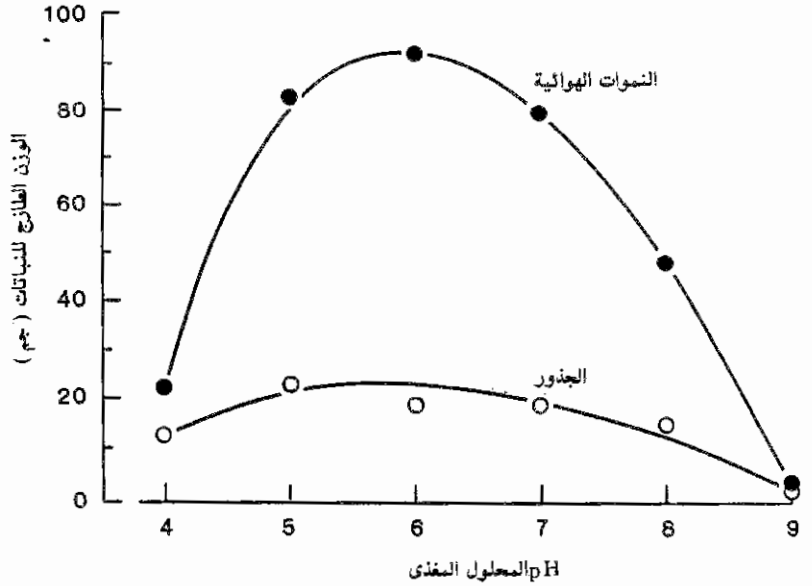
تعد تهوية المحاليل المغذية أمرًا ضروريًّا لتوفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور . ويؤدى سوء التهوية إلى ضعف النمو النباتى ، وقلة امتصاص العناصر ، ويتضح ذلك جليًّا من جدول (١٠ ــ ٧ ) الذى يعطى مقارنة بين كميات أيونات البوتاسيوم ، والنترات ، والفوسفات ، والكالسيوم ، والمغنسيوم التى تمتصها نباتات الطماطم من المحاليل المغذية المهواة جيدًا وغير المهواة ( عن Adams ١٩٨٦ ) .

**جدول ( ١٠ – ٥ )** : تأثير تركيز البودون فى المحلول المغذى على المحصول الكلى ، وعدد الثمار التى ينتجها النبات فى مزرعة رملية .

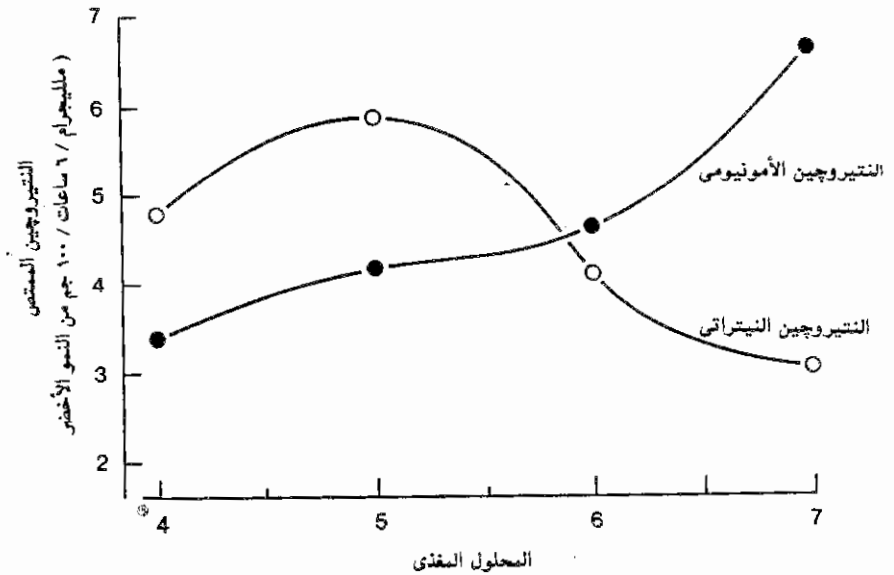
| تركيز البورون فى المحلول المغذى ( جزء فى المليون ) | عدد الثمار التى ينتجها النبات | وزن الثمار / نبات ( جم ) |
|---|---|---|
| ٠,٠٠٨ | ٢٠ | ١٧٨٦ |
| ٠,٠١٥ | ٢٨ | ١٩٩١ |
| ٠,٠٣٠ | ٣٦ | ٢٦٧٤ |
| ٠,٠٦٠ | ٥٠ | ٢٧٠٤ |
| ٠,٢٠٠ | ٥٨ | ٣٥٨٩ |

**جدول ( ١٠ – ٦ )** : تأثير نقص عناصر النحاس ، والحديد ، والمنجنيز ، والزنك المنفردة من المحلول المغذى على النمو الخضرى ، والمحصول فى الطماطم .

| المحلول المغذى | طول النبات ( سم ) | الوزن الجاف للنبات ( جم ) | عدد الثمار/نبات | المحصول/نبات ( جم ) |
|---|---|---|---|---|
| يحتوى على جميع العناصر | ٣٠٧ | ٣٣٩ | ٣٦ | ١٧٤٧ |
| به نقص فى النحاس | ١٦٣ | ٢٨ | ٢ | ٧٢ |
| به نقص فى الحديد | ١٧٢ | ٧٨ | ١٠ | ٤٠١ |
| به نقص فى المنجنيز | ١٧٩ | ٩٩ | ٨ | ٤٤٧ |
| به نقص فى الزنك | ٢٣٠ | ١٧٩ | ١٢ | ٧٦٠ |




**شكل ( ١٠ – ٢ )** : تأثير pH المحلول المغذى على النمو الخضرى ، والجذرى لنبات الطماطم .




**شكل ( ١٠ – ٣ )** : تأثير pH المحلول المغذى على امتصاص عنصر الأزوت بصورتيه النتراتية ، والأمونيومية .

جدول ( ١٠ – ٧ ) : تأثير تهوية محلول هوجلند المغذى على امتصاص الطماطم لبعض الأيونات .

| الأيـــــون | الكمية الممتصة من المحاليل المغذية | |
|---|---|---|
| | غير المهواة | المهواة جيداً |
| البوتاسيوم $K^+$ | ٥٠٦ | ٧٣٨ |
| النترات $NO_3^-$ | ٧٧٦ | ١٠٧٤ |
| الفوسفور $H_2PO_4^-$ | ١١٨ | ١٦٠ |
| الكالسيوم $Ca^{++}$ | ٣٢٩ | ٤٤٥ |
| المغنسيم $Mg^{++}$ | ١٤١ | ١٩٧ |

**تربية وتقليم النباتات :**

يمكن أن يصل طول نبات الطماطم فى الزراعات المحمية إلى ١٠ أمتار أو أكثر خلال فصل النمو ، إلا أن المترين أو الثلاثة أمتار العلوية فقط من النبات هى التى تحمل أوراقًا وأزهارًا وثمارًا ، كما تجرى معظم العمليات الزراعية على هذا الجزء . لذا .. يجب أن يكون وضعه فى متناول اليد . وتعرف عملية توجيه النبات لكى يصبح الجزء العلوى منه دائمًا فى متناول اليد باسم التربية training

تربط نباتات الطماطم وهى صغيرة فى خيوط تتدلى من أسلاك أفقية تمتد أعلى خطوط الزراعة وقد يستبدل ذلك بربط هذه الخيوط المدلاة مع خيوط أخرى أفقية تمتد على سطح التربة بطول خط الزراعة . وفى كلتا الحالتين تربى النباتات رأسيًا على ساق واحدة بتوجيهها على الخيوط على فترات متقاربة ، بشرط أن يكون ذلك فى اتجاه واحد ، حتى لايحدث ارتجاء لساق النبات فى مرحلة متقدمة من النمو عندما يزيد حمل الثمار . يفضل ربط النباتات إلى الخيوط على امتداد السيقان باستعمال مشابك خاصة clamps ، مع وضعها تحت أعناق الأوراق مباشرة للعمل على زيادة تثبيت النباتات فى مكانها بالخيوط . يراعى عدم وضع هذه المشابك أسفل العناقيد الزهرية حتى لايؤدى ذلك إلى كسر العنقود تحت ثقل الثمار عند نضجها .

من الضرورى أن تتم إزالة جميع الفروع الجانبية التى تنمو فى آباط الأوراق فى المراحل المبكرة من نموها حتى يمكن تربية النباتات على ساق واحدة ، وتعرف هذه العملية باسم « السرطنة » . وتزال هذه الفروع عندما يصل طولها إلى نحو ٥, ٢ سم ، حيث يسهل قطعها . ويؤدى تركها لتنمو أكثر من ذلك قبل التخلص منها إلى إهدار غذاء النبات فيما لاطائل من ورائه ، بالإضافة إلى

زيادة الأسطح النباتية المجروحة عند إزالتها بعد كبر حجمها . ويفضل إجراء هذه العملية فى الساعات المبكرة من صباح الأيام المشمسة ، لأن ذلك يساعد على سهولة قطع الفروع الجانبية ، وسرعة جفاف والتئام مكان الجرح . وفى حالة وجود إصابة بفيرس تبرقش أوراق الدخان يفضل وضع الأيدى فى محلول الصابون بعد سرطنة النباتات المصابة ، لأن هذا الفيرس ينتقل ميكانيكيًا بالملامسة.

وفى حالة وجود بعض « الجور » الغائبة ، فإنه يمكن انتخاب فروع قوية من النباتات المجاورة لتحل محل النباتات الغائبة ، وتربى رأسيًا على الخيوط الخاصة بها .

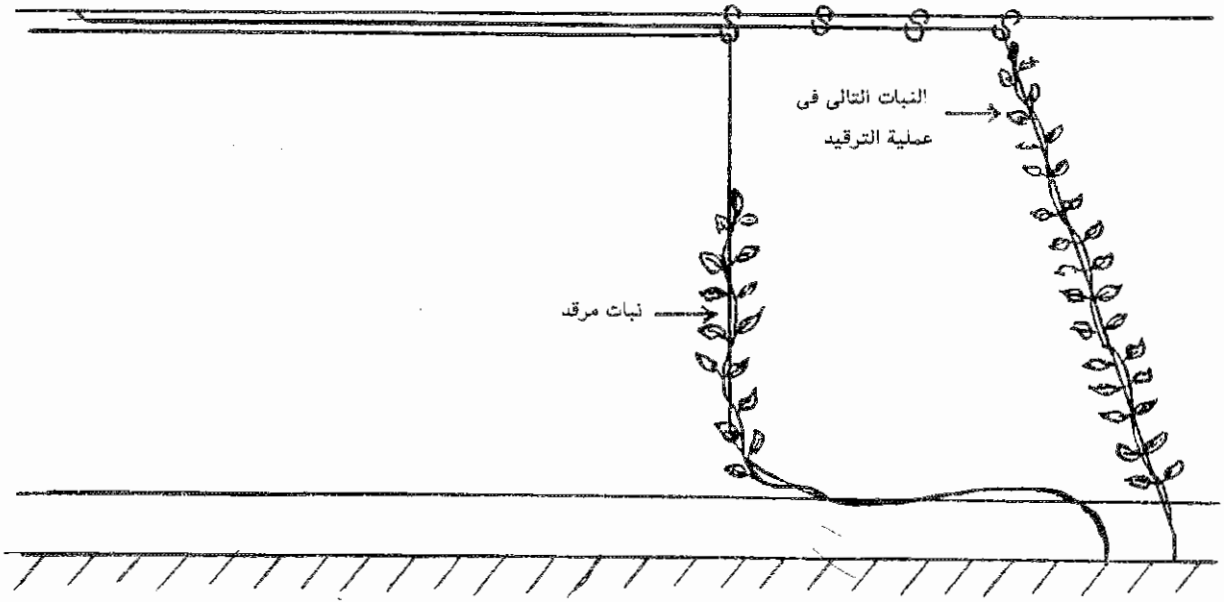
ويستمر توجيه النباتات على الخيوط حتى تصل إلى السلك العلوى ، ويعرف ذلك بالتربية الرأسية .

وبرغم تعدد طرق التربية الرأسية ، فإن أبسطها وأكثرها شيوعًا هو ترك النباتات عند وصولها إلى السلك العلوى ، دون إجراء أية سرطنة إضافية ، وقد تقطع القمة النامية بعد ذلك بقليل .

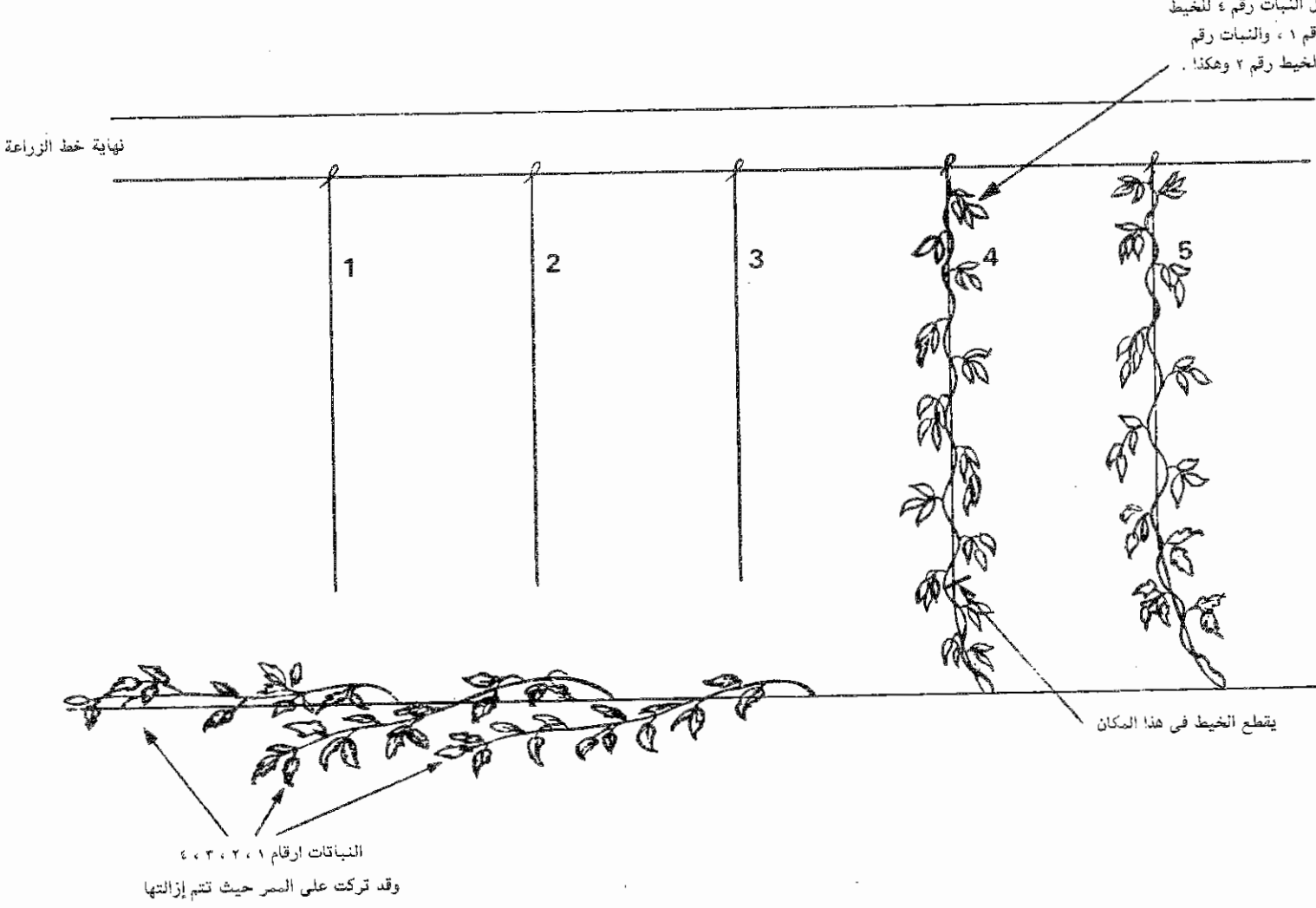
وقد تربى النباتات بحيث ترتفع القمة النامية عن السلك بنحو ٣٠ سم ، ثم توجه على الخيط المجاور لأسفل حتى تصل إلى مسافة ٩٠ سم من الأرض ، حيث توجه بعد ذلك لأعلى ثانيًا على الخيط الأصلى . وتعرف هذه الطريقة باسم Dutch Back system .

وفى طريقة أخرى للتربية .. يرخى الخيط عند اقتراب النباتات من السلك العلوى ، ويخفض النبات نحو ٣٠ سم ، ويكرر ذلك كلما اقتربت القمة النامية من السلك العلوى . ونظرا لقطف الثمار السفلية ، و إزالة الأوراق السفلية آنذاك ، لذا فمن الممكن وضع الجزء السفلى من الساق فى الأرض ، وتغطيته بالتربة ، مع اتخاذ الحذر اللازم حتى لاتكسر الساق . وإذا حدث وكسرت الساق جزئيًا ، فإنه يجب تغطيتها جيدًا بالتربة لتشجيع تكوين جذور عرضية ، مع ضرورة رى الأرض جيدًا فى هذه المنطقة . ويجب أن يبقى دائمًا نحو ١٢٠ سم من النمو الخضرى ، والعناقيد الزهرية فى الجزء العلوى من النبات ( Resh ١٩٨١ ) . تعرف هذه الطريقة من التربية باسم طريقة الترقيد Layering Method ، ومنها عدة نظم : الـ Hook Layering ( شكل ١٠ ــ ٤ ) ، والـ Sorenson Method ( شكلا ١٠ ــ ٥ ، و ١٠ ــ ٦ ) ( Fuller ١٩٧٣ )

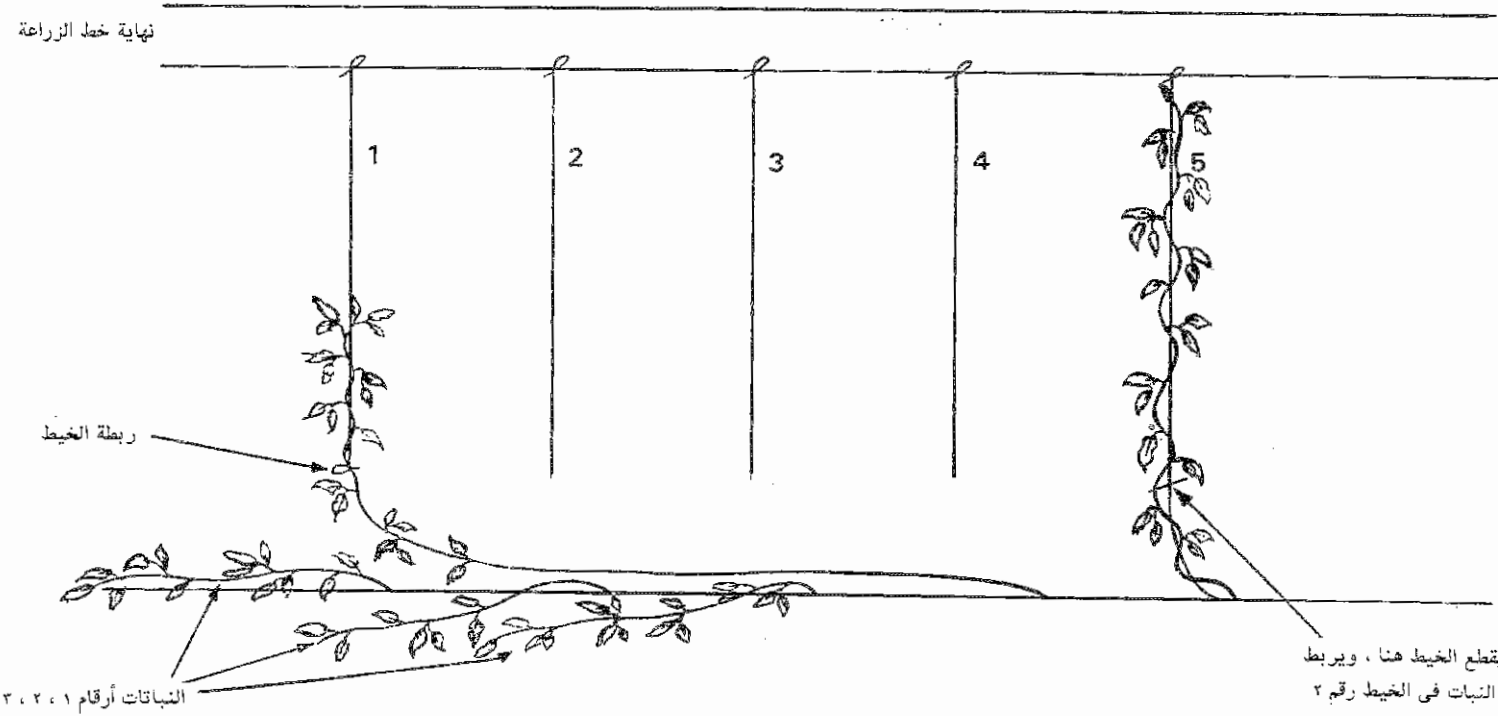
تتم إزالة الأوراق السفلية لنبات الطماطم بطريقة روتينية فى الزراعات المحمية من أجل تقليل احتمالات الإصابة بالأمراض ( عن طريق تحسين التهوية بزيادة حركة الهواء حول قاعدة النباتات ) ، وتسهيل عملية الحصاد بكشف العناقيد الثمرية . تتم إزالة الأوراق حتى مستوى العنقود الثالث غالبًا ، وذلك بعد أول عنقود تظهر فيه ثمار ناضجة ، ويعنى ذلك أن بعض الأوراق تتم إزالتها قبل أن تظهر عليها أعراض الشيخوخة Senescence بوضوح ، و مع أن الأوراق السفلية لايصلها القدر الكافى من الإضاءة لجعلها مفيدة للنبات ( من خلال عملية البناء الضوئى ) أكثر من كونها عالة عليه ( من خلال استهلاكها للغذاء بالتنفس ) ، إلّا أن لإزالة الأوراق أكثر مما يجب تأثيراتها السلبية على النبات ،




شكل ( ١٠ – ٤ ) : طريقة الـ hook layering لتربية نباتات الطماطم




**شكل ( ١٠ – ٥ )** : طريقة Sorenson لتربية نباتات الطماطم .




شكل ( ١٠ – ٦ ) : تابع طريقة Sorenson لتربية نباتات الطماطم .

فهى تؤخر الإزهار ، وتقلل المحصول المبكر والكلى . لذا لاينبغى أن تزال الأوراق لأكثر من مستوى العنقود الحامل للثمار ناضجة . وعمومًا .. فإن المستوى يتحدد بكثافة الزراعة ، وبمدى النقص فى تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيت ، فتكون إزالة الأوراق أكثر فاعلية عند زيادة كثافة الزراعة ، حيث تقل شدة الإضاءة التى تصل إلى الأوراق السفلية ، وعندما ينخفض تركيز ثانى أكسيد الكربون ، وهو الأمر الذى يحدث عندما تظل البيوت مغلقة لفترة طويلة أثناء النهار بسبب انخفاض درجة الحرارة فى الجو الخارجى ( Slack ١٩٨٦ ) . ويتم التخلص من الأوراق المزالة خارج البيت حتى لاتكون مصدرًا لانتشار الأمراض .

تقطع القمة النامية للنباتات قبل الموعد المتوقع لإزالتها بشهرين . وتراعى خلال هذه الفترة إزالة الفروع الكثيرة النامية فى قمة النبات ، كما تجذب جذور النباتات قبل إزالتها بعدة أيام ، ويوقف ضخ الماء والمحاليل المغذية ، وتترك النباتات على الخيط حتى تفقد جزءًا كبيرًا من رطوبتها ، فيقل الجهد اللازم للتخلص منها .

### تحسين عقد الثمار :

يقل أحيانًا عقد ثمار الطماطم فى الزراعات المحمية بسبب عدم توفر الرياح التى تحدث اهتزازات فى النباتات ، وتساعد على انتقال حبوب اللقاح من الأنبوبة السدائية لميسم الزهرة ، وتزداد حدة هذه الحالة عند انخفاض شدة الإضاءة ، مع انخفاض درجة الحرارة كما فى المناطق الباردة شتاءً ، حيث يقل إنتاج حبوب اللقاح ، وتصبح متكتلة ، كما تميل مياسم الأزهار إلى البروز من الأنبوبة السدائية ، وجميعها عوامل تقلل من فرصة وصول حبوب اللقاح إلى مياسم الأزهار لإحداث العقد . وتعالج هذه الحالة باتباع الوسائل التالية .

١ ــ رش النباتات مرتين يوميًّا برذاذ من الماء لإحداث اهتزازات بها .

٢ ــ هز الأسلاك التى تربى عليها النباتات مرتين يوميًّا . ولا تفيد أى من هاتين الطريقتين ، إلّا إذا كانت الإضاءة جيدة ، ودرجة الحرارة مناسبة للنمو النباتى ( Wittwer & Honma ١٩٧٩ ) .

٣ ــ إحداث اهتزازات سريعة بالعناقيد الزهرية باستخدام آلة يدوية صغيرة تعمل بالبطارية ، وتعرف باسم Mechanical Vibrator ويكفى مجرد لمس ذراع الآلة الهزازة للعنقود الزهرى لإحداث التأثير المطلوب ، وتفيد هذه الطريقة فى المناطق ، والأوقات التى تنخفض فيها شدة الإضاءة . وللحصول على أفضل النتائج .. يفضل إجراء عملية الاهتزاز بين الحادية عشرة صباحًا ، والثالثة بعد الظهر عندما تكون الأزهار جاهزة للتلقيح ، وتعرف هذه المرحلة بانحناء البتلات إلى الخلف . وتكرر هذه العملية مرة كل يومين طالما وجدت أزهار غير عاقدة بالعنقود .

وتجدر الإشارة إلى أن حبوب اللقاح تكون فى أفضل حالاتها للتلقيح عندما تكون الرطوبة النسبية حوالى ٧٠٪ ، وذلك لأنها تجف بسرعة فى درجات الرطوبة الأقل من ذلك ، وتصبح لزجة ، ومبتلة ، ومتكتلة فى درجات الرطوبة الأعلى . وفى كلتا الحالتين تقل فرصه التلقيح الجيد .

٤ ــ رش الأزهار بإحدى التحضيرات التجارية من منظمات النمو المساعدة على تحسين العقد ( مثل التوماتين ) . تجرى المعاملة بمعدل مرتين أسبوعيًا خلال فترة انخفاض درجة الحرارة ، مع مراعاة عدم رش الأوراق بمحلول منظم النمو حتى لاتتشوه . إلا أن نباتات الطماطم التى تنمو فى الزراعات المحمية شتاءً ــ فى الدول الشمالية تتعرض لظروف غير مناسبة لا تنخفض فيها درجة الحرارة فقط ، بل تقل أيضًا . ومع استمرار انخفاض شدة الإضاءة . يضطر المزارعون إلى إبقاء الحرارة منخفضة نسبيًا حتى لايكون النمو النباتى رهيفًا وضعيفًا . وفى هذه الظروف .. يكون النقص فى المواد الكربوهيدراتية المجهزة من أكثر العوامل تأثيرًا على الإزهار ، والعقد ، ونمو الثمار ، حيث يتحسن ذلك كله عند أية زيادة فى شدة الإضاءة ولاتجدى المعاملة بمنظمات النمو فى تحسين العقد مع استمرار انخفاض شدة الإضاءة . وفى محاولة لدراسة جدوى المعاملة بمنظمات النمو تحت هذه الظروف ، قام Picken & Grimmett بمعامله العناقيد الزهرية لصنفى الطماطم ماراثون Marathon ، وسوناتين Sonatine بمنظمى النمو : بيتا نفثوكسي حامض الخليك ( التحضير التجارى بيتابال Betapal ) وباراكلورفينوكسي حامض الخليك ( التحضير التجارى توماتوتون Tomatotone ) وقد وجدا أن البيتابال حسّن العقد فى درجة حرارة ليل ١٦° م ، بينما أدت المعاملة بالتوماتوتون إلى تحسين العقد فى درجة حرارة ليل ١٣° م ، إلا أن الزيادة فى المحصول فى كلتا الحالتين كانت قليلة ، وتشوهت نسبة عالية من الثمار ، كانت غير منتظمة الشكل ؛ مما شكك فى الجدوى الاقتصادية لمثل هذه المعاملات فى ظروف كهذه الظروف التى تقل فيها شدة الإضاءة .

## الآفات ومكافحتها :

تصاب الطماطم فى الزراعات المحمية بنفس الآفات التى تصيب الزراعات المكشوفة ( الفصل الثانى عشر ) ، إلّا أن الظروف البيئية الخاصة للصوبات ، ونظم الزراعة بها ، وعمليات الخدمة المتبعة فيها تزيد من فرصة الإصابة ببعض الأمراض . ومن أمثلة ذلك مايلى :

١ ــ تتميز بيئة البيوت المحمية بارتفاع الرطوبة النسبية ، وانخفاض شدة الإضاءة مع سوء التهوية( شتاءً ) ، وتلك ظروف تساعد على انتشار الإصابة بأمراض تعفن الأوراق الرمادى ، وتبقع الأوراق ، والندوة المتأخرة ، والبياض الدقيقى .

٢ ــ يؤدى استمرار زراعة المحصول ، مع عدم إجراء عملية تعقيم التربة بصورة جيدة إلى زيادة الأصابة بالذبول الفيوزارمى ، ونيماتودا تعقد الجذور ، وتزداد الإصابة فى الجو البارد ، بأمراض الجذر الفلينى ، وعفن الجذور ( فيتوفثورا ) ، وذبول فيرتيسيليم .

٣ ــ تؤدى كثرة تداول النباتات أثناء الزراعة ، والتربية ، والتقليم ، وعمليات الخدمة الأخرى إلى زيادة الإصابة بأمراض عفن الساق ( دايد ميللا ) ، والعفن التاجى ( فيوزاريم ) ، والتسوس البكتيرى ، وفيرس تبرقش أوراق الدخان ( Watterson ١٩٨٦ ) .

وتعد بيئة البيوت المحمية مثالية لتطبيق مبدأ المكافحة المتكاملة للآفات ، فيشكل كل بيت حيزًا مغلقًا ومنعزلًا عن البيئة الخارجية ؛ يمكن التحكم فيه ، خاصة فيما يتعلق بإطلاق الأعداء الحيوية للقضاء على الآفات المختلفة ، سواء أكانت حشرية ، أم مرضية ، أم غير ذلك ؛ إذ يمكن التحكم فى درجة الحرارة ، والرطوبة النسبية ، والرطوبة الأرضية بدرجة كبيرة ، وتعديل أى منها ليصبح فى المجال غير المناسب لآفات معنية ، كذلك تحتوى معظم الأصناف المستخدمة فى الزراعات المحمية على مقاومة وراثية لمعظم الأمراض . ويمكن الوقاية من بعض الأمراض بسهولة ، وذلك باتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع وصول مسببات الأمراض إلى داخل البيت . ومع أن المكافحة الكيميائية يتم التحكم فيها بصورة جيدة فى الزراعات المحمية ، وذلك نظرًا لعدم وجود مشاكل أمطار ، أو رياح قوية ، تحد من فاعلية الرش ، إلّا أنه لها مساوئها الخاصة فى الزراعات المحمية ، فقد يحدث استخدام المبيدات مثلًا أثناء ضعف شدة الإضاءة أو ارتفاع درجة الحرارة تسممًا للنباتات ، وهو مايعرف باسم Phytotoxicity ، كما أن قطف الثمار يستمر لفترة طويلة لايجوز خلالها المكافحة بالمبيدات الخطرة على صحة الإنسان . لذا .. يتجه الكثير من المزارعين إلى المكافحة الحيوية ، حيث يقومون بتربية الأعداء الحيوية لأهم الآفات المنتشرة فى الزراعات المحمية ، ثم يطلقونها داخل البيوت فى الوقت المناسب ، ويقومون بتقدير تعدادها من آن لآخر . وتتبع هذه الطريقة فى مزارع الطماطم التجارية فى أوربا الغربية . ومن أمثلة حالات المكافحة الشائعة مايلى :

| الآفـــة | الطفيل المستخدم فى مكافحتها |
|---|---|
| الذبابة البيضاء من نوع *Trialeurodes vaporariorum* | *Encarsia formosa* |
| العنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae* | *Phytoseiulus persimilis* |
| *Laconobia oleraceae* (Tomato moth) | *Bacillus thuringiensis* |
| *Chrysodeixis chalcites* (Tomato looper) | *Bacillus thuringiensis* |

تتميز المكافحة الحيوية بانخفاض تكاليفها عن تكاليف المكافحة الكيميائية ، وعدم احتياجها لعمالة كثيرة ، ولعدم وجود أى من المساوىء المعروفة للمبيدات ، سواء بصورة عامة ، أم تلك الخاصة بالزراعات المحمية ( Van de Vooren ١٩٨٦ ) .

## المراجع :


حسن ، أحمد عبد المنعم ( ١٩٨٨ ) ، أساسيات الخضر وتكنولوجيا الزراعات المحمية ( الصوبات ) والمكشوفة . الدار العربية للنشر والتوزيع ــ القاهرة .

عرفة ، عرفة إمام ، وحامد مزيد ، وصلاح الدين محمدين ، وحسنى خليفه ، ومحمد صلاح الدين يوسف ( ١٩٨٦ ) . إنتاج الخضروات تحت الصوبات البلاستيك . وزارة الزراعة والأمن الغذائى ــ جمهورية مصر العربية ــ ٣٤ صفحة .

وزارة الزراعة والثروة السمكية ــ دولة الإمارات العربية المتحدة ( ١٩٨٢ ) . إنتاج الخضروات المحمية ــ ٨٣ صفحة .

Adams, P. 1986. Mineral nutrition. *In* J.G. Atherton and J. Rudich (Eds) "The Tomato Crop" pp. 281-234.

Ehret, D.L. and L.C. Ho. 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. J. Hort. Sci. 61: 361-367.

Fuller, D.J. 1973. Training systems. *In* H.G. Kingham (Ed). "The U.K. Tomato Manual" pp. 127-136. Grower Books, London.

Picken, A.J.F. 1984. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). J. Hort. Sci. 59: 1-13.

Picken, A.J.F. and M. Grimmett. 1986. The effects of two fruit setting agents on the yield and quality of tomato fruit in galsshouses in winter. J. Hort. Sci. 61: 243-250.

Resh, H.M. 1981(2nd ed.). Hydroponic food production. Woodbridge Press Pub. Co., Santa Barbara, California. 335p.

Slack, G. 1986. The effects of leaf removal on the development and yield of glasshouse tomatoes. J. Hort. Sci. 61: 353-360.

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.

Van de Vorren, J., G.W.H. Welles and G. Hayman. 1986. Glasshouse crop production. *In* J.G. Atherton and J. Rudich (Eds) "The Tomato Crop" pp. 581-623. Chapman and Hall, London.

Watterson, J.C. 1986. Diseases. *In* J.G. Atherton and J. Rudich (Eds) "The Tomato Crop" pp. 443-484. Chapman and Hall, London.

Wittwer, S.H. and S. Honma. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Mich. State Univ. Press, East Lansing 255 p.