الفصل التاسع

إنتاج الطماطم

اقتصاديات إنتاج الطماطم المحمية

تعتبر الطماطم ـ أو البندورة ، أو الطماطة ـ (Lycopersicon esculentum Mill.) من أهم محاصيل البيوت المحمية على المستوى العالمى ، على الرغم من أنها لم تعد تحتل ذات المستوى فى مصر وبعض الدول العربية الأخرى . ويرجع ذلك إلى أسباب اقتصادية محضة ؛ فلا يكفى أن يكون إنتاج البيوت المحمية من الطماطم عاليًا لتغطية تكلفة الإنتاج ، بل لابد أن تكون أسعار البيع مجزية . ولا يتحقق ذلك ـ فى مصر ـ إلا لفترة قصيرة من موسم إنتاج الزراعات المحمية ، تمتد من أوائل مارس إلى أوائل مايو. وتكون الأسعار منخفضةً كثيرًا قبل هذه الفترة وبعدها؛ بسبب زيادة المعروض من محصول العروتين الخريفية والصيفية ـ فى الحقول المكشوفة ـ على التوالى . وحتى خلال فترة الشهرين ـ من أوائل مارس إلى أوائل مايو ـ فإن إنتاج البيوت المحمية من الطماطم أصبح يواجَه بمنافسة قوية من إنتاج الأنفاق البلاستيكية المنخفضة ، التى انتشرت كثيرًا منذ منتصف الثمانينيات ، والتى تعطى جُلَّ إنتاجها خلال الفترة نفسها ، بينما تقل تكاليف زراعتها كثيرًا عن تكاليف الإنتاج فى الزراعات المحمية .

وبناءً على ما تقدم بيانه . . فإن إنتاج الطماطم فى البيوت المحمية ـ تحت الظروف المصرية ـ يمكن أن يكون مجزيًا فى الحالات التالية :

١ ـ عند وجود تعاقدات سابقة على التصدير تضمن سعرًا مناسبًا للمنتَج خلال أطول فترة ممكنة من موسم الحصاد .

٢ ـ عند إنتاج الأصناف الكريزية Cherry Tomato التى يتعين تربيتها رأسيا ؛ ليمكن حصادها بيسرٍ وسهولة .

٣ ـ عند السيطرة على الذبابة البيضاء التى تنقل إلى النباتات فيرس التفاف واصفرار أوراق الطماطم ، بينما يكون الفيرس منتشراً بصورةٍ وبائيةٍ فى الحقول المكشوفة ؛ الأمر الذى يتكرر سنويا فى معظم الزراعات الخريفية .

٤ ـ عند زراعة أصناف تتحمل العقد فى الحرارة العالية ، فى بيوتٍ مبردةٍ أو مظللةٍ جيدة التهوية ؛ يحيث تعطى محصولها خلال الفترة الثانية لارتفاع الأسعار خلال شهرى سبتمبر وأكتوبر .

هذا .. وترتفع ـ إلى حدٍّ كبيرٍ ـ أسعار بذور هجن الطماطم المستعملة فى الزراعات المحمية فى مختلف الدول العربية حيث تتراوح ـ فى المتوسط ـ (أسعار ١٩٩٥ بالدولار الأمريكى / ١٠ جرامات من البذور) بين ١٠,٥ دولارًا فى الأردن ، و ٢٦ دولارًا فى مصر ،و ٥٠ دولارًا فى سوريا ،و ١٠٨ دولارات فى المغرب .

الأصناف الملائمة للزراعات المحمية

الشروط التى يجب توافرها فى الأصناف

من أهم الشروط التى يجب توافرها فى أصناف الطماطم المناسبة للزراعات المحمية ما يلى :

١ ـ الإنتاجية العالية للعمل على خفض تكلفة إنتاج الطن الواحد من الثمار .

٢ ـ النوعية الجيدة ليتسنى عرضها للبيع بأسعارٍ مجزيةٍ ، سواء فى الأسواق المحلية أم عند التصدير .

٣ ـ أن تكون غير محدودة النمو ؛ حتى يمكن تربيتها رأسيا .

٤ ـ أن تكون مقاومةً لبعض الأمراض الهامة التى تؤثر تأثيراً سيئًا على المحصول ؛ مثل نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى ، وفيرس موازيك التبغ، وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم .

٥ ـ أن تتحمل العقد فى الحرارة المنخفضة للتغلب على مشكلة انخفاض درجة الحرارة شتاءً إلى ما دون الحد المناسب لعقد الثمار فى البيوت غير المدفأة فى المناطق المعتدلة ، ولغرض التوفير فى طاقة التدفئة فى البيوت المدفأة بالمناطق الباردة .

٦ ـ أن تتحمل العقد فى الحرارة العالية ؛ للتغلب على مشكلة ارتفاع درجة الحرارة صيفًا إلى أكثر من الحد المناسب لعقد الثمار فى البيوت غير المبردة فى المناطق المعتدلة ، ولغرض التوفير فى طاقة التبريد فى البيوت المبردة بالمناطق الحارة .

٧ ـ أن يمكنها العقد الجيد فى ظروف البيوت المحمية المتمثلة فى انعدام الرياح ، مع انخفاض شدة الإضاءة شتاءً .

٨ ـ نظرًا لأن 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 ، والصلابة العالية حتى تتحمل الشحن .

الأصناف الهامة

إن جميع أصناف الطماطم المستخدمة فى الزراعات المحمية هى من الهجن العالية المحصول ، والمتعددة المقاومة للأمراض ، وغالبيتها أصناف أوروبية .

ومن أهم الهجن التى نجحت زراعتها ـ وتنتشر فى معظم الدول العربية ـ ما يلى :

١ ـ كارميللو Carmello :

غزير النمو الخضرى . ثماره كبيرة الحجم ، لحمية مفصصة ، ذات كتف أخضر ، جيدة الطعم . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى ، وذبول فيرتسيليم ، وفطر استمفيلليوم ، وفيرس موزايك التبغ .

تيركوزا Terqueza :

ثماره متوسطة الحجم ، ومتجانسة فى تلك الصفة فى العنقود الواحد وفى مختلف

العناقيد على امتداد الساق . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور، والذبول الفيوزارى (السلالتان ١ ، ٢) ، وذبول فيرتسيلليم ، وفيرس موزايك التبغ .

٣ ـ دومبو Dombo :

ثماره متوسطة الحجم ، متجانسة فى تلك الصفة ، لَحْمية ، غير مفصصة . غير مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور .

٤ ـ دومبللو Dombillo :

قوى النمو الخضرى . ثماره متوسطة إلى كبيرة الحجم ، متجانسة فى هذه الصفة ، لَحّمية ، غير مفصصة . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ،و الذبول الفيوزارى ، وذبول فيرتسيلليم .

٥ ـ مونت كارلو Monte Carlo:

قوى النمو الخضرى . ثماره متوسطة الحجم ، متجانسة فى هذه الصفة ، لحمية . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، و الذبول الفيوزارى ، وذبول فيرتسيلليم ، و فيرس موازيك التبغ .

٦ ـ برمودا Bermuda:

ثماره كبيرة الحجم ، مفلطحة قليلاً ، صلبة ، ولحمية . يصلح للشحن والتصدير . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، و الذبول الفيوزارى ، وتبقع الأوراق ، وفيرس موزايك التبغ .

وتبعًا لـ صالح (١٩٨٨) .. فإن الهجينين كارميللو ، وميريتو Mereto هما أكثر أصناف الطماطم انتشارًا فى الزراعات المحمية فى دولة الإمارات ، ويعطيان محصولاً يتراوح بين ١٨ طنا ، و ٢١ طنا / ١٠٠٠ م^{٢} . وقد تفوقت عليهما هجن جديدة ؛ هى :

الصنف الهجين	المحصول (طن / ١٠٠٠ م^{٢})
سرينا Sirena	٢٨
كاراميا Caramina	٢٩,٨
روماتوس Romatos	٢٩
دافيستا Davista	٢٦,٨
رويستا Royesta	٢٥,٧

ومن هجن الزراعات المحمية ـ الأخرى ـ الهامة ما يلى :

١ ـ كرستينا Cristina:

يتحمل العقد فى الحرارة المنخفضة . ثماره صلبة ، متوسطة الحجم ، بدون كتف أخضر ، مفلطحة قليلاً . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى (السلالتين ١ ، ٢) ، وذبول فيرتسيلليم ، وفيرس موزايك التبغ . يتحمل الشحن والتخزين .

٢ ـ نوفى Novy :

ثماره صلبة ، متوسطة الحجم ، بدون كتف أخضر ، عميقة التفلطح . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ،والذبول الفيوزارى ، وذبول فيرتسيلليم ، وفيرس موزايك التبغ . يتحمل الشحن والتخزين .

٣ ـ داريو Dario:

ثماره كروية ، ومتوسطة الحجم ، ومتجانسة. مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوازرى (السلالتين ١ ، ٢) ، وذبول فيرتسيلليم ، وفطر استمفيلليوم Stemphyllium ، وفيرس موزايك التبغ .

٤ ـ رامون Ramon:

يعتبر بديلاً للصنف كارميللو ، الذى يتشابه معه فى صفاته ، ولكنه يتميز عنه بكون ثماره أكثر انتظامًا وصلابةً من ثمار الصنف كارميللو .

٥ ـ كاربى Carpy :

ثماره كروية ، متعددة الحجيرات ، ذات أكتاف خضراء ، متوسطة الحجم . وتعقد ثماره جيدًا فى الحرارة المنخفضة . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى (السلالتان ١ ، ٢) ، وذبول فيرتسيلليم ، وعفن الأوراق (الذى يسببه الفطر Cladosporum fulvum) ، وفيرس موزايك التبغ .

٦ ـ كوميت Comet:

ينتج ثمارًا بكريةً فى الظروف غير المناسبة للعقد (الباردة والحارة) . مبكر

نسبيا . ثماره كروية مفلطحة ذات كتف أخضر ، مفصصة نسبيا ، متوسطة الحجم . مقاوم لكلٍّ من : الذبول الفيوزارى (السلالتان ١ ، ٢) ،وذبول فيرتسيلليم ، وعفن الأوراق ، وفيرس موزايك التبغ .

٧ ـ سويت ١٠٠ Sweet 100 :

ثماره كريزية صغيرة . تربى نباتاته رأسيا على ساقين .

٨ ـ سيدونيا Sidonia :

ثماره متوسطة الحجم ، ذات كتف أخضر ، مفلطحة قليلاً ، متعددة المساكن . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى (السلالتان ١ ، ٢) ، وذبول فيرتسيلليم ، وفيرس موزايك التبغ .

٩ ـ رويستا Royesta :

ثماره كبيرة ، كروية الشكل ، ذات كتف أخضر ، متعددة المساكن . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى (السلالتان ١ ، ٢) ، وذبول فيرتسيلليم ، وفيرس موزايك التبغ .

١٠ ـ بيب Pepe :

ثماره كريزية . مبكر جدا . يتحمل الحرارة العالية . مقاوم لكلٍّ من : الذبول الفيوزارى ، وفيرس موزايك التبغ .

١١ ـ توم بوى Tom boy :

ثماره كريزية كبيرة (حوالى ٢٠ جرامًا للثمرة الواحدة) . مبكر جدا . شديد التحمل للحرارة العالية .

١٢ ـ بادالونا Badalona :

ثماره كبيرة ، منضغطة ، ذات كتف أخضر ، متعددة المساكن . مقاوم لكلٍّ من : نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى ، وذبول فيرتسيلليم ، وعفن الأوراق (كلادوسبوريم) ، وفيرس موزايك التبغ .

obeikandl.com

١٣ ـ باسينتو Basento :

ثماره متوسطة الحجم ، ذات كتفٍ أخضر ، ومنضغطة قليلاً . مقاوم لكلٍّ من : الذبول الفيوزارى ، وفيرس موزايك التبغ .

١٤ ـ زركون Zercon .

١٥ ـ دومبيتو Dombito .

١٦ ـ أصناف أخرى :

من أصناف الطماطم الأخرى التى تصلح للزراعات المحمية ما يلى :

أ ـ ف ١٤٤ : (دنيئيلا) : يتحمل ملوحة التربة ومياه الرى . يعقد جيدًا فى الحرارة المنخفضة ، ولكنه لا يتحمل الحرارة العالية . ثماره صلبة كبيرة الحجم .

ب ـ ف ١٧٦ : يعقد جيدًا فى الحرارة العالية .

جـ ـ ف ١٧٩ : ثماره كبيرة الحجم ، لحمية ، من طراز بيف ستيك .

د ـ ف ١٨٨ : متأخر . غزير الإنتاج ، وثماره عالية الصلابة .

هـ ـ ف ١٨٩ : مبكر غزير الإنتاج ، يعقد جيدًا فى الحرارة العالية ، وثماره كبيرة الحجم .

و ـ ف ١٩٩ : ثماره متوسطة الحجم وشديدة الصلابة .

ز ـ ف ٥١٦ : ثماره كبيرة الحجم وشديدة الصلابة .

ح ـ بار ١٢٤ : ثماره كريزية صلبة . غزير الإنتاج .

وتبعًا للمنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٥) .. فإن أصناف الطماطم المستعملة فى الزراعات المحمية فى مختلف الدول العربية ـ وجميعها من الهجن ـ هى كما يلى :

مونت كارلو (العراق والبحرين) .

أريكا ـ الأقصر (البحرين) .

obeikandl.com

كارميللو (العراق والإمارات والبحرين) .

موريل ـ الوادى ـ ليديا (مصر) .

كاربى ـ رامون ـ كوميت ـ سيشل باك ـ جى إس ١٢ ـ فريدة (العراق) .

دمبو ـ دومبيتو ـ كوروزو ـ هوب رقم ١ (قطر) .

دافستا (سوريا وليبيا) .

كورنيلو ـ ميران ـ فونتانا ـ لارا ـ هنادى ـ بلفيو ـ صيدا (سوريا) .

كريستال (سوريا والإمارات) .

برنيس ـ مانتوس ـ رويال ١٥٨ ـ تاكى ـ إيبزا (لبنان) .

أفورا (الإمارات) .

الاحتياجات البيئية

درجة الحرارة

تؤثر درجة حرارة التربة تأثيرًا كبيرًا على سرعة إنبات البذور ؛ فبينما يستغرق الإنبات نحو ٦ أيام فى حرارة ٢٥ ـ ٣٠ ° م ، فإنه يستغرق نحو ١٤ يومًا فى حرارة ١٤ ° م ، و٤٣ يوماً فى حرارة ١٠ ° م . ويتراوح المجال الحرارى المناسب لنمو نباتات الطماطم بين ١٥ ـ ١٨ ° م ليلاً ، و ١٨ ـ ٢٣ ° م نهارًا ، مع قدرة الطماطم على النمو فى درجات الحرارة الأعلى ، وتحمل درجات الحرارة الأقل من ذلك ، إلا أن الثمار لا يمكنها العقد فى درجات حرارة أقل من ١٣ ° م ليلاً ، أو أعلى من ٣٠ ° م نهارًا . ويتراوح المجال الحرارى الملائم لعقد الثمار بين ٢٠ ° م و ٢٥ ° م .

يتأثر نمو الشتلات كثيرًا بدرجة حرارة التربة ؛ حيث ينخفض معدل نموها بوضوح ، وتأخذ الأوراق لونًا أخضرًا داكنًا ضاربًا إلى البنفسجى عندما تتراوح درجة حرارة التربة بين ١٣ ° م و ١٨ ° م . كذلك تظهر أعراض مماثلة على بادرات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى عندما تروى بمحلول غذائى بارد ، ولكن تختفى تلك الأعراض عندما يُدَفَّأ المحلول المغذى المستعمل . وقد وجد Cave (١٩٩١) أن رى بادرات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى خمس مرات يوميا بمحلول

مغذٍ تبلغ حرارته ١٠ ° م ـ مقارنةً بالرى بمحلولٍ مغذٍ تبلغ حرارته ١٨ ° م ـ أدى إلى ظهور لونٍ أخضر داكنٍ ضاربٍ إلى القرمزى على الأوراق فى خلال أسبوع واحد من المعاملة ، وتلا ذلك حدوث نقص فى الوزن الجاف للبادرات ـ مقارنةً بمعاملة الشاهد ـ بعد أسبوعٍ آخر . وجدير بالذكر أن هذه الأعراض تلاشت تدريجيا عندما أوقف استعمال المحلول المغذى البارد ، واستبدل به المحلول المغذى الدافئ .

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 ـ يحافظ على درجة حرارة ١٨ ـ ٢١ ° م ليلاً ونهارا حتى إنبات البذور .

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

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

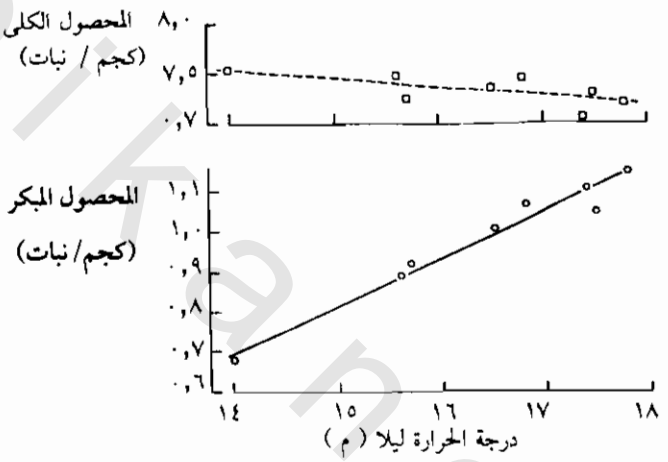
٤ ـ يناسب النباتات ـ خلال الفترة من الشتل حتى قبل الإزهار مباشرة ـ حرارة ١٥ ° م ليلاً ،و ١٩ ° م نهاراً .

٥ ـ تتراوح درجة الحرارة أثناء الإزهار وعقد الثمار بين ١٥ ـ ١٨ ° م ليلاً، و ٢٢ ـ ٢٤ ° م نهارًا فى الجو الصحو أو الغائم جزئيا ، و ١٥ ـ ١٦ ° م ليلاً ونهارًا فى الأيام الملبدة بالغيوم حتى تعقد الثمار بصورةٍ جيدةٍ .

ويلاحظ أن درجات الحرارة التى يُنصح بها تكون منخفضةً قليلاً فى الجو الملبد

بالغيوم ، عتها فى الجو الصحو ؛ وذلك لأن أرتفاع الحرارة يؤدى ـ فى هـذه الظروف ـ 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 .

كما يلاحظ أن ارتفاع حرارة الليل من ١٤ ° م إلى ١٨ ° م يكون مصاحبًا بزيادة فى المحصول المبكر ، ولكـن يقابل ذلك نقص فى المحصول الكلى (شكل ٩ ـ ١) .



شكل (٩ ـ ١) : تأثير درجة حرارة الليل على محصول الطماطم المبكر والكلى (عن van de Vooren وآخرين ١٩٨٦) .

أما بالنسبة للنمو الخضرى . . فإنه يتأثر ـ سلبيا ـ بحرارة ٣٤ ° م أو أعلى من ذلك (Malfa ١٩٩٣) . وفى حرارة تزيد على ٣٥ ° م . . يقل توصيل الثغور للغازات ، وتزداد مقاومة خلايا النسيج الوسطى Mesophyll ، وينخفض معدل البناء الضوئى (عن Romero-Aradna & Longuenesse ١٩٩٥) .

وقد درس Gosselin وآخرون (١٩٨٤) تأثير درجة حرارة الجذور (١٢ ، ١٨ ، ٢٤ ، ٣٠ ، ٣٦ ° م) ومستوى النيتروجين فى المحاليل المغذية (٢,٥ ، ٧,٥ ، ٢٢,٥ ، ٦٧,٥ ملى مكافئ من النيتروجين / لتر) على نمو نباتات الطماطم فى مزرعة مائية ، ووجدوا أن الظروف المناسبة لمختلف الصفات كانت كما يلى :

الصفة	حرارة الجذور (° م)	تركيز النيتروجين (ملللى مكافىء / لتر)
أكبر وزنٍ جافٍ للجذور	١٨	٢٢,٥
أكبر وزنٍ جافٍ للمجموع الخضرى	٢٤	٢٢,٥
أعلى محصول	٢٤	٢,٥

وقد تبين من هذه الدراسة أن رفع حرارة الجذور مع زيادة مستوى النيتروجين أدى إلى زيادة محتوى الأوراق من الأروت ، لكن مع زيادة نسبة الأزهار غير العاقدة ، ونقص المحصول .

وتؤثر حرارة الهواء وحرارة الجذور على امتصاص العناصر فى الطماطم على النحو التالى (Papadopoulos & Tissen ١٩٨٧) :

١ ـ أدت حرارة الهواء المنخفضة (٢٤ / ١٤ ° م ،و ٢٤ / ٨ ° م ،و ١٩ / ١٤ ° م نهارًا / ليلاً) إلى زيادة تركيز النيتروجين فى الأوراق ، بينما لم يكن لحرارة الجذور أى تأثيرٍ على هذا العنصر .

٢ ـ تشابه الفوسفور مع النيتروجين من حيث تأثُّره بحرارة الهواء ،ولكن حرارة الجذور المرتفعة (٢٤ ـ ٢٧ ° م) أدت إلى إحداث زيادة فى امتصاص الفوسفور بدرجةٍ أكبر من الزيادة فى امتصاص النيتروجين .

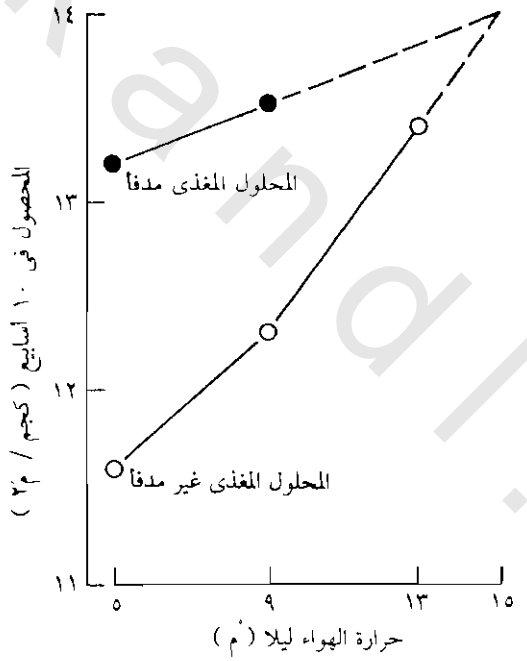
٣ ـ لم تكن لحرارة الهواء أو الجذور تأثير يذكر على محتوى الأوراق من البوتاسيوم .

٤ ـ ازداد تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم فى الأوراق فى حرارة الهواء المنخفضة (٢٤ / ٨ ° م ،و ١٣ / ٨ ° م نهارًا / ليلاً) ، بينما لم يتأثر أىٌّ منهما بحرارة الجذور.

وتبعًا لـ Sady وآخرين (١٩٩١) . . فإن حرارة الهواء المرتفعة (مقارنةً بحرارة ١١ ° م) حفزت النمو الخضرى لنباتات الطماطم النامية فى مزارع تقنية الغشاء المغذى ، وأدت إلى زيادة المحصول المبكر والكلى . كما ازداد المحصول الكلى

عندما رُفعت حرارة المحلول المغذى إلى درجةٍ ثابتةٍ مقدارها ٢٠ ° م بصرف النظر عن حرارة الهواء .

وقد أوضحت دراسات Cooper (١٩٧٩) على الطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى أن درجة الحرارة المثلى للمحاليل المغذية هى ٢٥ ° م . قام Cooper بتعريض النموات الهوائية للطماطم لحرارة ٢٠ ° م نهارًا ، و ٥ ° م ، أو ٩ ° م ، أو ١٣ ° م ليلاً ، مع تدفئة (٢٥ ° م) أو عدم تدفئة المحاليل المغذية المستعملة . ويظهر من نتائج هذه الدراسة أن مجرد رفع حرارة المحلول المغذى إلى ٢٥ ° م ، مع بقاء هواء الصوبة غير مدفأ ليلاً (على حرارة ٥ ° م) أعطى محصولاً مساويًا لمعاملة تدفئة هواء الصوبة ليلاً إلى ١٣ ° م مع عدم تدفئة المحلول المغذى . وتظهر أهمية تدفئة المحلول المغذى على المحصول ـ بوضوح ـ فى شكل (٩ ـ ٢).



شكل (٩ ـ ٢) : تأثير التفاعل بين درجة حرارة المحلول المغذى ، ودرجة حرارة الهواء ليلاً على محصول الطماطم .

يلاحظ من شكل (٩ ـ ٢) أن نباتات الطماطم تستجيب بشدةٍ لتدفئة المحلول

المغذى فى غياب تدفئة هواء الصوبة ليلاً ، وأنه فى غياب تدفئة المحلول المغذى . . يتناسب محصول الطماطم طرديا مع درجة حرارة هواء الصوبة ليلاً . كما يستدل من الشكل على توقع تلاقى الخطين المتقطعين عند حرارة ١٥ ° م (التى لم تتضمنها معاملات هذه الدراسة) ؛ وهو ما يعنى تلاشى التأثير الإيجابى لتدفئة المحلول المغذى على المحصول عند ارتفاع حرارة الهواء ليلاً إلى ١٥ ° م . ومن المعروف أن درجة حرارة الهواء المثلى لنباتات الطماطم ليلاً ـ فى الزراعات الأرضية ـ هى ١٥ ° م .

هذا . . ويذكّر Cooper (١٩٧٩) أن درجة حرارة المحلول المغذى يمكن أن تكون ثابتةً ليلاً ونهارًا ، أو تكون أعلى نهارًا منها ليلاً ، ولكن لا يجب أن تكون حرارة المحلول المغذى أعلى ليلاً منها نهارًا ؛ لأن لذلك تأثيراتٍ سلبيةً على النمو النباتى والمحصول .

وعلى خلاف ما تقدم بيانه من ضرورة انخفاض درجة الحرارة ليلاً عن درجة الحرارة نهارًا ، فإن بعض الدراسات تؤيد مبدأ الحرارة المتكاملة Temperature Integrating Concept ، والذى تكون النباتات ـ بمقتضاه ـ قادرةً على الاستفادة من الحرارة المتاحة لها على مدى الأربع والعشرين ساعة . وقد طُوِّر هذا المبدأ فى دول شمال غرب أوروبا بهدف التوفير فى طاقة التدفئة ؛ حيث تستعمل ستائر حراريةٍ متحركةٍ ، تُضمّ نهارًا للسماح بنفاذ أكبر قدرٍ من الطاقة الشمسية ، وتفرد ليلاً لتوفير أكبر قدرٍ من العزل الحرارى (منع نفاذ الأشعة تحت الحمراء الصادرة من الأجسام الصلبة داخل الصوبة ، ومنع فقد حرارة التدفئة ـ بالتوصيل ـ خسارج الصوبة). وتعزيزًا لهذا الرأى . . يذكر أن نمو نباتات الخيار ، والأقحوان ، والورد يتوقف على متوسط الحرارة خلال الأربع وعشرين ساعة .

وقد درس Koning (١٩٨٨) تأثير ثلاثة نظمٍ حرارية لحرارة الليل والنهار بمتوسط درجة الحرارة اليومى نفسه(وهى : مرتفعة / منخفضة ،ومتساوية ، ومنخفضة / مرتفعة) على نمو ، وإزهار ،وإثمار نباتات الطماطم ، ووجد أن سيقان النباتات كانت أقصر عندما كانت حرارة الليل أقل من حرارة النهار . وبينما

لم يتأثر عدد العناقيد الزهرية بالنظام الحرارى ، فإن المحصول الكلى ومتوسط وزن الثمرة كانا أعلى تحت ظروف حرارة الليل الأعلى من حرارة النهار .

الإضاءة

تحتاج بادرات الطماطم فى المناطق الشمالية ـ ذات الليل الطويل والإضاءة الضعيفة وقت نمو النباتات خلال فصل الشتاء ـ إلى إضاءةٍ تكميليةٍ من مصدرٍ مناسب (مثل لمبات الصوديوم ذوات الضغط العالى) ؛ بهدف زيادة شدة الإضاءة ،وإطالة الفترة الضوئية إلى المدة المناسبة ؛ فمثلا . . وجد Boivin (١٩٨٧) ـ فى كندا ـ أن تعريض بادرات الطماطم المزروعة فى أوائل ديسمبر ـ إلى حين موعد شتلها ـ لإضاءةٍ إضافيةٍ من لمبات الصوديوم ذات الضغط العالى (١٠٠ ميكرومول / ثانية / م^{٢}) أدى إلى نقص عدد الأوراق قبل العنقود الزهرى الأول جوهريا ، وزيادة المحصول المبكر بنسبة ١٠٠ ٪ .

كما وجد McAvoy وآخرون (١٩٨٩) ارتباطًا قويا موجبًا (r = ٠,٩٤٧) بين محصول الطماطم الكلى،وبين الإشعاع الشمسى الكلى المؤثر فى عملية البناء الضوئى Total Photosynthetic Photon Fluxخلال الفترة من الإزهار إلى الحصاد .

وبينما لا تفتقر المنطقة العربية لا إلى شدة الإضاءة ، ولا إلى الفترة الضوئية المناسبة لإنتاج الطماطم (أو غيرها من الخضروات) . . فإن استعمال وسائل التوفير فى الطاقة ـ مثل الستائر الحرارية شتاءً للتوفير فى طاقة التدفئة ، أو شباك التبريد البلاستيكية صيفًا للتوفير فى طاقة التبريد ـ قد يكون له مردود سلبى على النمو والمحصول إذا ازداد التظليل عما ينبغى .

فمثلاً . . تبين من دراسات Cokshull وآخرين (١٩٩٢) ـ التى أجريت فى المملكة المتحدة ـ أن التظليل بنسبة ٦,٤ ٪ ، أو ٢٣,٤ ٪ كان له مردود سلبى كبير على نمو نباتات الطماطم وتطورها ؛ حيث نقص المحصول ـ فى المعاملتين ـ بنسبة ٧,٥ ٪ ، و ١٩,٩ ٪ ، على التوالى ،وكان هناك تناسب طردى مباشر بين

المحصول وعدد الثمار فى العنقود ،وبين شدة الإضاءة التى تلقتها النباتات ؛ حيث كان معدل المحصول ٢ كجم من الثمار الطازجة لكل ١٠ ميجاجول(MJ) من الأشعة الشمسية الساقطة على النباتات . كما أدى التظليل إلى تقليل متوسط وزن الثمرة، و إلى خفض نسبة الثمار غير المنتظمة النضج .

وفى الأرجنتين .. قارن Francescangeli وآخرون (١٩٩٤) تأثير ثلاث معاملات تظليل ـ أجريت بهدف خفض درجة حرارة الصوبة صيفًا ـ على نباتات الطماطم ، وكانت المعاملات (التى أدت جميعها إلى خفض درجة حرارة الهواء ، و الأوراق ، والتربة) وتأثيراتها كما يلى :

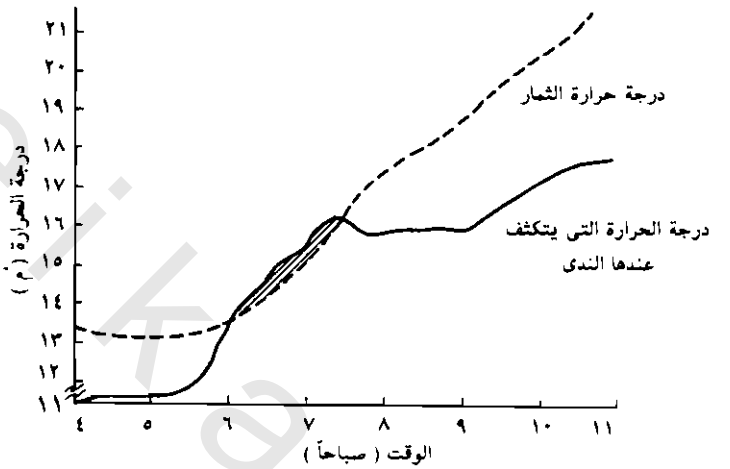
المعاملة	الضوء النافذ إلى داخل الصوبة (٪)	المحصول (كجم / نبات)
الكنترول (بدون معاملة تظليل)	٨١	٢,٧٠٧
رش البلاستيك بماء الجير (٥٠ جم/م٢)	٢٧	١,٩٥١
شباك بلاستيكية توفر تظليلاً بنسبة ٢٠ ٪	٤٧	٢,٢٢١
شباك بلاستيكية توفر تظليلاً بنسبة ٦٥ ٪	٣١	١,٦٨٧

ويتبين من هذه النتائج وجود علاقةٍ طرديةٍ مباشرةٍ بين شدة الإضاءة والمحصول ، حتى عندما يكون التظليل بهدف خفض درجة الحرارة.

الرطوبة النسبية

تساعد الرطوبة النسبية العالية فى الزراعات المحمية على انتشار الإصابة بالأمراض ، خاصة بفطر بوتريتس Botrytis. ويوضح شكل (٩ ـ ٣) أن درجة حرارة الثمار تنخفض عن الدرجة التى يتكثف عندها الندى-Dew Point Tempera ture ابتداءً من السادسة صباحاً ، ولمدة حوالى ساعة ونصف ؛ وهى الفترة التى يتكثف خلالها الندى على الثمار ؛ مما يزيد من فرصة الإصابة بالأمراض . ويمكن تجنب ذلك برفع درجة الحرارة قليلاً قبل شروق الشمس ؛ حتى لا يحدث ارتفاع مفاجئ فى درجة حرارة الهواء عند الشروق ، بينما لا تزال الثمار باردةً .

ويؤدى ارتفاع الرطوبة النسبية كذلك إلى قلة امتصاص العناصر المنتقلة مع تيار الماء الذى يفقد بالنتح ، خاصة عنصر الكالسيوم ؛ الأمر 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 .



شكل (٩ ـ٣) : التغيرات فى درجة حرارة الثمار ، ودرجة الحرارة التى يتكثف عندها الندى من الساعة الرابعة صباحًا إلى الساعة الحادية عشرة قبل الظهر . توضح المنطقة المظللة بداية ونهاية الفترة التى يتكثف خلالها الندى على الثمار (عن van de Vooren وآخرين ١٩٨٦) .

هذا . . وتتراوح الرطوبة النسبية المثاليةللطماطم بين ٧٠ ٪ و ٧٥ ٪ .

ويبدأ التأثير الضار لارتفاع الرطوبة النسبية عندما ينخفض الفرق فى ضغط بخار الماء Vapor Pressure Deficit عن ٠,٢ كيلو باسكال (0.2 kPa). وقد درس Holder & Cockshull (١٩٩٠) تأثير مستويات مختلفة من الرطوبة النسبية (تراوحت بين ٠,١ و٠,٨ كيلو باسكال) ـ مع ثبات درجة الحرارة – على الطماطم ، ووجدا أن معدل نمو النباتات لم يتأثر بمستوى الرطوبة النسبية، ولكن المساحة الورقية نقصت جوهريا فى الرطوبة العالية ،وكان ذلك مرتبطًا بنقص تركيز الكالسيوم فى نصل الورقة ، مع ظهور أعراض نقص العنصر . كذلك أدت الرطوبة النسبية العالية إلى نقص المحصول وتدنى نوعية الثمار .

كما درس Bakker (١٩٩٠) ـ كذلك ـ تأثير التباين فى الرطوبة النسبية ـ ليلاً ونهارًا (من ٠,٢١ ـ ٠,٧١ كيلو باسكال ليلاً ،ومن ٠,٣٥ ـ ١,٠ كيلو باسكال نهارًا) ـ مع ثبات درجة الحرارة ـ على الطماطم ،وتوصل ـ كذلك ـ إلى أن زيادة الرطوبة النسبية تؤدى إلى نقص الكالسيوم ونقص المساحة الورقية للأوراق،ونقص متوسط وزن الثمرة ،وضعف قدرة الثمار على التخزين . وعلى الرغم من أن الرطوبة النسبية العالية نهارًا أدت إلى زيادة المحصول ، إلا أن المحصول الكلى انخفض بزيادة الرطوبة النسبية ليلاً أو نهارًا .

وعن علاقة الكالسيوم فى أوراق وثمار الطماطم بكلٍّ من مستوى الرطوبة النسبية (ليلاً ونهارًا) ، وتركيز الكالسيوم ، والتركيز الكلى للأملاح فى المحاليل المغذية فى مزارع الصوف الصخرى . . وجد Adams & Holder (١٩٩٢) ما يلى :

١ ـ أدت الرطوبة النسبية العالية ليلاً أو نهارًا ـ وكذلك الملوحة العالية ـ إلى نقص الوزن الجاف للأوراق .

٢ ـ انخفض دائما محتوى الأوراق من الكالسيوم وتركيز الكالسيوم فيها فى الرطوبة النسبية العالية ،وكان هذا التأثير أوضح عند ارتفاع الرطوبة النسبية ليلاً عنه نهاراً ، كما كان النقص فى الكالسيوم أقل حدة فى المستويات العالية من الكالسيوم .

٣ ـ انخفض تراكم الكالسيوم فى الثمار عند انخفاض الرطوبة النسبية نهارًا ،وكان أقل مستوى للكالسيوم فى الثمار عندما اقترن انخفاض الرطوبة النسبية نهاراً مع انخفاض تركيز الكالسيوم وارتفاع التركيز الكلى للأملاح فى المحلول المغذى .

٤ ـ بدا أن ارتفاع الرطوبة النسبية نهارًا حفّز انتقال الكالسيوم إلى الثمار الصغيرة ، بصرف النظر عن مستوى الرطوبة النسبية ليلاً .

وقد تنخفض الرطوبة النسبية كثيرًا فى البيوت المحمية خلال الصيف إلى الدرجة التى يكون لها تأثير سيئ على التلقيح وعقد الثمار . ويلزم ـ فى مثل هذه الحالات ـ تزويد البيوت المحمية بنظام « المست Mist » ، الذى يفيد فى زيادة الرطوبة النسبية

obeikandl.com

وخفض درجة الحرارة فى آنٍ واحد . ويبدأ التأثير الضار للرطوبة النسبية المنخفضة عندما يرتفع الفرق فى ضغط بخار الماء عن كيلو باسكالٍ واحدٍ .

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 ـ بعد الفترات التى تنخفض فيها الحرارة ليلاً عن ١٣ْ ـ ١٥مْ بنحو شهرين ، وتستمر لفترةٍ تُماثل مدة انخفاض درجة الحرارة .

٢ ـ بعد الفترات التى ترتفع فيها الحرارة نهارًا عن ٢٨ْ ـ ٣٠ ْ م بنحو شهرٍ ونصف ، وتستمر لفترةٍ 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 مدةٍ 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 ٨٠ يومًا من الشتل ، فإنه يمكن تحديد الموعد المناسب للشتل فى كل منطقةٍ على حدةٍ بفرض إمكانية التحكم فى البيوت المحمية بالتدفئة أو بالتبريد ،وبخلاف ذلكٍ . . فإن الزراعة المحمية لا تفيد كثيرًا فى تحسين العقد عمّا فى الزراعات المكشوفة .

ويؤدى شتل الطماطم خلال أبريل ومايو ويونية إلى توفير المحصول خلال المدة من يولية 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 .

obeikandl.com

وتحت الظروف المصرية يوصى بزراعة البذور فى المشتل خلال الفترة من منتصف سبتمبر إلى آخر أكتوبر ، علمًا بأنها تشتل بعد ذلك بنحو شهرٍ واحدٍ (أى من منتصف أكتوبر إلى آخر نوفمبر) ؛ وبذا . . يمكن أن يبدأ الإنتاج من منتصف يناير ويستمر إلى منتصف شهر مايو .

الزراعة

سبق أن أوضحنا خطوات إعداد الأرض للزراعات المحمية ـ بصفةٍ عامةٍ ـ فى الفصل السابع ، ونُلقى الآن مزيدًا من الضوء عن زراعة الطماطم بوجهٍ خاصٍّ .

كمية التقاوى

تتكاثر الطماطم بالبذور . يحتوى الجرام الواحد على نحو ٣٠٠ ـ ٣٥٠ بذرة . ويلزم نحو ١٢,٥ جم من البذور لإنتاج شتلاتٍ تكفى لمساحة ١٠٠٠ م^2 (أى نحو ٦ ـ ٧ جم من البذور لكل صوبةٍ تبلغ مساحتها ٥٤٠ م^2) . ومن الطبيعى أن كل بذرةٍ تزرع منفردةٍ فى عينٍ من عيون الشتّالات ؛ نظرًا لارتفاع ثمن بذور الأصناف الهجين التى تستخدم ـ عادةً ـ فى الزراعات المحمية .

إنتاج الشتلات

إن التفاصيل المتعلقة بإنتاج الشتلات ـ بصورةٍ عامةٍ ـ ينبغى الرجوع إليها فى حسن (١٩٩٧ ب) ، ونكتفى فى هذا المقام بالتذكير ببعض الأمور الهامة ؛ وهى :

١ ـ يكون إنتاج الشتلات فى شتّالاتٍ جديدةٍ أو معقمة ، مملوءةٍ بخلطةٍ رطبة ملائمةٍ ، قوامها البيت موس مع الفيرميكيوليت والرمل ، ومخصبةٍ بمختلف العناصر الكبرى والصغرى ، ومضافٍ إليها مبيد فطرى مناسب ـ للوقاية من مرض سقوط البادرات ـ مثل الكابتان ـ الذى يستعمل بمعدل ٢٠ جم / م^3 من الخلطة .

٢ ـ ترش الشتّالات بعد زراعة البذور فيها رشا خفيفًا برذاذٍ من الماء ، ثم تُكَوَّم فوق بعضها ، وتوضع شتالة غير مزروعة على القمة . تغطى جميع الشتالات المزروعة ـ فى الجو البارد فقط ـ بشريحةٍ بلاستيكيةٍ .

تراقب الشتّالات ـ بعنايةٍ ـ يوميا ، وبمجرد ملاحظة أولى بشائر الإنبات فى أيٍّ منها ، فإنها تُفرّد فى الحال .

٣ ـ يكون تفريد الشتّالات على قوالب من الطوب ، أو قوالب أسمنتية ، أو ألواحٍ خشبيةٍ ، أو صناديق بلاستيكيةٍ مقلوبةٍ . . . إلخ ؛ بحيث لا تلامس سطح التربة .

٤ ـ ترش الشتالات بعد ذلك بالكابتان أو البنليت بالتركيز المناسب (حوالى ٠,٢٥ ٪) ؛ للوقاية من مرض سقوط البادرات ، ويمكن أن يكرر ذلك مرتين أخريين ـ على فتراتٍ أسبوعيةٍ ـ أو أن يتبادل الرش بالكابتان أو البنليت مع الرى بالردوميل Ridomel بتركيز ١٢ مل / لتر .

٥ ـ يكون الرى دائمًا فى الصباح ، مع تجنب الرى بعد الثالثة عصرًا .

٦ ـ يكون الرى خفيفًا ومتجانسًا ، مع عدم الرى قبل جفاف الطبقة السطحية من تربة الشتّالات حتى عمق ٣ مم .

٧ ـ يراعى توفير تهويةٍ جيدةٍ للوقاية من الأمراض الفطرية ، خاصةً مرض سقوط البادرات (عن Nassar & Crandle ١٩٨٧) .

طريقة ومسافات الزراعة

إقامة المصاطب

تقام المصاطب أثناء إعداد الأرض للزراعة (حيث يوضع فى باطنها السماد العضوى والأسمدة الكيميائية السابقة للزراعة) ، ويكون عرض المصطبة ذاتها مترًا واحداً ، ويفصل بينها قنوات بعرض نصف متر ، مع ترك مسافة ٧٥ سم بامتداد الجانبين الطوليين للصوبة ؛ وبذا يقام بكل صوبةٍ خمس مصاطب ، تبلغ المسافة بين مركز كلِّ مصطبتين متجاورتين منها ١٥٠ سم .

الغطاء البلاستيكى للتربة

يفُيد تغطية سطح المصاطب بالبلاستيك فى حفظ الرطوبة الأرضية ، ومنع نمو

الحشائش ، ونمو الجذور حتى قريبًا من سطح التربة ، وتقليل فقد الأسمدة بالرشح . يستعمل لذلك البلاستيك الأسود ، ولكن يفضل فى المواسم الحارة استعمال البلاستيك الأبيض ، مع مكافحة الحشائش ـ قبل فرد البلاستيك ـ باستعمال المبيدات . وبالاختيار المناسب للون البلاستيك يمكن التحكم فى حرارة التربة ؛ حيث يعمل البلاستيك الأسود على رفع الحرارة ، بينما يعمل البلاستيك الأبيض على خفضها .

ويذكر Eltez & Tuzel (١٩٩٤) أن محصول الطماطم ازداد ـ فى إزمير بتركيا ـ بنسبة ٢٥ ٪ عند استعمال البلاستيك الأسود فى العروة الربيعية (حيث الحرارة المنخفضة عند الشتل) ، وبنسبة ٣٧.٥ ٪ عند استعمال البلاستيك الأبيض فى العروة الخريفية (حيث الحرارة مرتفعة عند الشتل) . وجدير بالذكر أن الشرائح البلاستيكية ـ بما فى ذلك الشفافة منها ـ تغطى بالأتربة بعد أسابيع قليلة من استعمالها ؛ حيث تتساوى مختلف الألوان ـ حينئذٍ ـ من حيث تأثيرها على حرارة التربة .

هذا . . ويتم تثقيب البلاستيك على الأبعاد المرغوب فيها للزراعة ؛ لأجل تمرير جذور النباتات منها عند شتلها . ويجرى ذلك إما بقطع دوائر بقطر حوالى ٧ سم فى الغطاء ، وإما بعمل قطعين قصيرين فيه بالموسى على شكل علامة (+) فى مواقع الشتل .

الشتل ، ومسافة الزراعة ، والكثافة النباتية

تشتل نباتات الطماطم فى خطين ـ بكل مصطبة ـ يبعد كل منهما عن الآخر بمسافة ٥٠ سم ، ويتوسطهما خرطوم الرى بالتنقيط الذى يكون بامتداد منتصف المصطبة . تكون المسافة بين النباتات فى الخط ٥٠ سم ، مع جعل مواقع النباتات فى خطى كل مصطبةٍ بالتبادل (على شكل رِجْل غراب) ؛ وبذا . . فإن كل صوبةٍ يكون بها حوالى ١٢٠٠ نبات .

هذا . . ويتراوح متوسط كثافة الزراعة ـ فى مختلف الدول العربية ـ بين ٢,١

نباتا / م^{2} فى الأنفاق البلاستيكية و ٢,٢ نباتا / م^{2} فى البيوت المحمية (المنظمة العربية للتنمية الزراعية ١٩٩٥) .

وقد درس Cockshull & Ho (١٩٩٥) تأثير كثافتى الزراعة ٢,٠٤ ،و ٣,٠٦ نباتًا / م^{2} على كمية محصول ونوعية ثمار الطماطم ، ووجدا أن الكثافة النباتية العالية صاحبتها زيادة قدرها ٨ ٪ فى المحصول المبكر ،و ١٥ ٪ فى المحصول الكلى عن الكثافة المنخفضة ، كما أدت الكثافة العالية إلى نقص المتوسط العام لوزن الثمرة، ونقص محصول الثمار الكبيرة (الدرجة C التى يزيد قطرها على ٥٧ ملليمترًا) ، وزيادة محصول الثمار الصغيرة (الدرجة E التى يقل قطرها عن ٤٧ ملليمترًا) .

يكون شتل النباتات على عمق أكبر من الذى كانت عليه البادرات فى المشتل (تغطى ـ عادة ـ السويقة الجنينية السفلى بالتربة ـ عند الشتل ـ حتى قريبًا من مستوى الأوراق الفلقية) ، مع الضغط على الجذور (يوجه الضغط نحو الجذور وليس حول قاعدة ساق البادرة) ؛ حتى تتصل بشكلٍ جيدٍ مع التربة ؛ فلا تتعرض النباتات للذبول .

الرى عقب الشتل بالأسمدة البادئة

يجرى الرى عقب الشتل مباشرةً ، ويفضل إضافة نحو ١٥٠ مل (سم^{3}) من محلولٍ سماديٍّ بادئٍ فى حفرة (جورة) الزراعة بعد وضع الشتلة فيها ، وقبل الترديم عليها ، ويعد ذلك بديلاً لرية الشتل .

احتياجات الزراعة من ساعات العمل

يذكر van de Vooren (١٩٨٦) أن زراعات الطماطم المحمية ـ فى هولندا ـ يلزم لها نحو ٥٨٠ ساعة عمل لكل ١٠٠٠ م^{2} ، يخصص نحو ٣٨ ٪ منها للحصاد، و٣٠ ٪ منها للتربية ،و ١١ ٪ منها لإزالة الأوراق السفلية ،و ١١ ٪ أخرى منها للتلقيح ، أما الـ ١٠ ٪ المتبقية (حوالى ٥٨ ساعة عمل) ، فتلزم لباقى العمليات الزراعية ، وهى الزراعة ، ومكافحة الآفات ، والتخلص من النباتات بعد الحصاد .

الـــرى

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 ، ما دامت النباتات تعطى كل احتياجاتها من الرطوبة (Snyder & Bauerle ١٩٨٥) . هذا . . ويكفى خط واحد من خطوط الرى بالتنقيط لكل خطٍ مزدوجٍ من خطوط الزراعة .

تكون الرية الأولى بعد رية الزراعة بيومٍ واحدٍ إلى سبعة أيام حسب طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة ؛ حيث تقصر المدة فى الجو الحار وفى الأراضى الرملية ، وتطول فى الجو المائل إلى البرودة وفى الأراضى الثقيلة . وكثيرًا ما يحتاج الأمر إلى الرى مرتين يوميا فى الأراضى الرملية ، خاصة فى الجو الحار . ويتم فى هذه الحالة توزيع مياه الرى بالتساوى على الريتين اللتين تكونان حوالى الساعة التاسعة صباحًا والساعة الثالثة بعد الظهر .

وفى الأراضى الرملية يكون معدل الرى ـ عادةً ـ لترًا واحدًا لكل نبات فى اليوم الواحد (يوزع بالتساوى على ريّتى اليوم) فى بداية حياة النبات ، مع زيادة الكمية المضافة تدريجيا ، إلى أن تصل إلى لترين إلى ثلاثة لترات من الماء لكل نباتٍ فى اليوم الواحد ؛ ابتداءً من الأسبوع التاسع بعد الشتل . وإذا جاء موعد الرى وكانت الطبقة السطحية للتربة مازالت رطبةً . . تعين تأجيل الرى إلى يوم تالٍ ، مع إنقاص كمية مياه الرى إلى النصف إذا دعت الضرورة إلى ذلك .

أما فى الأراضى الثقيلة فإن معدل الرى يجب ألا يزيد على لترٍ واحدٍ إلى لتر ونصف اللتر لكل نباتٍ فى كل رية ؛ حتى لا تتعجن التربة . ويراعى عدم إعطاء الرية التالية قبل جفاف الطبقة السطحية من التربة حتى عمق ٥ سم ، مع مراعاة أن تكون الطبقة التى تليها ـ وعلى امتداد خطَّىْ الزراعة فى كل مصطبةٍ ـ رطبةً دائمًا ؛ لضمان حصول النباتات على حاجتها من الرطوبة الأرضية .

ولكلٍّ من نقص الرطوبة الأرضية وزيادتها عن الحدود المناسبة أضرارها على نباتات الطماطم . فنقص الرطوبة يؤدى إلى نقص معدل النتح ، وارتفاع درجة

حرارة الأوراق ، وانغلاق الثغور ؛ مما يؤدى إلى ضعف نمو النباتات ونقص المحصول (عن Romero-Aranda & Longuenesse ١٩٩٥) . وفى المقابل تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية إلى غزارة النمو الخضرى على حسب الإثمار ، مع تعرض النباتات للإصابة بأعفان الجذور . ويؤدى تعرض النباتات إلى شدّ رطوبيّ معتدل (يتراوح بين Ψ_L « الـ Leaf Water Potential » مقدارها- ١,٠ ميجا باسكال من الزراعة إلى مرحلة تكوين العنقود الزهرى الثالث ، و ـ ٥,٠ ميجا باسكال بعد ذلك) إلى حفظ التوازن المطلوب بين النمو الخضرى والنمو الثمرى (Araki ١٩٩٤) .

التسميد

تقديرات احتياجات الطماطم من العناصر السمادية

كميات العناصر الممتصة

اختلفت تقديرات الباحثين بشأن كميات العناصر التى تمتصها نباتات الطماطم من التربة فى الزراعات المحمية . وقد تراوحت التقديرات للهكتار (الهكتار = ١٠٠٠٠ م^2 = ٢,٣٨ فداناً) كما يلى : النيتروجين ٢٧٣ - ٣٨٦ كجم ، والفوسفور ٣٥ - ١٠٥ كجم ، والبوتاسيوم ٥٨٠ - ٨٩٣ كجم ، والكالسيوم ٢٨٠ - ٣٤٠ كجم ، والمغنيسيوم ٤٨ - 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 للمغنيسيوم ، ومن الضرورى توفير هذه الكميات من العناصر على صورة أسمدة ؛ وذلك للحصول على أعلى إنتاجية من الزراعات المحمية (عن Adams ١٩٨٦) .

وفى نيوزيلندا . . قدر White (١٩٩٣) كميات العناصر التى امتصتها نباتات الطماطم النامية فى مزارع تقنية الغشاء المغذى (متوسطات ١٧ زراعة ، بمتوسط عمر ٣٤ أسبوعًا ، على أساس تحليل الماء والمحاليل المغذية وكميات أملاح العناصر المغذية المضافة) على النحو التالى (كجم / هكتار) :

obeikandl.com

النيتروجين ٧٩٠	الفوسفور ١٧٠
البوتاسيوم ١٤١٥	الكبريت ٢٣٧
الكالسيوم ٦٠٦	المغنيسيوم ١١٢
الصوديوم ٧٠	الكلورين ٩٧
الحديد ١٤	المنجنيز ٤,٥
الزنك ٨,٠	النحاس ٥,٠
البورون ١,٥	

وقد ازداد معدل امتصاص العناصر تدريجيا بين الزراعة وبداية الحصاد ، ثم انخفض لفترة ، ثم عاد إلى معدلاته العالية مرةً أخرى . وكان مرد الانخفاض المؤقت إلى حدوث موت لبعض الجذور عند بداية مرحلة الحمل الغزير ، وتَعَرُّض النباتات لحالة من الشدّ stress نتيجة لذلك .

وتمتص نباتات الطماطم كميات كبيرةً من الماء والعناصر المغذية يوميا ، وتزداد كمية الماء الممتصة بزيادة النمو النباتى ، وبارتفاع درجة الحرارة . ويوضح جدول (٩ ـ ١) كميات عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، وكمية الماء التى يمتصها النبات الواحد من الطماطم يوميا فى مزرعةٍ مائية . يتضح من الجدول أن النباتات الصغيرة (التى فى مرحلة تفتح أزهار العنقود الأول) لا تختلف عن النباتات الكبيرة (التى فى مرحلة تفتح أزهار العنقود التاسع) ، فى الكميات التى تمتصها من عنصرى النيتروجين ، والفوسفور ، بينما تمتص النباتات الكبيرة كمياتٍ أكبر نسبيا من عنصر البوتاسيوم ومن الماء . إلا أن نتائج دراساتٍ أخرى لا تتفق معَ هذه النتائج كما سيأتى بيانه فى موضعٍ لاحقٍ من هذا الفصل .

جدول (٩ ـ ١) : المعدل اليومى لامتصاص نباتات الطماطم من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، ومن الماء فى مزرعةٍ مائية .

مرحلة النمو (العنقود ذو الأزهار المتفتحة)	الامتصاص اليومى / نبات			
	النيتروجين (مجم)	الفوسفور (مجم)	البوتاسيوم (مجم)	الماء (مل)
١	١١٦	٢٢	١١٤	٦٠٨
٩	١١٤	٢٥	٢٩٣	٩٢٦

تجدر الإشارة إلى أن هذه الدراسة أجريت فى المملكة المتحدة خلال شهرى أغسطس وسبتمبر . ومن المتوقع أن تزداد كمية الماء التى يمتصها النبات يوميا عن ذلك بنحو ٥٠ ٪ فى المناطق الأكثر حرارة ، حتى إذا كانت البيوت المحمية مزودةً بوسائل التبريد ؛ ذلك لأن عملية التبريد تؤدى إلى حركة الهواء حول النباتات ، وزيادة معدلات النتح تبعًا لذلك (عن Adams ١٩٨٦) .

وبينما يتأثر امتصاص عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم إيجابيا بدرجة حرارة الهواء وشدة الإشعاع الشمسى ، فإن امتصاص الفوسفور يكون أكثر تأثرًا بدرجة حرارة الجذور (Adams ١٩٩٣ و ١٩٩٤) .

كما يتأثر معدل امتصاص نباتات الطماطم من كلٍّ من الماء والعناصر الغذائية بشدة الإضاءة ؛ فيتضاعف امتصاص النباتات للماء عدة مراتٍ فى الإضاءة الجيدة بالمقارنة بالامتصاص الحادث فى الإضاءة الضعيفة . ومع أن أمتصاص النباتات لعنصرى النيتروجين والبوتاسيوم يزداد فى الإضاءة الجيدة أيضًا بنحو ٦٥٪ ـ ٧٠ ٪، إلاّ أن نسبة الكمية الممتصة من الماء تكون فى الإضاءة الضعيفة أكبر بكثيرٍ منها فى الإضاءة القوية . وتتضح هذه العلاقة بين شدة الإضاءة ، وامتصاص النبات للماء والعناصر الغذائية فى جدول (٩ ـ ٢) . وتبين هذه النتائج مدى أهمية أخذ عامل شدة الضوء فى الحسبان عند تحضير المحاليل المغذية وتجديدها لمزارع الطماطم المائية (عن Adams ١٩٨٦) .

جدول (٩ ـ ٢) : العلاقة بين شدة الإضاءة ، وامتصاص نباتات الطماطم للماء وعنصرى النيتروجين والبوتاسيوم .

الشهر	شدة الإضاءة ($MJm^{-2}h^{-1}$)	الامتصاص اليومى / نبات				
		النيتروجين (مجم)	البوتاسيوم (مجم)	الماء (مل)	النسبة	
					ماء/N	ماء/K
مارس	منخفضة : ٠,٢٤	٨,١	١٥,٧	٤٣,٢	٠,١٨٨	٠,٣٦٣
يونية	مرتفعة : ١,٩٦	١٣,٧	٢٥,٦	١٤٠,٩	٠,٠٩٧	٠,١٨٢

وتمتص نباتات الطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى ـ ١٢ ٪ فقط من احتياجاتها اليومية من الماء ، وبين ٢٨ ٪ إلى ٤٥ ٪ من احتياجاتها اليومية من مختلف العناصر المغذية خلال الليل (والرقم المقابل بالنسبة لامتصاص العناصر فى الخيار ليلاً هو من ١٨ ٪ ـ ٤٦ ٪) . ويعنى ذلك أن نسبة امتصاص العناصر إلى امتصاص الماء تكون أعلى ليلاً منها نهارًا (عن Kanahama ١٩٩٤) .

توزيع العناصر الممتصة على مختلف الأجزاء النباتية

يوضح جدول (٩ ـ ٣) كميات العناصر التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية ، ونسبة ما يصل منها إلى الثمار . ويتضح من الجدول أن الثمار يصل إليها نحو ٦٠ ٪ من الكميات التى تمتصها النباتات من العناصر الأولية ؛ وهى : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، بينما يصل إليها نحو ثلث الكمية الممتصة من المغنيسيوم ، وأقل من ٥ ٪ من الكمية الممتصة من الكالسيوم . وفى دراسات أخرى بلغ الوزن الجاف لثمار الطماطم من ٥١٪ ـ 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 (٩ ـ ٣) : توزيع العناصر التى تمتصها الطماطم فى الزراعات المحمية على مختلف الأجزاء النباتية (جم / نبات) .

الجزء النباتى	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	الكالسيوم	المغنيسيوم
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	٠,٠٣٧	٠,١٤	٠,٠٣
السيقان	٠,٨٧	٠,٢٥	٢,٣٤	٠,٩٠	٠,١٩
الجذور	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠٨	٠,٥	٠
الثمار	٨,٥٥	١,٨٢	١٦,٧٠	٠,٥٨	
المجموع الكلى	١٤,١٥	٣,٠٤	٢٩,٤١	١٢,١٢	١,٧٦
نسبة ما يصل إلى الثمار	٦٠,٤ ٪	٥٩,٩ ٪	٥٦,٨ ٪	٤,٨ ٪	٣٥,٢ ٪

وتؤثر الرطوبة النسبية على محتوى الأوراق والثمار من عنصرى الكالسيوم والبوتاسيوم ؛ حيث تؤدى زيادة الرطوبة إلى نقص مستوى العنصرين فى الأوراق وإلى زيادتهما فى الثمار (Adams ١٩٩٣ ، ١٩٩٤) .

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

يفيد تحليل النبات فى التعرف على احتياجاته السمادية ، علمًا بأن تركيز العناصر فى النباتات التى لا تعانى نقص العناصر يقل تدريجيا مع تقدمها فى العمر . ويُبيّن جدول (٩ ـ ٤) هذه الحالة بالنسبة 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) .

جدول (٩ ـ ٤) : محتوى أوراق الطماطم فى الزراعات المحمية من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى المراحل المختلفة من النمو النباتى(أ) .

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

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

ويذكر Coltman & Riede (١٩٩٢) أن الاختبارات السريعة لمحتوى العصير الخلوى لأعناق الأوراق من البوتاسيوم ـ باستعمال دلائل ورقية خاصة (colorimetric paper test strips) – يفيد كثيراً فى تقدير مدى حاجة النباتات إلى التسميد بالبوتاسيوم. وقد حصل الباحثان على أعلى محصول صالح للتسويق

(٢,٧٥ كجم / نبات) ، عندما تراوح تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى (للمزارع اللاأرضية) بين ١٩٠ و ٢٠٠ مجم / لتر ؛ حيث كان محتوى العصير الخلوى لأعناق الأوراق من العنصر ٥,٩ مجم / مل .

تعرف الحاجة إلى التسميد من أعراض نقص العناصر

على الرغم من أن هذا الموضوع سبق أن تناولناه بالتفصيل فى كتاب « أساسيات وفسيولوجيا الخضر » حسن ١٩٩٧ أ) ، وبإيجازٍ عام فى الفصل السابع من هذا الكتاب . . إلا أننا نورد ـ فى هذا المقام – أعراض نقص مختلف العناصر كما تظهر على نباتات الطماطم بوجهٍ خاصٍّ .

أولاً : العناصر المتحركة فى النبات

العناصر المتحركة هى تلك التى تتحرك فى النبات من الأوراق السفلى ـ عند بلوغها مرحلة الشيخوخة ، أو عند تعرض النبات لنقص العنصر ـ إلى الأوراق العليا التى تكون ما زالت نشطةً فسيولوجيا ؛ ولذا . . فإن أعراض نقص هذه العناصر تظهر أولاً على الأوراق القاعدية ، ثم تتقدم تدريجيا نحو الأوراق العليا ، ولكنها نادراً ما تظهر على أحداث الأوراق التى تكون فى قمة النبات .

وتضم العناصر المتحركة ما يلى :

١ ـ النيتروجين :

فى حالات نقص العنصر يكون النبات ضعيفًا ، وتكتسب الأوراق السفلى لونًا أخضر مصفرًا . وفى حالات النقص الشديد تكون معظم أوراق النبات ذات لونٍ أخضر شاحبٍ ، وتأخذ العروق الرئيسية فى الأوراق لونًا قرمزيا ، وتكون الثمار صغيرة الحجم .

٢ ـ الفوسفور :

فى حالات نقص العنصر يقل معدل النمو النباتى (الخضرى والجذرى وتكون السيقان رفيعةً . وفى حالات النقص الشديد تكون الأوراق صغيرةً ، وصلبةً

أو شبة متيبسة ، وملتفةً لأسفل . ويأخذ السطح العلوى للأوراق لونًا أخضر ضارباً إلى الزرقة ، بينما يكتسب سطحها السفلى ـ بما فى ذلك العروق ـ لونًا قرمزيا . وتظهر بالأوراق المسنة بقعًا قرمزيةً جافةً ، وتتعرض للسقوط المبكر .

٣ ـ البوتاسيوم :

فى حالات نقص العنصر تبدو الأوراق السفلية وكأنها محترقة ، وتلتف حواف الوريقات ، ويظهر بها اصفرار بين العروق ، وبقع صغيرة جافة متحللة . وتقتصر أعراض نقص العنصر فى الأوراق الوسطية على ظهور الاصفرار ما بين العروق والبقع الصغيرة الجافة . كذلك يقل معدل النمو النباتى وتبقى الأوراق صغيرة . وفى المراحل المتأخرة ينتشر الاصفرار والتحلل فى مساحات كبيرة من الورقة مع تقدم ظهور الأعراض على الأوراق الأحدث . وتظهر على الثمار ظاهرة النضج المتبقع أو غير المنتظم ؛ حيث تكثر بالثمار الناضجة المساحات الخضراء والصفراء والحمراء الباهتة اللون .

٤ ـ المغنيسيوم :

يظهر ـ عند نقص العنصر ـ اصفرار فى حواف الأوراق السفلى ، يتقدم نحو الداخل فيما بين العروق الرئيسية تاركًا العروق خضراء اللون ، ثم تظهر بقع متحللة فى المناطق الصفراء بين العروق ، كما تفقد العروق الصغيرة ـ كذلك ـ لونها الأخضر . وفى حالات النقص الشديد تموت الأوراق السفلى ، ويأخذ النبات كله لونًا مصفرًا ، ويقل إنتاج الثمار .

٥ ـ الزنك :

الزنك من العناصر الصغرى المتحركة فى النبات . عند نقص العنصر تكون جميع أوراق النبات أصغر من حجمها العادى . وتظهر بقع صغيرة بنية اللون ذابلة (بها انكماش) غير منتظمة الشكل على أعناق الوريقات ، وعلى عروق الورقة وفى المساحات بين العروق ، كما تنحنى أعناق الأوراق إلى أسفل وتلتف الأوراق الكاملة بطريقة حلزونية . وفى حالات النقص الشديد ينتشر التحلل والجفاف فى معظم النمو الخضرى .

ثانيًا : العناصر غير المتحركة فى النبات

نظرًا لأن هـذه المجموعة مـن العناصر تثبت فـى الأنسجة التى تصل إليها ، ولا تتحرك منها بعد ذلك ، ونظراً لأن المراحل الأولى للنمو النباتى تستنفذ ـ فى حالات نقص العناصر ـ القليل الموجود منها فى بيئة الزراعة ؛ لذا . . فإن أعراض نقص هذه العناصر تظهر أولا على الأوراق العليا من النبات .

وتضم العناصر غير المتحركة ما يلى :

١ ـ الكالسيوم

الكالسيوم من العناصر الكبرى غير المتحركة فى النبات ، ويؤدى نقصه إلى اصفرار حواف الأوراق العليا ، وتحوّل سطحها السفلى إلى اللون البنى الضارب إلى القرمزى ، وخاصة عند الحواف ، وتبقى الوريقات صغيرةً ، ومشوهةً ، وتلتف حوافها إلى أعلى . ومع استمرار النقص تجف قمة الورقة وحوافها ، وتلتف أعناق الأوراق وتموت ، كما تموت القمة النامية . وفى النهاية تَصْفَرُّ كذلك الأوراق السفلية وتظهر فيها بقع متحللة . ومن أهم أعراض نقص العنصر إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى .

٢ ـ الكبريت :

الكبريت ـ كذلك ـ من العناصر الكبرى غير المتحركة فى النبات . تبدو الأوراق العليا عند نقص العنصر صلبةً أو شبة متيبسةٍ ، وتلتف إلى أسفل ، ومع استمرار النقص تظهر بها بقع متحللة ، وتصبح صفراء اللون ، بينما تكتسب السيقان والعروق وأعناق الأوراق لونًا قزمزيا . ويظهر على الأوراق السفلية بقع متحللة عند قمة الوريقات وحوافها ، وبقع صغيرة قرمزية بين العروق .

٣ ـ الحديد :

الحديد من العناصر الصغرى ، ويعد الاصفرار أهم أعراض نقصه . يبدأ ظهور الاصفرار عند حواف الوريقات القمية ، ثم ينتشر فى كل الورقة . وفى البداية تكون

أصغر العروق خضراء اللون ؛ الأمر الذى يعطى الورقة مظهرًا شبكيا من العروق الصغيرة الخضراء فى خلفية صفراء اللون ، ولكن سرعان ما تكتسب الورقة كلها لونا أصفر شاحبًا ، ولكن لا يظهر أى تحللٍ فيها . ومع استمرار النقص تظهر الأعراض على الأوراق التى تلى القمة النامية ، فالأدنى منها . . . وهكذا . يكون النمو النباتى متقزمًا ، والسيقان رفيعةً ، والأوراق صغيرةً ، كما تفشل الأزهار فى العقد .

٤ ـ البورون :

البورون من العناصر الصغرى التى يؤدى نقصها إلى ضعف النمو الخضرى ، وجفاف وموت القمة النامية للنبات . ويظهر على الأوراق العليا للنبات المتأثر بنقص العنصر اصفرار بين العروق ، وتبرقشات فى الوريقات التى تبدو أصغر من حجمها الطبيعى ، وتلتف إلى أعلى ، وتتشوه ، ثم تكتسب لونًا بنيا وتموت . وتكتسب الأوراق الوسطية لونًا برتقاليا ضاربًا إلى الصفرة ، وتصبح العروق صفراء أو قرمزية اللون . أما الأوراق السفلية فيكون لونها أخضر ضاربًا إلى الصفرة . وتموت القمم النامية للفروع الجانبية للنبات . وتكون أعناق الأوراق سهلة الكسر . وتحدث انسدادات فى الأنسجة الوعائية للنبات .

٥ ـ النحاس :

النحاس من العناصر الصغرى التى يؤدى نقصها إلى التفاف حواف الأوراق الوسطية والعلوية على شكل اسطوانى نحو العرق الوسطى . ولا يظهر أى اصفرارٍ أو تحللٍ ، ولكن يظهر لون أخضر ضارب إلى الزرقة ، وتكون الأوراق الطرفية صغيرةً ، وصلبةً أو شبه متيبسة ، وتلتف إلى أعلى . تنحنى أعناق الأوراق إلى أسفل ، وتتقزم الساق . ومع استمرار نقص العنصر تظهر بقع متحللة قريبًا من العرق الوسطى والعروق الكبرى وعليهما .

٦ ـ المنجنيز :

المنجنيز ـ كذلك ـ من العناصر الصغرى الذى يؤدى نقصه إلى اكتساب الأوراق الوسطى والقاعدية ـ ثم الأوراق العليا ـ لونًا باهتًا. ومن أهم ما يميز نقص العنصر

ظهور اصفرار واضح بين العروق مع بقاء العروق خضراء اللون ، ثم ظهور بقع متحللة فى المساحات الصفراء . ويكون الاصفرار أقل حِدَّةً مما فى حالة نقص الحديد ، كما لا يكون مقصورًا على الأوراق العلوية فقط مثلما تكون عليه الحال فى حالة الحديد .

٧ ـ الموليبدنم :

الموليبدنم من العناصر الصغرى التى يحتاج إليها النبات بكمياتٍ قليلةٍ جدا . ويؤدى نقصه إلى ظهور لونٍ أخضر شاحبٍ وتبرقشاتٍ مصفرةٍ فى المساحات بين العروق فى جميع أوراق النبات . كما تفقد العروق الصغيرة لونها الأخضر . ويبدأ ظهور التحلل فى المساحات الصفراء وعند حواف وقمة الوريقات ، ثم يظهر ـ فى نهاية الأمر ـ على كل الورقة التى تجف وتنكمش . ويحدث تقدم الأعراض من الأوراق المسنة إلى الأوراق الأحدث ، ولكن تبقى الأوراق الفلقية خضراء اللون لفترةٍ طويلةٍ (عن Resh ١٩٨٥) .

مواصفات المحاليل المغذية للزراعات اللاارضية

التركيز الكلى للأملاح

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 تبعًا لذلك . ويستفيد بعض منتجى الطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى nutrient film technique من هذه الظاهرة بزيادة تركيز المحلول المغذى كل مدةٍ لتحسين نوعية الثمار بجعلها أصغر حجمًا (تبعًا لرغبات المستهلكين) ، وأكثر احتواءً على المواد الصلبة الذائبة (عن Ehert & HO ١٩٨٦) .

ويحدث هذا التأثير سواء أكانت الزيادة فى تركيز الأملاح فى المحلول المغذى مردها إلى محتوى الماء المرتفع من كلوريد الصوديوم ، أم إلى زيادة تركيز الأملاح السمادية فى المحلول المستخدم . فمثلاً . . وجد Cerda & Martinez (١٩٨٨)

نقصاً جوهريًا فى محصول الطماطم ونموها الخضرى والثمرى بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى ، وكان التأثير أكبر مع زيادة تركيز الملح ، علمًا بأن التركيزات المستخدمة كانت : ٤ و ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ ملليمول كلوريد صوديوم / لتر .

ويبدو أن زيادة تركيز الأملاح فى المحاليل المغذية ـ بإضافة كلوريد الصوديوم إليها حتى تصل درجة توصيلها الكهربائى إلى ٥,٥ ملليموز / سم ـ ليست لها تأثيرات سلبية على محصول الطماطم فى الوقت الذى تؤدى فيه إلى زيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية ، لكن مع التأثير سلبيا على محتواها من الكالسيوم . وقد انخفض تركيز الكالسيوم فى الثمار عندما زِيد تركيز الأملاح ليلاً ، بينما لم تكن لزيادة تركيز الأملاح نهارًا تأثير مماثل . ومرد ذلك إلى أن نسبة الكالسيوم الممتص ـ التى تنتقل إلى الثمار ـ تكون أعلى ليلاً منها نهارًا .

ويذكر Adams (١٩٩٣) ازدياد حالات الإصابة بتعفن الطرف الزهرى عند زيادة التركيز الكلى للعناصر المغذية عما فى حالة زيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم منفردًا .

وقد وجد Adams & Ho (١٩٨٩) أن زيادة تركيز الأملاح بزيادة أيٍّ من العناصر المغذية (البوتاسيوم ، أو المغنيسيوم ، أو النيتروجين النتراتى) ، أو كلوريد الصوديوم أحدثت تأثيراتٍ متشابهةً ؛ فكان المحصول دائمًا منخفضًا عندما كانت درجة التوصيل الكهربائى ثابتةً عند ٨ ملليموز / سم . وكان مرد ذلك إلى نقص وزن الثمرة خلال الأربعة أسابيع الأولى من الحصاد ، وإلى نقص عدد الثمار ـ أيضاً ـ بعد ذلك . وكان لتبادل استعمال محاليل ملحيةٍ بتركيزاتٍ مرتفعة (٨ ملليموز / سم) نهارًا ، ومنخفضة (٣ ملليموز / سم) ليلاً تأثيراتٍ سلبيةً على النباتات أكثر وضوحًا من تأثير استعمال محلولٍ ملحيٍّ واحد بتركيز متوسط (٥,٥ ملليموز / سم) .

كما قارن Adams (١٩٩١) تأثيرات مستويات ملوحة ٣ ،و ٨ ،و ١٢ ملليموز / فى المحاليل المغذية فى مزارع الصوف الصخرى (حيث زيدت الملوحة فى التركيزات

العالية ؛ إما بزيادة تركيز العناصر المغذية ، وإما بإضافة كلوريد الصوديوم) ، ووجد أن زيادة الملوحة قد صاحبها نقص متزايد فى المحصول ، ولكن مع زيادة مقابلة فى نسبة الثمار العالية الجودة . وكانت استجابة الطماطم متماثلةً لمصدرى الأملاح عند مستوى ملوحة ٨ ملليموز / سم . ولكن عند مستوى ملوحة ١٢ ملليموز / سم كان استعمال العناصر المغذية فى الوصول إلى هذا المستوى من الملوحة أشدّ تأثيرًا على إنقاص وزن الثمرة وخفض وزنها الجاف ومحتواها من السكر عما كان لاستعمال كلوريد الصوديوم . كذلك ازدادت حموضة عصير الثمار ومحتوى الثمار الكلى من الأحماض عند مستويى الملوحة ٨ ، و١٢ ملليموز / سم ، ولكن التأثير كان أوضح عند استعمال العناصر المغذية لأجل الوصول إلى هذه المستويات العالية من الملوحة فى المحاليل المغذية مقارنةً باستعمال كلوريد الصوديوم .

كما وجد أن زيادة تركيز المحلول المغذى من نصف التركيز القياسى إلى التركيز القياسى ، وإلى ضعف التركيز القياسى (كان التوصيل الكهربائى للمحاليل المستعملة ١,٢ ، و ٢,٤ ، و ٤,٠ ملليموز / سم على التوالى ، علمًا بأن تركيز الأيونات فى المحلول القياسى بالمللى مكافئ / لتر كانت كما يلى : NO_3 ١٦ ، و NH_4 ١,٣ ، و P ٤ ، و K ٨ ، و Ca ٨ ، و Mg ٤) أدت إلى زيادة معدل تشقق ثمار الطماطم الكريزية ، مع نقص وزن الثمرة ونقص الجهد المائى للأوراق والثمار ، و زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار (Ohta وآخرون ١٩٩٣ و ١٩٩٤).

وتؤدى زيادة ملوحة المحلول المغذى إلى نقص محتوى الأوراق والثمار من البوتاسيوم وإلى نقص محتوى الثمار من كلٍّ من الكالسيوم والمغنيسيوم (Adams ١٩٨٤) .

ويمكن ـ بزيادة تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى ـ تقليل الآثار الضارة التى تحدثها زيادة تركيز كلوريد الصوديوم فيها . فمثلاً . . وجد أن وجود ملح كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى بتركيز ٥٠ مللى مول أحدث نقصًا جوهريا فى كلٍّ من طول النبات ، ووزن الثمرة ، و الوزن الجاف الكلى للنبات ، ولكنه أحدث ـ كذلك ـ زيادةً فى عدد الثمار / نبات ، ومحتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية .

وأدت إضافة نترات البوتاسيوم ـ إلى هذا المحلول المغذى الملحى ـ بتركيز ٤ أو ٨ ملل مول إلى إحداث تحسنٍ جوهريٍ فى طول الساق ، ونسبة عقد الثمار ، وعدد الثمار / نبات ، ووزن الثمرة ، والوزن الجاف الكلى للنبات ، دون التأثير على نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية المرتفعة التى أحدثتها زيادة تركيز كلوريد الصوديوم (Satti & Lobez ١٩٩٤). كما أدت إضافة البوتاسيوم أو الكالسيوم إلى المحلول المغذى الملحى إلى زيادة تراكم البوتاسيوم فى النباتات بنسبة ٣٠٠ ٪ إلى ٧٠٠ ٪ فى مختلف أصناف الطماطم . وأحدثت إضافة البوتاسيوم تحسنًا واضحًا فى نمو وتطور النباتات . كذلك أحدثت إضافة الكالسيوم تحسنًا مماثلاً ، ولكن بدرجةٍ أقل مما فى حالة البوتاسيوم (عن Satti وآخرين ١٩٩٤) .

العناصر الكبرى

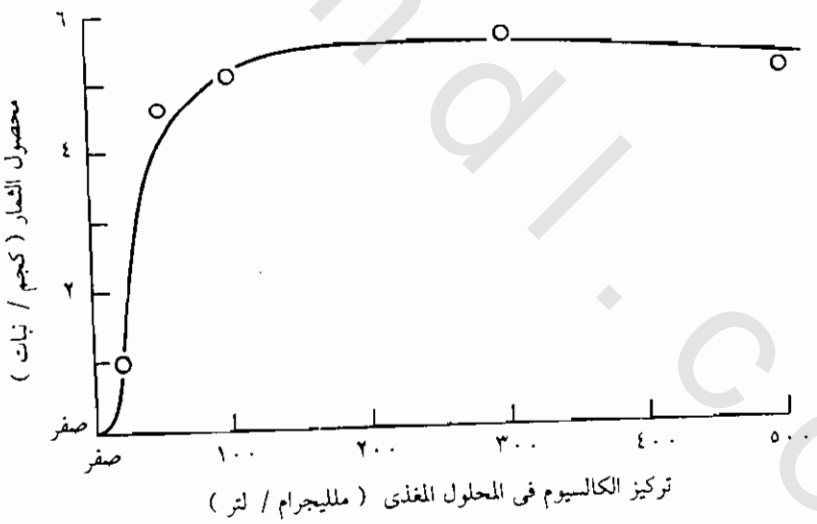
يتفق كثير من الباحثين على أن أنسب تركيز للنيتروجين فى المحاليل المغذية للطماطم فى المزارع المائية هو ٢٠٠ جزءً فى المليون . ولكن تستعمل فى فلوريدا خمسة تركيزات من النيتروجين فى المحاليل المغذية ؛ تبدأ بتركيز ٧٠ جزءًا فى المليون فى مراحل النمو الخضرى الأولى ، وتزداد تدريجيا مع تقدم نمو وتطور النباتات ، إلى أن يصل تركيز النيتروجين إلى ١٥٠ جزءًا فى المليون أثناء مرحلة الإثمار الغزير . ويفيد ذلك فى خفض معدلات إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى ، الذى يصاحب ـ عادةً ـ حالات النمو الخضرى المبكر الغزير ، الذى قد يحدث نتيجة لزيادة امتصاص النباتات للنيتروجين فى مراحل نموها الأولى (عن Schon وآخرين ١٩٩٤) .

ويذكر Chi & Han (١٩٩٤) أنه بجعل تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى ٤ ملل مكافئ / لتر (مقارنةً بتركيزات ١ و ٢ و ٨ و ١٦ ملل مكافئ / لتر) أمكن تجنب النمو الخضرى الغزير دون التأثير على محصول الثمار .

ويزداد محصول الطماطم تدريجيا بزيادة مستوى البوتاسيوم أو الكالسيوم فى المحلول المغذى ، إلى أن يصل تركيز أيٍّ منهما إلى حوالى ١٢٥ جزءًا فى المليون . وتتوقف الزيادة فى المحصول بعد ذلك على زيادة تركيز أيٍّ منهما .

ويتأثر نمو الطماطم ـ بشدةٍ ـ بنقص الكالسيوم فى مراحل النمو الأولى ؛ حيث تظهر الأعراض على الأوراق القمية وعلى الثمار الصغيرة فى خلال أسبوعين من التعرض لنقص العنصر . وأكثر الثمار حساسيةً لنقص الكالسيوم هى التى يتراوح عمرها بين ٧ أيام و ١٠ أيام من العقد ؛ حيث تكون أكثر تعرضا للإصابة بتعفن الطرف الزهرى . ويزداد تأثر النباتات بنقص الكالسيوم فى ظروف الإضاءة القوية عنه فى ظروف الإضاءة الضعيفة . ويؤدى نقص الكالسيوم فى مراحل النمو المبكرة إلى تأخير ظهور أعراض نقص المغنيسيوم ، بينما يؤدى نقصه فى مراحل النمو التالية إلى منع ظهور أعراض نقص المغنيسيوم ، أو خفض حدة أعراض نقصه التى قد تكون متواجدة بالفعل (Sonneveld & Voogt ١٩٩١) .

ويوضح شكل (٩ ـ ٤) تأثير تركيز الكالسيوم فى المحلول المغذى على محصول الطماطم ، ويتبين منه زيادة المحصول بزيادة تركيز العنصر حتى ١٠٠ جزءٍ فى المليون (١٠٠ مجم / لتر) .



شكل (٩ ـ ٤) : تأثير تركيز الكالسيوم فى المحلول المغذى على محصول الطماطم (عن Adams ١٩٨٦) .

العناصرالدقيقة

تؤثر العناصر الدقيقة تأثيراً مباشراً على محصول الطماطم . وتبدو هذه العلاقة واضحةً بالنسبة لعنصر البورون فى جدول (٩ ـ ٥) الذى يبين تأثير تركيز البورون فى المحلول المغذى على عدد الثمار التى ينتجها النبات، والمحصول فى مزرعةٍ رمليةٍ ، كما يبين جدول (٩ ـ ٦) تأثير نقص عناصر النحاس ، والحديد ، والمنجنيز ، والزنك ـ كل على انفراد ـ على النمو النباتى والمحصول ، ويتضح من الجدول أن نقص أيٍّ من هذه العناصر يؤثر بشدة على نبات الطماطم . وقد تراوح النقص فى المحصول بين ٥٦,٥ ٪ فى حالة نقص الزنك ، و ٩٥,٩ ٪ فى حالة نقص النحاس (عن Adams ١٩٨٦) .

جدول (٩ ـ ٥) : تأثير تركيز البورون فى المحلول الكلى ، وعدد الثمار التى ينتجها النبات فى مزرعةٍ 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

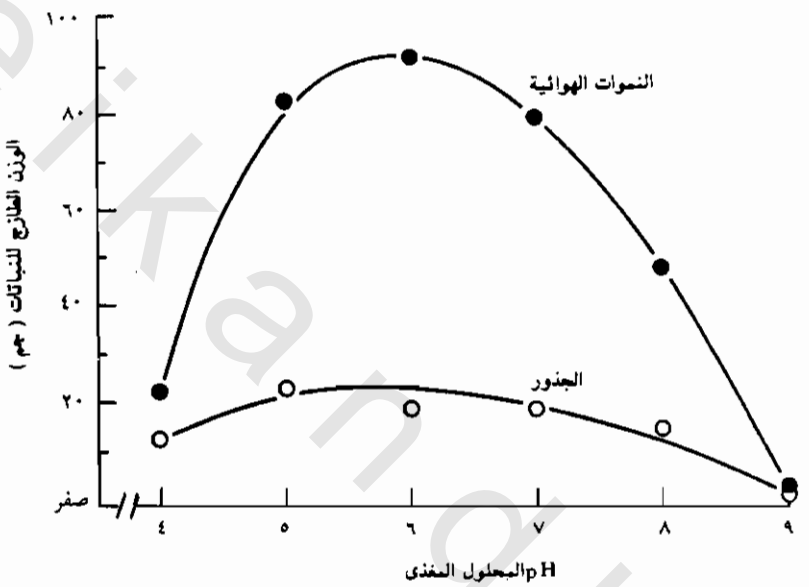
جدول (٩ ـ ٦) : تأثير نقص عناصر النحاس ، والحديد ، والمنجنيز ، والزنك ـ كلٍّ على انفراد ـ من المحلول المغذى على النمو الخضرى ، والمحصول فى الطماطم .

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
يه نقص فى المنجنيز	١٧٩	٩٩	٨	٤٤٧
به نقص فى الزنك	٢٣٠	١٧٩	١٢	٧٦٠

obeikandl.com

رقم الحموضة (الـ pH)

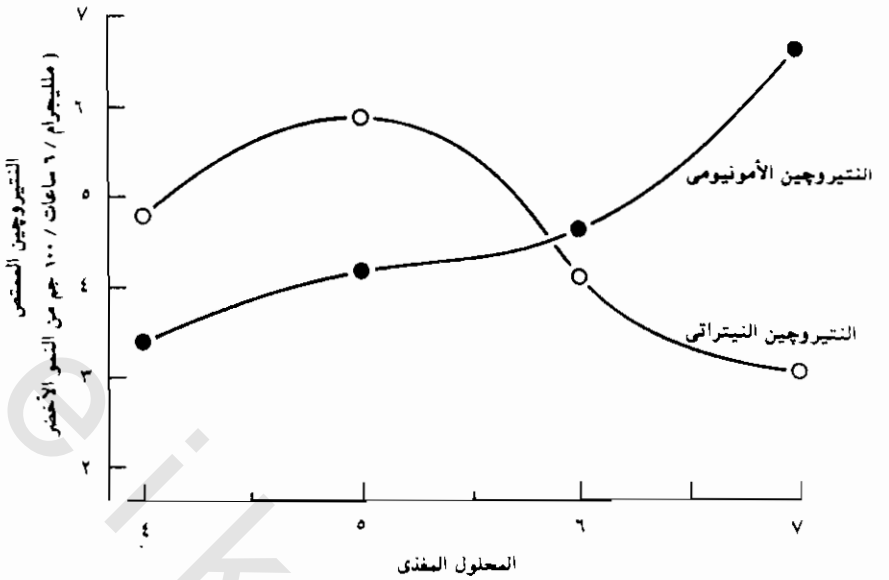
يؤثر pH المحلول المغذى تأثيرًا مباشرًا على نبات الطماطم ، بينما يتأثر النمو الخضرى بدرجةٍ أكبر بكثيرٍ من النمو الجذرى ، وتبدو هذه العلاقة واضحةً فى شكل (٩ ـ ٥) . ويتراوح أفضل pH لنبات الطماطم بين ٥,٥ و ٦,٥ ؛ كما يؤدى ارتفاع أو نقص الـ pH عن ذلك إلى تدهورٍ كبيرٍ فى النمو النباتى .



شكل (٩ ـ ٥) : تأثير pH المحلول المغذى على النمو الخضرى ، والجذرى لنبات الطماطم .

كما يؤثر pH المحلول المغذى أيضًا على امتصاص النيتروجين فى صورتيه النتراتية ، والأمونيومية (شكل ٩ ـ ٦) . فبينما تزداد كمية النيتروجين الأمونيومية التى يمتصها نبات الطماطم بزيادة pH المحلول المغذى تدريجيا من ٤ إلى ٧ ، فإن كمية النيتروجين النتراتية الممتصة تكون أعلى ما يمكن فى pH ٥,٠ ، وتقل بزيادة أو نقص الـ pH عن ذلك (عن Adams ١٩٨٦) .

وتؤدى ـ كذلك ـ زيادة pH المحلول المغذى إلى نقص تيسر كلٍّ من : الفوسفور ، والبورون ، والنحاس ، والحديد (Adams ١٩٩٤) .



شكل (٩ ـ ٦) : تأثير pH المحلول المغذى على امتصاص عنصر الأزوت بصورتيه النتراتية والأمونيومية .

التهوية

تعد تهوية المحاليل المغذية أمرًا ضروريًا لتوفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور . ويؤدى سوء التهوية إلى ضعف النمو النباتى ، وقلة امتصاص العناصر ، ويتضح ذلك جليا من جدول (٩ ـ ٧) الذى يعطى مقارنةً بين كميات أيونات البوتاسيوم ، والنترات ، والفوسفات ، والكالسيوم ، والمغنيسيوم التى تمتصها نباتات الطماطم من المحاليل المغذية المهواة جيدًا وغير المهواة (عن Adams ١٩٨٦) .

جدول (٩ ـ ٧) : تأثير pH تهوية محلول هوجلاند المغذى على امتصاص الطماطم لبعض الأيونات (مللى مكافئ) .

الأيون	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
المغنيسيوم Mg^{++}	١٤١	١٩٧

برنامج التسميد للزراعات المائية

نظرًا لأن الزراعات المائية تعتمد فى تغذيتها على المحاليل المغذية (وهى التى تناولناها بالشرح المفصل فى الفصل الرابع) ؛ لذا .. فإنه لا يمكن الحديث عن برامج للتسميد فى المزارع المائية بالمعنى المفهوم لذلك . وأهم ما يرغب المنتج فى الإلمام به ـ فى هذا الخصوص ـ هو حاجة النباتات اليومية من مختلف العناصر ، والتى يمكن الاسترشاد بها فى تحضير المحاليل المغذية ، وحساب كميات الأسمدة التى تجب إضافتها إليها أسبوعيا لتعويض ما تمتصه النباتات منها . ويجد القارئ فى جدول (٩ ـ ١٠) هذه المعلومات ـ بصورة تقريبية ـ بالنسبة لمحصول الطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى . وقد أوردنا هذا الجدول للاسترشاد به بالنسبة للاتجاه العام فقط ، مع الأخذ فى الحسبان أن الأرقام التى وردت فيه يمكن أن تختلف كثيرًا عن ذلك فى الظروف المختلفة ومع الأصناف المختلفة .

برنامج التسميد للزراعات الأرضية

نُذكّر ـ بدايةً ـ بكميات الأسمدة التى سبقت إضافتها فى باطن مصاطب الزراعة أثناء إعداد التربة للزراعة ؛ وهى كما يلى (لكل صوبةٍ مساحتها ٥٠٠ م^2 تقريبًا) :

٥ م^3 سمادًا بلديا ، أو ٢,٥ م^3 سماد أغنامٍ أو خيولٍ ، أو ١ م^3 زرق دواجن .

٢٠ كجم نيتروجينًا (أى حوالى ١٠٠ كجم سلفات نشادر) .

١٥ كجم P_2O_5 (أى حوالى ١٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى) .

٢٥ كجم K_2O أى حوالى ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم) .

٢,٥ كجم MgO (أى حوالى ٢٥ كجم سلفات مغنيسيوم) .

٥٠ كجم كبريتًا زراعيا .

أما برنامج التسميد التالى للزراعة فإنه يتعين أن يأخذ فى الحسبان استمرار إمداد النباتات باحتياجاتها من جميع العناصر الضرورية ـ الكبرى والصغرى ـ مع مراعاة التوازن فيما بينها ، واختلاف حاجة النباتات من كلٍّ منها باختلاف مرحلة النمو النباتى .

obeikandl.com

جدول (٩ ـ ١٠) : كمية العناصر التى تمتصها نباتات الطماطم بالملليجرام / نبات أسبوعيا فى مزارع تقنية الغشاء المغذى (عن Cooper ١٩٧٩) .

الأسبوع	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	الكالسيوم	المغنيسيوم	الحديد	المنجنيز	البورون	النحاس
١	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٢	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٣	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٤	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٥	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٦	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٧	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٨	١٤	٥٦	٤٩	٧	٤	٢	٠,٠٦	٠,٠١	٠,٠١
٩	٣٨٥	٤١٣	٤٣٤	٨٤	٢٠	١٠	٠,٣٠	٠,١٣	٠,١٧
١٠	٤٧٦	٤٩٧	٧٣٥	٢١٧	٥٨	١٥	٠,٥٨	٠,١٥	٠,٢١
١١	٧١٤	٥١٨	٩٧٣	٤٤٨	٧٤	٢٠	٠,٨٠	٠,٧٤	٠,٤٥
١٢	٦٧٢	٧٠٧	١٠٥٧	٤٢٠	٦٢	١٨	٠,٨٥	٠,٤٧	٠,٣٩
١٣	٩٥٢	٩١٧	١٥٦١	٦٠٩	١٢٢	٢٤	١,١٤	٠,٥٠	٠,٥٥
١٤	٨٧٥	٩١٧	١٧١٥	٤٥٥	٨٨	٢٤	١,١٢	٠,٦٥	٠,٥٢
١٥	١٢٣٢	١٠٥٠	٢٩٦٨	٥٠٤	٨٠	٤٨	٠,٠٩	٠,٥٣	٠,٤٩
١٦	٩٧٣	١٠٥٠	٢٣٨٠	٤٩٧	٦٤	٤٨	٠,٩٤	٠,٦٤	٠,٠٧
١٧	٨٥٤	٩٥٢	٢٠٥١	٣٧١	١٨	٣٣	٠,٦٥	٠,٤١	صفر
١٨	٩٧٣	١٢٢٥	٢١٨٤	٤٦٢	٦٢	٦٤	٠,٧٩	٠,٦٣	صفر
١٩	١١٦٢	١٢٧٤	٢٢٤٧	٥٦٧	١٠١	٧٨	٠,٩٧	٠,٥٩	٠,٠٩
٢٠	١١٥٥	١٢٩٥	٢٤٠٨	٦٥٨	٦٤	٦٨	٠,٦٧	٠,٧٥	٠,٠٤
٢١	١١٩٠	١٢٦٧	٢٢٥٤	٧٨٤	١٦١	٦٩	١,٣٠	٠,٦٠	٠,٤٤
٢٢	١١٣٤	١٥٤٠	٢١٨٤	٦٧٩	١٣٠	٧٥	١,٠٤	١,٠٨	٠,١٧
٢٣	١٠٩٩	١٢٦٧	٢١١٤	٧٤٢	١٣١	٦٧	١,١٢	٠,٦٥	٠,٢٧
٢٤	١٠٩٩	١٢٦٧	٢١١٤	٧٤٢	١٣١	٦٧	١,١٢	٠,٦٥	٠,٢٧

توصى وزاة الزراعة المصرية (مشروع الزراعة المحمية ـ وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ـ جمهورية مصر العربية ١٩٨٩) بالتسميد بالعناصر الكبرى مع ماء الرى بالتنقيط ، مع تخصيص يومين للتسميد بكلٍّ من نترات النشادر ، وحامض

obeikandl.com

الفوسفوريك ، وسلفات البوتاسيوم ، وسلفات المغنيسيوم معًا ،ويخصص يوم ثالث للتسميد بنترات الكالسيوم ، ويترك اليوم الرابع دون تسميد ، ثم تعاد الدورة . . . وهكذا حسب البرنامج التالى (فى الأراضى الصحراوية) :

السماد	كمية السماد بالجرام /م٣ من مياه الرى خلال شهور							
	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونية
نترات النشادر	٤٠٠	٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠	٢٠٠	١٥٠	١٥٠	١٠٠
حامض الفوسفوريك	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٠٠	١٥٠
سلفات البوتاسيوم	٣٥٠	٦٠٠	٨٥٠	٨٥٠	٧٠٠	٧٠٠	٦٠٠	٥٠٠
سلفات المغنيسيوم	٥٠	٧٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥	١٠٠	٧٥	٧٥
نترات الكالسيوم	-	-	٣٠٠	٣٠٠	٣٠٠	٣٠٠	٢٠٠	١٥٠

ومن الطبيعى أن كميات الأسمدة الكلية التى تضاف إلى كل صوبةٍ تتوقف ـ تبعًا لهذا البرنامج ـ على كمية مياه الرى المستعملة ، وهى التى تتوقف على كلٍّ من مسامية التربة ، ومرحلة النمو النباتى ، ودرجة الحرارة السائدة . وقد سبق أن تناولنا موضوع الرى بالشرح فى الفصل السابع ، وأوضحنا أن كمية مياه الرى المستعملة يوميا تكون فى الأراضى الصحراوية حوالى ١/٢ م٣ / صوبة مساحتها ٥٤٠ م٢ فى بداية حياة النباتات (بعد الشتل مباشرةً) تزداد تدريجيا ، إلى أن تصل إلى حوالى ٥ م٣ صوبة وقت الذروة .

ويفترض هذا البرنامج أن الشتل يجرى حوالى منتصف شهر نوفمبر أو قبل ذلك بقليل . وتعد كميات الأسمدة الموضحة هى الحدود القصوى للتسميد بالعناصر الكبرى ، وإذا لوحظت أعراض غير طبيعيةٍ ناشئة عن زيادة معدلات التسميد ، فإن التسميد يمكن تقليله بزيادة عدد أيام الرى بدون تسميد ، أو بخفض كميات السماد المبينة / م٣ من مياه الرى بنسبةٍ معينةٍ حسب الحالة ، أو بتقصير فترة الرى اليومية بالسماد مع إكمال الرى بدون سماد .

أما العناصر الصغرى فإنها تضاف رشا بنسبة ٢ر٠ ٪ (٢٠٠ جم من سماد العناصر الصغرى / ١٠٠ لتر ماء) كل أسبوعين .

ونقدم ـ فيما يلى ـ برنامجًا آخر للتسميد التالى للشتل ـ فى الأراضى الصحراوية ـ يُعدّ وسطًا بين التوصيات المتحفظة وتلك المغالى فيها . يعتمد التسميد فى هذا البرنامج ـ كالعادة ـ على إضافة أسمدة العناصر الكبرى مع مياه الرى بالتنقيط ، مع الاعتماد على المصادر التالية لمختلف العناصر :

العنصر	الأسمدة
النيتروجين	نترات النشادر بصورة أساسية.
	اليوريا فى بداية حياة النبات وفى الجو البارد ، ولكن يفضل ـ عند استعمالها ـ أن يكون ذلك بالتبادل مع المصادر الآزوتية الأخرى.
	سلفات النشادر : يكون استعمالها مع نترات النشادر واليوريا أو بالتبادل معهما
	حامض النيتريك : يستعمل فى إذابة سلفات البوتاسيوم.
	نترات الكالسيوم : قد تستعمل عند الحاجة إلى التسميد بالكالسيوم.
	فوسفات أحادى الأمونيوم : يؤخذ فى الحسبان ما يضاف من الآزوت عند استعمال السماد كمصدر للفوسفور
	فوسفات ثنائى الأمونيوم : يؤخذ فى الحسبان ما يضاف من الأزوت عند استعمال السماد كمصدر للفوسفور.
الفوسفور	حامض الفوسفوريك : هو المصدر المفضل للفوسفور لأجل خفض pH مياه الرى ، والمساعدة على ذوبان الأملاح المترسبة فى شبكة الرى.
	فوسفات أحادى الأمونيوم.
	فوسفات ثنائى الأمونيوم.
البوتاسيوم	سلفات البوتاسيوم : يستعمل رائق السماد أو يُذاب السماد بواسطة حامض النيتريك كما سبق بيانه فى الفصل السابع.

وباستثناء سماد نترات الكالسيوم ـ الذى يجب أن يُسمد به منفردًا ـ فإن جميع الأسمدة الأخرى يمكن إضافتها مجتمعةً . كذلك لا يجوز استعمال أملاح السلفات (الكبريتات) والفوسفات عند احتواء مياه الرى على تركيزات عالية ـ طبيعية ـ من الكالسيوم ؛ ذلك لأن كايتون الكالسيوم يتفاعل مع الأنيونات الأخرى ؛ ليكون أملاحًا غير ذائبة مثل الجبس (كبريتات الكالسيوم) ، وفوسفات ثلاثى الكالسيوم (عندما يكون pH مياه الرى أكثر من ٧,٠) .

يكون التسميد (لكل صوبةٍ مساحتها ٥٠٠ م٢) كما يلى :

تعطى كل جورةٍ (حفرة زراعة) ـ عند الشتل (بعد وضع الشتلة فى الحفرة وقبل الترديم عليها) ـ حوالى ١٢٥ مل (سم٣) ـ أى ملء نصف كوبٍ ماءً ـ من سمادٍ بادئٍ يُحضر بإذابة سمادٍ مركبٍ (ورقيّ) ـ غنى بكلٍّ من النيتروجين الأمونيومى والفوسفور ـ فى الماء بنسبة ٠,٢ ٪ (٢٠٠ جم من السماد / ١٠٠ لتر ماء) .

وإذا أخذنا فى الحسبان كميات العناصر السمادية المضافة قبل الزراعة ، وما تعطاه كل صوبة من عناصر سماديةٍ مع مياه الرى بالتنقيط بعد الشتل .. فإننا نجد أن توزيع إضافة العناصر السمادية (بالكيلو جرام) يكون ـ أسبوعيا ، وعلى مدى خمسة شهورٍ بعد الشتل ـ على النحو التالى :

الأسبوع بعد الشتل	عدد الأسابيع	N	P_2O_5	K_2O	MgO
قبل الزراعة	–	٢٠	١٥	٢٥	٢,٥
الثانى إلى الرابع (نمو خضرى قوى)	٣	١.٥	.٧٥	١.٠	.,٢
الخامس إلى السابع (الإزهار والعقد)	٣	٢,٠	١,٥	١,٥	.,٢
الثامن إلى الثانى عشر	٥	٢,٥	١,٠	٢,٥	.,٢٥
الثالث عشر إلى السادس عشر	٤	٢,٠	.,٧٥	٢,٥	.,٢٥
السابع عشر إلى العشرين	٤	١,٥	.,٥	٢,٥	.,٢
الحادى والعشرون إلى الثانى والعشرين	٢	–	–	–	–
إجمالى الكمية المضافة	–	٥٧	٣٢	٦٠	٦

تحسب كميات الأسمدة المطلوبة لكل أسبوعٍ ، وتتم إضافتها على مدى ٥ ـ ٦ أيام ، مع تخصيص يومٍ واحدٍ أو يومين غير متتابعين ـ أسبوعيا ـ للرى فقط بدون إضافة أسمدة ؛ بهدف خفض تركيز الأملاح فى منطقة نمو الجذور . وقد تُجزّأ كميات الأسمدة بالتساوى على أيام التسميد وتضاف معًا ـ وهذا هو الإجراء المفضل ـ أو يخصص يومين لكلٍّ من : الأسمدة الآزوتية ، والأسمدة الفوسفاتية ، والأسمدة البوتاسية ، مع إضافة سلفات المغنيسيوم مع أية مجموعةٍ منها .

وإذا كان استعمال الأسمدة المركبة اقتصاديا .. فإنه يمكن الاستعانة بها ، مع خفض كميات الآزوت والبوتاسيوم التى تُعطاها النباتات إلى نحو ٦٠ ٪ ـ ٧٥ ٪ من

الكميات الموصى بها ؛ ذلك لأن النباتات تستفيد منها بكفاءةٍ أعلى من الأسمدة التجارية البسيطة . وأما الكميات المخصصة من الفوسفور فإنها لا تُخفض ؛ لأن كفاءة استفادة النباتات من حامض الفوسفوريك ـ الموصى به للتسميد مع مياه الرى بالتنقيط ـ تكون عاليةً أصلاً .

وتحتاج الطماطم ـ بالإضافة إلى ما سبق بيانه من عناصر سماديةٍ ـ إلى ما يلى :

١ ـ الكبريت :

تحصل عليه النباتات من الكبريت الزراعى المضاف قبل الزراعة ، وكذلك من كلٍّ من : السوبر فوسفات العادى ، وسلفات الأمونيوم ، وسلفات البوتاسيوم .

٢ ـ الكالسيوم :

تحصل النباتات على جزءٍ كبيرٍ من احتياجاتها من الكالسيوم من سوبر فوسفات الكالسيوم المضافة قبل الزراعة ، لكن يلزم ـ كذلك ـ التسميد بنترات الكالسيوم ، أو برائق نترات الكالسيوم الجيرية ، ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل ، ولمدة ١٤ أسبوعًا على النحو التالى (لكل صوبةٍ مساحتها ٥٠٠ م٢) :

الأسبوع بعد الشتل	عدد الأسابيع	CaO (كجم / أسبوع)
السابع إلى الثامن	٢	٠,٣
التاسع إلى العاشر	٢	٠,٤
الحادى عشر إلى الرابع عشر	٤	٠,٦
الخامس عشر إلى الثامن عشر	٤	٠,٤
التاسع عشر إلى العشرين	٢	٠,٣
المجموع	-	٦,٠

وبذا .. تحصل كل صوبةٍ على نحو ٤٠ كيلو جراما من نترات الكالسيوم (تحتوى على حوالى ٦ كجم من النيتروجين) .

لا تجب ـ أبدًا ـ إضافة نترات الكالسيوم مع أيٍّ من الأسمدة الأخرى ، ولكن يخصص لإضافتها يومين غير متتابعين أسبوعيا .

٣ ـ العناصر الدقيقة :

تضاف العناصر الدقيقة بطريقة الرش ـ مرةً واحدةً أسبوعيا ـ بمعدل ٥٠ ـ ١٠٠ جم من مخلوط سماد العناصر الدقيقة ، تُذاب فى ٥٠ ـ ١٠٠ لتر ماء لكل صوبة . يستخدم المعدل المنخفض فى مراحل النمو الأولى ، مع زيادة كمية السماد المستعملة مع تقدم نمو النباتات .

ويمكن إضافة العناصر الدقيقة مع مياه الرى بالتنقيط إذا كانت فى صورة مخلبية ؛ لأن الصور غير المخلبية للعناصر الدقيقة (خاصةً الحديد ، والزنك ، والنحاس ، والمنجنيز) يمكن أن تثبت فى الأراضى القلوية .

استعمال المنشطات الحيوية

يحظى موضوع المنشطات الحيوية Biostimulants باهتمام متزايد ـ من قِبَل الباحثين والمنتجين ـ فى مجال إنتاج الخضر ، وقد أفردنا له فصلاً خاصا به فى كتابنا « تكنولوجيا إنتاج الخضر » (حسن ١٩٩٧ ب) .

ولا تخفى أهمية الاستفادة من تلك التقنيات الحديثة فى مجال الزراعات المحمية ، سواء أكانت أرضيةً ، أم لاأرضية ، وسواء أكانت لاأرضية صلدة ، أم مائية . وكمثال على ذلك . . وجد Gangé وآخرون (١٩٩٣) أن إضافة البكتيريا المنشطة للنمو النباتى Pseudomonas fluorescens (سلالة رقم ٦٣ ـ ٢٨) إلى البيت موس فى مزرعة طماطم لاأرضية قوامها البيت موس ـ عندما كانت الظروف البيئية غير مواتية للنمو النشط للطماطم ـ أحدثت زيادةً قدرها ١٣,٣ ٪ فى المحصول الكلى ، و ١٨,٢ ٪ فى محصول ثمار الدرجة الأولى ، و ١١,١ ٪ فى متوسط وزن الثمرة .

التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون

تعتبر التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون أمرًا بالغ الحيوية فى الدول الباردة التى تُوقَف فيها عملية تهوية البيوت المحمية لفتراتٍ طويلة ؛ (بسبب برودة الهواء الخارجى) ؛ الأمر الذى يترتب عليه استنزاف غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى

obeikandi.com

هواء البيت . وحتى فى المناطق المعتدلة التى تبدأ فيها تهوية البيوت ـ شتاءً ـ الساعة العاشرة صباحًا ، أو التى قد تتأخر فيها تهوية البيوت المحمية إلى ما بعد الظهر فى الأيام الباردة . . فقد ظهر اتجاه نحو محاولة تعويض النقص الذى يحدث فى تركيز الغاز فى البيوت المحمية خلال تلك الفترات ، أو حتى زيادة تركيزه عن المعدل الطبيعى ، فى محاولة لاستثمار فترة التوقف عن التهوية فى زيادة معدل البناء الضوئى .

ففى دولٍ مثل هولندا والمملكة المتحدة يقل محصول الطماطم فى البيوت المحمية بنسبة تصل إلى ١٧ ٪ بسبب استنزاف غاز ثانى أكسيد الكربون ، على الرغم من توفير كميات من الغاز نتيجةً لحرق الغاز الطبيعى فى عملية التدفئة . ويؤدى تزويد الصوبات بالغاز ، إلى أن يصل إلى المستوى الطبيعى (٣٤٠ جزءًا فى المليون) ـ خلال فترة الإضاءة نهارًا ـ إلى تجنب الفقد فى المحصول ، مع استمرار تزايد المحصول باستمرار زيادة تركيز الغاز إلى حتى ١٠٠٠ جزء فى المليون ، دون التأثير على متوسط وزن الثمرة (جدول ٩ ـ ١١) .

جدول (٩ ـ ١١) : تأثير زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيوت المحمية على محصول الطماطم ومتوسط وزن الثمرة (عن van de Vooren ١٩٨٦) .

تركيز الغاز (جزء فى المليون)	المحصول		وزن الثمرة (جم)
	(٪ من الشاهد)	(كجم / م٢)	
١٥٠	٧٢	٣,٩٢	٤٣
٢٤٥	١٠٠	٥,٤٢	٥٠
٤٣٠	١٢٢	٦,٦٢	٥١
٧٩٠	١٣١	٨,١٢	٥٦
١٥٠٠	١٣٢	٨,١٦	٥٥
٢٨٧٠	١٠٠	٥,٤٤	٥١

وفى المملكة المتحدة . . وجد Slack وآخرون (١٩٨٨) أن استجابة الطماطم لزيادة ـ تركيز الغاز – صيفًا ـ كانت خطيةً ؛ حيث قدرت الزيادة فى محصول الثمار الصالحة للتسويق ـ فى المتوسط ـ بنحو ٢,٦٥ ± ٠,٢٠١ كجم ـ م٢ من مساحة الصوبة

لكل زيادة مقدارها ١٠٠ جزء فى المليون من الغاز فيما بين التركيزين ٣٢٠ ، و٥٢٦ جزءًا فى المليون .

ووجد Lindhout & Pet (١٩٩٠) أن متوسط الزيادة الناشئة عن زيادة تركيز الغاز من ٣٢٠ إلى ٧٥٠ جزءًا فى المليون ـ مقدرة خلال ٥٥ يومًا من الزراعة فى ٩٦ صنفًا وسلالة من الطماطم ، على أساس النسبة بين الوزن الجاف عند التركيز المرتفع من الغاز إلى الوزن الجاف عند التركيز المنخفض ـ كانت ٢,٣ . وقد تباينت التراكيب الوراثية ـ معنويا ـ فى تأثرها بزيادة تركيز الغاز .

وقد أدت زيادة تركيز الغاز (من ٣٤٠ جزءًا فى المليون إلى ٧٠٠ أو ١٠٠٠ جزء فى المليون) إلى خفض معدل النتح من الأوراق ، وزيادة معدل البناء الضوئى فيها . ولكن لم يزدد إنتاج النبات من المادة الجافة إلا فى تركيز ٧٠٠ جزء فى المليون ، مع توفر حرارة ٢٥ ْ م نهارا ،و ١٦ ْ م ليلاً (Behboudian & Lai ١٩٩٤) .

ويؤكد ذلك نتائج دراسات Lee & Lee (١٩٩٤) التى توصلا منها إلى أن زيادة تركيز الغاز إلى ٨٠٠ جزء فى المليون أدت إلى خفض معدل البناء الضوئى فى المراحل المبكرة من المعاملة بالغاز ، ولكن البناء الضوئى انخفض إلى أقل من معدله الطبيعى (تحت ظروف التركيز الطبيعى للغاز) بعد ٣٠ يومًا من زيادة تركيز الغاز.

كما تتأثر الاستجابة لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون بدرجة حرارة الجذور . ففى دراسة عُرّضت فيها نباتات الطماطم للغاز بتركيز ٣٣٠ أو ٨٠٠ جزء فى المليون (ميكرولتر / لتر) ، وعُرّضت فيها الجذور لحرارة ١٢ْ ، أو ١٨ْ ، أو ٢٤ْ ، أو ٣٠ْ ، أو ٣٦ْم ، وجد ما يلى (Yelle وآخرون ١٩٨٧) :

١ ـ كانت الزيادة فى النمو الخضرى ـ بزيادة تركيز الغاز ـ أكثر مع زيادة حرارة الجذور حتى ٣٠ْ م .

٢ ـ أدى تركيز ٨٠٠ جزء فى المليون من الغاز إلى زيادة امتصاص النيتروجين بنسبة ٥٨ ٪ والبوتاسيوم بنسبة ٤٥ ٪ .

٣ ـ حدث أعلى امتصاص للفوسفور فى تركيز ٨٠٠ جزء فى المليون من الغاز ، مع تعريض الجذور لحرارة ٣٦° م .

٤ ـ عندما كانت حرارة الجذور منخفضةً أدت زيادة تركيز الغاز إلى زيادة النمو ، ولكنها لم تؤثر على انتقال النترات إلى الأوراق .

٥ ـ كان أفضل تأثيرٍ لزيادة تركيز الغاز على حرارة ٣٠° م هو زيادة انتقال النترات إلى النموات الخضرية.

وتزداد ـ كذلك ـ الاستجابة لزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون عندما يكون مستوى التغذية مثاليا ، دون زيادةٍ مفرطةٍ ، أو نقصٍ مؤثرٍ على النمو (عن Yelle وآخرين ١٩٨٧) .

وعلى الرغم من توصل عديدٍ من الباحثين إلى أن الاستجابة لزيادة تركيز الغاز تزداد بزيادة مدة المعاملة خلال الفترة الضوئية ، إلا أنه يبدو أن النباتات تتأقلم ـ فسيولوجيا ـ خلال فترة زيادة الغاز ؛ بحيث يتأثر معدل البناء فيها ـ سلبيا ـ خلال الفترات الأخرى من النهار التى لا تستمر خلالها المعاملة بالغاز (Longuenesse ١٩٩٠) . هذا .. إلا أن دراسات Peet وآخرين (١٩٩٠) أوضحت أن معدل البناء الضوئى ـ فى الطماطم خاصة ـ لا يتأثر بزيادة تركيز الغاز ، أو بزيادة شدة الإضاءة (إلى ٤٠٠ ميكرومول / م^{2} فى الثانية) ، وأن ما يحدث هو إعادة توزيع نواتج البناء الضوئى تحت ظروف التركيز المرتفع من الغاز ، بحيث تحصل النموات الخضرية ـ خاصة الثمار ـ على نصيب أوفى منها على حساب الجذور .

وقد وجد ـ كما أسلفنا ـ أن الاستجابة لزيادة تركيز الغاز (إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون) مردها إلى حصول النموات الخضرية على قدرٍ أكبر من نواتج البناء الضوئى على حساب الجذور ، مقارنة بما يحدث عند التركيز الطبيعى (٣٥٠ جزءًا فى المليون) . وقد وجد الباحثون أن تلك الحالة أدت إلى ظهور التفاف إلى الداخل بالأوراق مصحوبًا بأعراضٍ شبيهةٍ بأعراض نقص الكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والمنجنيز ، ازدادت مع تقدم موسم النمو ، وكانت مرتبطةً إيجابيا بالمحصول ، وسلبيا بتركيز البوتاسيوم فى الأوراق . وقد أرجع الباحثون ذلك إلى ضعف النمو

الجذرى تحت ظروف التركيز المرتفع من ثانى أكسيد الكربون ؛ بسبب انخفاض نسبة ما تحصل عليه الجذور من نواتج البناء الضوئى فى هذه الظروف (Tripp وآخرون ١٩٩١ و Peet ، Peet و آخرون ١٩٩١) .

كما تؤكد دراسات Nederhoff وآخرين (١٩٩٢) أن زيادة تركيز الغاز خلال فترة الصيف تُحدث تشوهًا بالأوراق ، وتؤدى إلى قِصَر طولها ، ونقص مساحتها ، وزيادة محتواها من النشا والمادة الجافة ، وهى الظاهرة التى أطلقوا عليها اسم "Short Leaf Syndrome" . وقد اقترحوا معالجة هذه الحالة بزيادة الكثافة النباتية ؛ ليكون لزيادة تركيز الغاز تأثير إيجابى على المحصول .

وتأكيدًا لذلك .. وجد Behboudian & Lai (١٩٩٤) أن زيادة تركيز الغاز إلى ١٠٠٠ جزءٍ فى المليون أحدثت نقصًا فى تركيز العناصر الكبرى والصغرى بالأوراق عما فى معاملة الشاهد .

ويفيد مجرد تعريض بادرات الطماطم - التى تُنتج فى البيوت المحمية شتاءً لكى تشتل مبكرًا فى الحقل بعد ذلك ـ يكفى مجرد تعريضها ـ لمدة ثلاثة أسابيع قبل شتلها ـ لتركيز ٩٠٠ جزء فى المليون من غاز ثانى أكسيد الكربون (مع توفير إضاءةٍ إضافيةٍ مقدارها ١٠٠ ميكرومول / م٢ فى الثانية فى المناطق التى تنخفض فيها شدة الإضاءة) ؛ لتحسين نموها بعد الشتل ؛ حيث يزداد تراكم المادة الجافة بنسبة حوالى ٥٠ ٪ فى نمواتها الخضرية والجذرية ، ويزداد محصولها المبكر بنسبة ١٥ ٪ .

كذلك يستدل من دراسات Tripp وآخرين (١٩٩٢) على أن زيادة تركيز الغاز إلى ١٠٠٠ جزءٍ فى المليون لمدة ٨,١ ساعة يوميا خلال النهار خفضت أعداد ذبابة البيوت المحمية البيضاء Trialeurodes vaporariorum . ولم يُرجِع الباحثون هذا التأثير إلى زيادة تركيز الغاز بصورةٍ مباشرة ، وإنما إلى تأثير الغاز على مستوى الكربون والنيتروجين بالأوراق ؛ حيث أدت زيادة تركيز الغاز إلى زيادة نسبة الكربون إلى النيتروجين ، بينما تناسبت أعداد الذبابة سلبيا مع تركيز الكربون وإيجابيا مع تركيز النيتروجين .

وتحت الظروف شبة الاستوائية يكون لوقف عملية التهوية شتاءً ـ بهدف زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون صناعيا ـ تأثير سيئ على محصول الطماطم . كما يكون للتظليل الجزئى للبيوت المحمية (بهدف الاستغناء عن عملية التهوية ليمكن زيادة تركيز الغاز) تأثير سيئ مماثل على المحصول . ففى دراسة ظللت فيها البيوت بدرجةٍ أدت إلى حجب ٥٠ ٪ من الأشعة الشمسية (١٦٠ ـ ١٩٠ ميكرومول / م^{٢} فى الثانية) ، أو تركت دون تظليلٍ (٤٥٠ ـ ٥٥٠ ميكرومول / م^{٢} فى الثانية) ، وأبقى فيها على تركيز ثانى أكسيد الكربون الطبيعى (٣٠٠ ـ ٣٣٠ جزءًا فى المليون) ، أو زِيد تركيزه بدرجةٍ كبيرةٍ (١٤٠٠ ـ ١٥٠٠ جزءً فى المليون) . . حُصِلَ على النتائج التالية (Carmi ١٩٩٣) :

الصفة المقيسة	٥٠ ٪ تظليل و Co_2 عادى	٥٠ ٪ تظليل و Co_2 عالٍ	إضاءة عادية و Co_2 عادى	إضاءة عادية و Co_2 عالٍ
معدل البناء الضوئى للورقة فى وسط النهار (Co_2 / م٢ فى الثانية)	٥,٩	٩,٦	١٠,٧	١٥,٢
تراكم المادة الجافة فى النموات الهوائية خلال ١٤٥ يومًا (جم)	٣٩٨	٢٣٥	٥٨٠	٣٤٧
المحصول المبكر : محصول العناقيد السبعة الأولى (كجم / نبات)	٥,٧	٣,٢	٦,٨	٤,٦

وقد درس Behboudian & Tod (١٩٩٥) تأثير زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٠٠ جزءٍ فى المليون قبل الحصاد على نوعية الثمار وخصائصها الفسيولوجية بعد الحصاد ، ووجدا أنها أحدثت تغيراتٍ مرغوبةً تمثلت فى بطء نضج الثمار ، ونقص معدل تنفسها ومعدل إنتاجها من الإيثيلين ، وزيادة محتواها من السكروز ، والجلوكوز ، والفراكتوز ، والمواد الصلبة الذائبة الكلية ، والنيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، ولكن محتواها من الكبريت ، والكالسيوم ، والمغنيسيوم كان أقل مما فى الثمار التى تعرضت للتركيز الطبيعى من الغاز قبل الحصاد .

وتوضح دراسات Longuensse (١٩٩٠) عدم وجود فرق فى التأثير على الطماطم بين التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون النقى بتركيز ١٠٠٠ جزءٍ فى المليون

لمدة ٦ ساعات يوميا ، وبين الزيادة فى تركيز الغاز التى تحدث نتيجة إطلاق عوادم المحروقات المستعملة للتدفئة ، والتى يترتب عليها زيادة تركيز الغاز إلى نحو ٢٥٠٠ جزء فى المليون لمدة ٢ ـ ٣ ساعات فى الصباح الباكر .

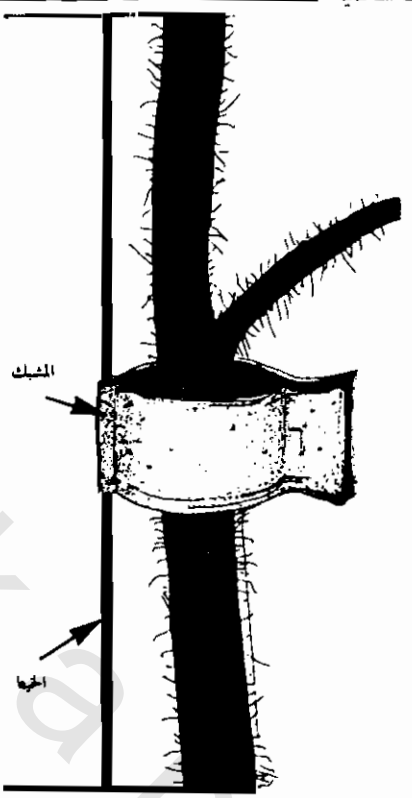
تربية وتقليم النباتات

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 .

تُربط نباتات الطماطم وهى صغيرة فى خيوط تتدلى من الأسلاك الأفقية التى تمتد أعلى خطوط الزراعة ، وقد يستبدل بذلك بربط الخيوط المدلاة هذه مع خيوط أخرى أفقية تمتد على سطح التربة بطول خط الزراعة أو بربطها فى قطع سلكية قصيرة تغرس فى التربة بالقرب من النباتات . وفى كل الحالات يربى النبات رأسيا على ساق واحدة بتوجيهه 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 .

ويفضل ربط النباتات إلى الخيط فى ٣ ـ ٤ مواضع على امتداد الساق باستعمال مشابك خاصة ، مع جعلها تحت أعناق الأوراق مباشرة للعمل على زيادة تثبيت النباتات فى مكانها بالخيوط (شكل ٩ ـ ٧) . 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



شكل (٩ ـ ٧) : مكان وضع المشابك Clamps أسفل عنق الورقة للعمل على زيادة تثبيت النباتات فى مكانها بالخيوط .

منها إلى إهدار غذاء النبات فيما لا طائل من ورائه ، فضلاً على زيادة المسطحات النباتية المجروحة عند إزالة الأفرع بعد كِبَر حجمها . ويفضل إجراء هذه العملية فى الساعات المبكرة من الصباح فى يومٍ مشمس ؛ لأن ذلك يساعد على سهولة نزع الأفرع الجانبية وجفاف والتئام مكان الجرح بسرعة . وفى حالة وجود إصابة بفيرس موزايك التبغ يفضل وضع الأيدى فى محلول الصابون بعد سرطنة النباتات المصابة؛ لأن هذا الفيرس ينتقل ميكانيكيا بالملامسة.

وفى حالة وجود بعض الجور الغائبة ، فإنه يمكن انتخاب أفرعٍ قويةٍ من نباتات « الجور » المجاورة لتحل محل النباتات الغائبة ، وتربى رأسيا على الخيوط الخاصة بها .

ويستمر توجيه النباتات على الخيوط ؛ حتى تصل إلى السلك العلوى ، ويعرف ذلك بالتربية الرأسية (شكل ٩ ـ ٨) .

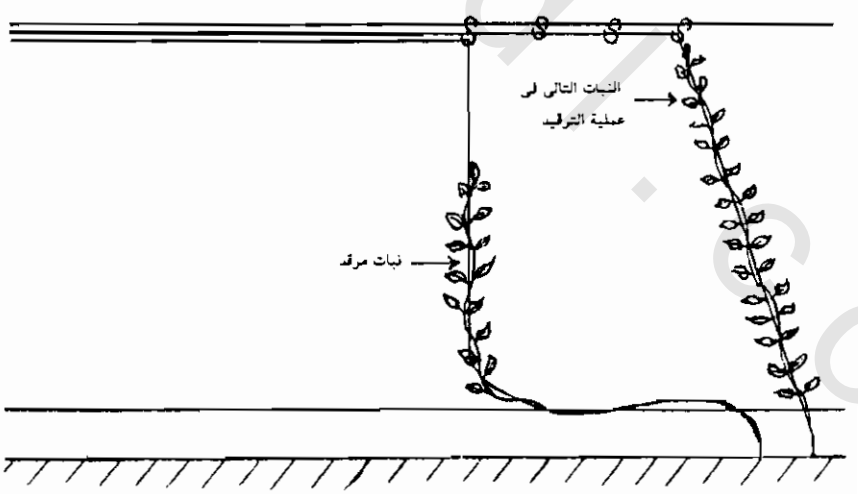
obeikandl.com

شكل (٩ ـ ٨) : التربة الرأسية لنباتات الطماطم .

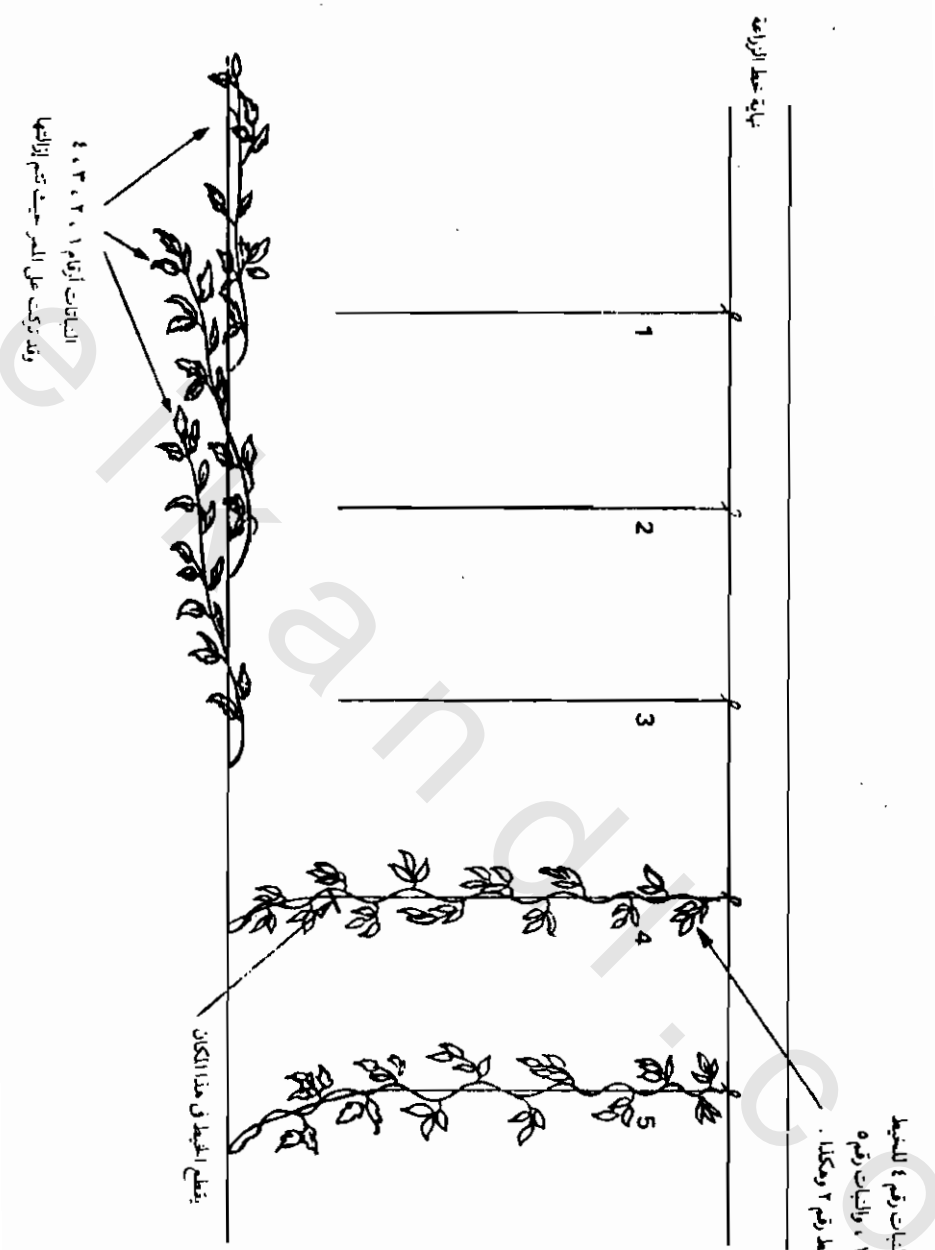
وعلى الرغم من تعدد طرق التربية الرأسية ، فإن أبسطها وأكثرها شيوعًا هو ترك النباتات بعد وصولها إلى السلك العلوى ، دون إجراء أية سرطنةٍ إضافيةٍ . وقد تقطع القمة النامية للنبات بعد ذلك بقليل .

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 إلى أعلى ثانيًا على الخيط الأصلى . وتعرف هذه الطريقة باسم Dutch Back System .

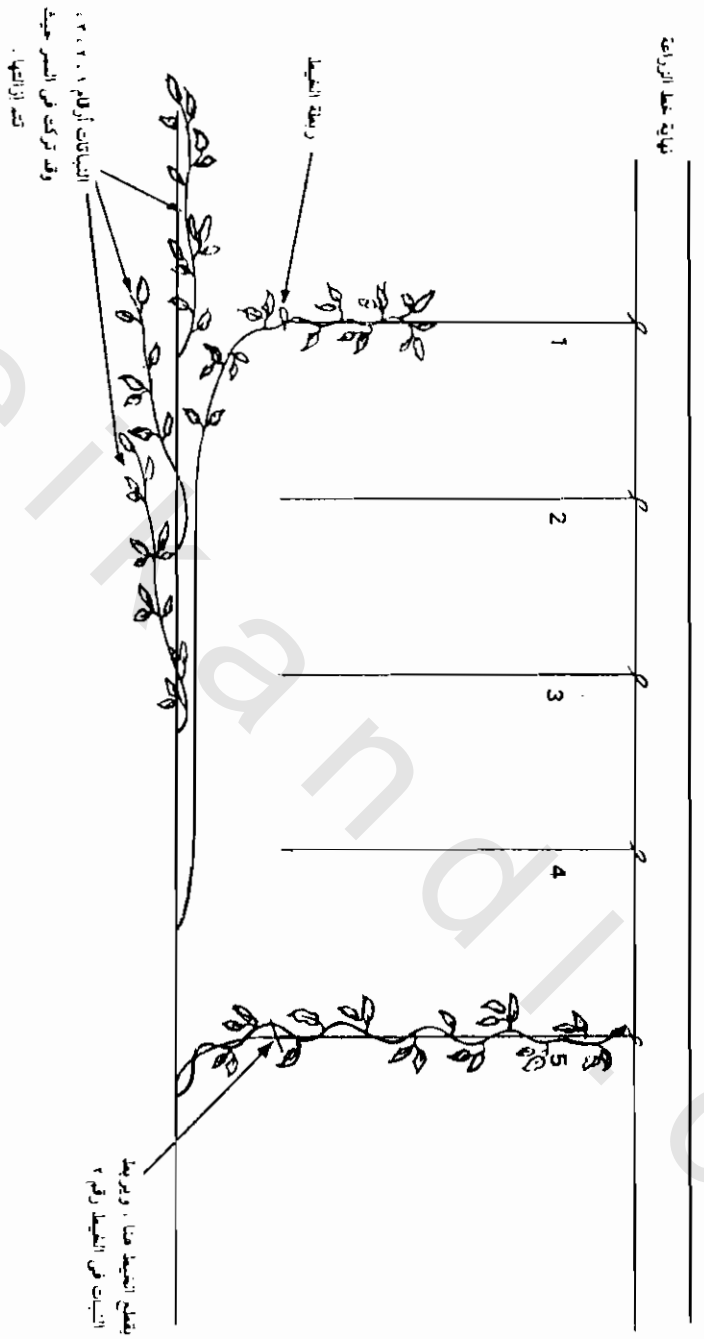
وفى طريقةٍ أخرى للتربية يرخى الخيط عند اقتراب النباتات من السلك العلوى ، ويخفض النباتُ نحو ٣٠ سم . ويكرر ذلك كلما اقتربت القمة النامية من السلك العلوى . ونظرًا لأن الثمار السفلية يكون قد تم جمعها ، والأوراق السفلية تكون قد أُزيلت ؛ لذلك فإنه يمكن دفن الجزء السفلى من الساق فى التربة ، مع الحذر حتى لاتكسر الساق . وإذا حدث وكسرت الساق جزئيا ، فإنه يجب دفنها جيدًا فى التربة لتشجيع تكوين جذور عرضيةٍ ، 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 (عن Resh ١٩٨١) . وتعرف هذه الطريقة للتربية باسم طريقة الترقيد Layering method. وتوجد منها عدة نظم ؛ منها الـ Hook Lay-ering(شكل ٩ ـ ٩) ، والـ Sorenson method(شكلا ٩ ـ ١٠ ، ٩ ـ ١١) (عن Fuller ١٩٧٣) .



شكل (٩ ـ ٩) : تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة الـ Hook layering .



شكل (٩ ـ ١٠) : تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة Sorenson .



شكل (٩ ـ ١١) : تابع تربية نباتات الطماطم بعد أن تصل إلى السلك بطريقة Sorenson .

obeikandl.com

وقد استحدثت فى اليابان طريقة جديدة لتربية وتقليم الطماطم تتلخص فى تكرار إزالة القمة النامية للنبات . تُزال القمة النامية لأول مرةٍ بعد تكوين ورقتين أعلى العنقود الزهرى الثانى . يؤدى ذلك إلى نمو فرعٍ جانبيٍ من البرعم الموجود فى إبط الورقة التى تقع أسفل العنقود الأول مباشرةً . يوجه هذا الفرع الجديد على الخيط ، ثم تُزال قمته النامية بالطريقة السابقة نفسها . . . وهكذا .

يؤدى هـذا النظام فـى تربية وتقليم النباتات إلـى زيادة المحصول بنسبة ٢٣ ٪ ـ ٤٩ ٪ ، مقارنةً بالنظام العادى الذى تُزال فيه جميع الفروع الجانبية . وتكون النباتات المربأة بهذا الطريقة أقوى نموا وأغزر إنتاجًا (عن Kanahama ١٩٩٤) .

هذا . . ولزيادة عدد الفروع / نبات عيوبها ومزاياها ، وعيوبها أكثر من مزاياها، ويفضل عدم اللجوء إلى هذا الإجراء إلا عند غياب الجور المجاورة ، أو عندما تكون الكثافة النباتية منخفضةً أصلاً . فقد وجد Cockshull & Ho (١٩٩٥) أن تربية فروعٍ إضافيةٍ (إلى جانب الساق الرئيسية للنبات) أدت إلى نقص المحصـول المبكر الصالح للتسويق ، على الرغم من أنها أدت إلى زيادة عدد الثمار المنتـجة / م٢ ، وزيادة المحصول الكلى الصالح للتسويق . ولكن لم تحدث الزيادة الأخيرة إلا عندمـا كانت الكثافة النباتية منخفضةً (٢,٠٤ نباتًا / م٢ ، مقارنةً بالكثافة العالية : ٣,٠٦ نبات / م٢) . وبصورةٍ عامةٍ . . فإن تربية فروعٍ جانبيةٍ إضافيةٍ أدت إلى نقص متوسط وزن الثمرة ، ونقص نسبة محصول الثمار الكبيرة الحجم المطلوبة ، ولكن مع ازدياد تجانس حجم الثمار خلال موسم الحصاد فى حالة الكثافة النباتية المنخفضة .

ومع قرب انتهاء موسم الحصاد يفضل ترك بعض الفروع الجانبية عند مستوى السلك حامل المحصول ؛ لأجل تظليل العناقيد العلوية وحمايتها من الإصابة بلفحة الشمس .

إزالة الأوراق السفلية وقطع القمة النامية

تتم إزالة الأوراق السفلية لنبات الطماطم بطريقةٍ روتينيةٍ فى الزراعات المحمية من

أجل تقليل احتمالات الإصابة بالأمراض (عن طريق تحسين التهوية بزيادة حركة الهواء حول قاعدة النباتات) ، وتبكير نضج الثمار ، وتسهيل عملية الحصاد بكشف العناقيد الثمرية . تتم إزالة الأوراق حتى مستوى العنقود الذى أوشكت ثماره على النضج ؛ ويعنى ذلك أن بعض الأوراق تتم إزالتها قبل أن تظهر عليها أعراض الشيخوخة Senescence بوضوح .

ومع أن الأوراق السفلية لا يصل إليها القدر الكافى من الإضاءة لجعلها مفيدةً للنبات (من خلال عملية البناء الضوئى) أكثر من كونها عالةً عليه (من خلال استهلاكها للغذاء بالتنفس) ، إلاّ أن لإزالة الأوراق أكثر مما يجب تأثيراتها السلبية على النبات ، فهى تؤخر الإزهار ، وتقلل المحصول المبكر والكلى ؛ لذا لا ينبغى أن تزال الأوراق لأكثر من مستوى العنقود الحامل لثمارٍ ناضجة .

وعمومًا . . فإن المستوى يتحدد بكثافة الزراعة ، وبمدى النقص فى تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيت ؛ فتكون إزالة الأوراق أكثر فاعليةً 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 مغلقةً لفترةٍ طويلةٍ أثناء النهار بسبب انخفاض درجة الحرارة فى الجو الخارجى (Slack ١٩٨٦) ، وكذلك عند الرغبة فى زراعة عروةٍ جديدةٍ ـ بين النباتات النامية ـ لكى تتوفر الإضاءة للشتلات الجديدة .

وينتج نبات الطماطم ـ عادةً ـ بين ٦ و ٨ أوراقٍ قبل العنقود الزهرى الأول ، وكلما قل العدد (لأسباب وراثيةٍ أو بيئيةٍ) كان النبات أكثر تبكيرًا فى الأهار . ويتأثر عدد الأوراق المتكونة قبل العنقود الزهرى الأول بعديدٍ من العوامل البيئية (Dielemsn & Heuvelink ١٩٩٢) .

تُزال الأوراق بثنيها ـ من قاعدتها ـ سريعًا إلى أعلى ، ثم تُرش النباتات بأحد المبيدات الفطرية المناسبة لأجل وقايتها من الإصابة بالفطر Botrytis cinerae ،

الذى ينتشر بكثرةٍ فى وجود الجروح التى تنشأ عن إزالة الأوراق . ويتم التخلص من الأوراق المزالة خارج البيت ؛ حتى لا تكون مصدراً لانتشار الأمراض .

وتقطع 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 متكتلةً ، 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 ـ رش النباتات مرتين يوميا برذاذٍ من الماء لإحداث اهتزازاتٍ بها .

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

٣ ـ إحداث اهتزازاتٍ سريعة بالعناقيد الزهرية باستخدام آلةٍ يدويةٍ صغيرةٍ تعمل بالبطارية ، وتعرف باسم Mechanical Vibrator أو Electric Bee ، ويكفى مجرد لمس ذراع الآلة الهزازة لقاعدة العنقود الزهرى لإحداث التأثير المطلوب ، وتفيد هذه الطريقة فى المناطق والأوقات التى تنخفض فيها شدة الإضاءة . وتزداد الحاجة إليها فى الجو البارد وفى الرطوبة العالية ؛ حيث تكون حبوب اللقاح المنتجة قليلة العدد ولزجةً وملتصقةً بعضها ببعض .

وللحصول على أفضل النتائج يفضل إجراء عملية الاهتزاز هذه بين الحادية عشرة صباحًا والثالثة بعد الظهر عندما تكون الأزهار جاهزةً للتلقيح . وتعرف هذه المرحلة بانحناء البتلات للخلف . وتكرر هذه العملية مرةً كل يومين ، طالما وجدت أزهار غير عاقدة بالعنقود .

هذا . . وتجدر الإشارة إلى أن حبوب اللقاح تكون فى أفضل حالتها للتلقيح عندما تكون الرطوبة النسبية حوالى ٧٠ ٪ . وفى درجات الرطوبة الأكثر من ذلك فإنها تكون مبتلةً ولزجةً ؛ فتقل فرصة التلقيح الجيد ، بينما تجف حبوب اللقاح فى درجات الرطوبة الأقل من ذلك . ويتراوح المدى الرطوبى المناسب بين ٥٠ ٪ ، ٩٠ ٪ .

ويذكر Ilbi & Boztok (١٩٩٤) أن استعمال الهزاز فى التاسعة صباحًا مرتين أسبوعيًا لمدة ثانية واحدة ، أو ثلاث ثوان ، أو خمس ثوان أحدث ـ فى المتوسط ـ ٧٥ ٪ زيادةً فى المحصول دون وجود فرقٍ جوهريٍ فى المحصول بين فترات المعاملة .

٤ ـ رش الأزهار بأحد التحضيرات التجارية من منظمات النمو التى تساعد على تحسين العقد (مثل التوماتين) . تجرى المعاملة بمعدل مرتين أسبوعيا خلال فترة انخفاض درجة الحرارة ، مع مراعاة عدم رش الأوراق بمحلول منظم النمو حتى لا تتشوه . وتبدأ المعاملة بعد تفتح ٣ ـ ٤ أزهار بالعنقود الزهرى .

ومن أكثر المنظمات استعمالاً لهذا الغرض ما يلى (عن Weaver ١٩٧٢) :

منظم النمو	التركيز المناسب (جزء فى المليون)
Para- chlorophenoxyacetic acid (4-CPA)	١٥
β-naphthoxyacetic acid (βNOA)	٥٠
α-ortho -chloropropionic acid	٤٠

وفى الدول الشمالية التى تُنتج فيها الطماطم فى الزراعات المحمية شتاءً ، فإن النباتات لا تتعرض لانخفاض درجة الحرارة فقط ، بل لضعفٍ شديدٍ فى شدة الإضاءة كذلك . ومع استمرار انخفاض شدة الإضاءة يضطر المزارعون إلى إبقاء

الحرارة منخفضةً نسبيا ؛ حتى لايكون النمو النباتى رهيفًا وضعيفًا . وفى هذه الظروف . . يكون النقص فى المواد الكربوهيدراتية المجهزة من أكثر العوامل تأثيراً على الإزهار ، والعقد ، ونمو الثمار ؛ حيث يتحسن ذلك كله عند أية زيادةٍ فى شدة الإضاءة ، ولن تجدى المعاملة بمنظمات النمو فى تحسن العقد مع استمرار انخفاض شدة الإضاءة .

وفى محاولةٍ لدراسة جدوى المعاملة بمنظمات النمو تحت هذه الظروف ، قام Pichen & Grimmett (١٩٨٦) بمعامله العناقيد الزهرية لصنفى الطماطم ماراثون Marathon ، وسوناتين Sonatine بمنظمى النمو : بيتا نفثوكسى حامض الخليك (التحضير التجارى بيتابال Betapal) وباراكلوروفينوكسى 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 قليلةً ، وتشوهت نسبة عالية من الثمار ، كانت غير منتظمة الشكل ؛ مما شكك فى الجدوى الاقتصادية لمثل هذه المعاملات فى ظروفٍ كهذه الظروف التى تقل فيها شدة الإضاءة .

ويوصى Varayos وآخرون (١٩٩٢) باستعمال منظم النمو 4-CPA لتحسين عقد الثمار فى حالات عقم حبوب اللقاح ، واللجوء إلى الهزاز الكهربائى لمعاملة النباتات الخصبة .

٥ ـ استخدام النحل فى التلقيح :

قارن Banda & Paxton (١٩٩١) عدة معاملاتٍ لأجل تحسين العقد فى صنف الطماطم كيلوباترا Cleopatra فى الزراعات المحمية الصيفية فى المملكة المتحدة . وقد ازداد كل من : نسبة عقد الثمار ، وحجم الثمرة ، ووزن الثمرة ، وعدد البذور / ثمرة ـ فى مختلف معاملات التلقيح ـ كما يلى : معاملة الشاهد < نحل العسل منفرداً< الهزاز < نحل العسل + الهزاز < النحل الطّنان منفرداً Bumble Bees (Bombus spp.) < النحل الطنان + الهزاز .

وقد بدأ الاتجاه نحو استعمال النحل بنوعيه فى تلقيح الطماطم بعد زيادة الاعتماد على وسائل المكافحة الحيوية فى زراعات الطماطم المحمية .

ويعترض Cribb وآخرون (١٩٩٣) على استعمال النحل الطنّان Bombus terrestris فى تلقيح الطماطم لعدة أسبابٍ ؛ منها : صعوبة إدامة خلاياه على مدار العام ، وقلة أعداد الشغّالات فيها ـ الأمر الذى يستلزم توفير عدة خلايا منه لتأمين التلقيح اللازم للطماطم بالكفاءة المطلوبة ـ وحمل هذا النحل للأكاروس المتطفل Varroa Jacobsoni ، الذى يعمل ـ بدوره ـ كعائلٍ لفيرس الجناح المشوه deformed wing virus ، الذى تؤدى الإصابة به إلى موت نحل العسل Apis mellifera . وبالمقارنة . . فإن نحل العسل يخلو تمامًا من جميع هذه العيوب ، فى الوقت الذى يقوم فيه بزيارة أزهار الطماطم والمساعدة على تلقيحها بشكلٍ جيد ، كما يؤدى إلى زيادة المحصول وتحسين نوعية الثمار .

خف الثمار

ليس من المعتاد خف عناقيد ثمار الطماطم ، ولكن زيادة الطلب على الثمار الأكبر حجمًا (فى المملكة المتحدة يزيد الطلب على الثمار التى يتراوح قطرها بين ٤٧ و ٥٧ ملليمترا) يجعل من المفيد أحيانًا خف بعض الثمار من العناقيد لزيادة حجم الثمار المتبقية فيها . وقد وجد Cockshull & Ho (١٩٩٥) أنه بإزالة الثمار الطرفية من العناقيد الثمرية الثلاثة الأولى ، بواقع ٣٠ ٪ من الثمار المتوفرة فى كل عنقودٍ منها ، ازداد متوسط وزن الثمار المتبقية ، بينما قل محصول الثمار الصغيرة جوهريًا . وعلى الرغم من أن المحصول الكلى لهذه العناقيد الثمرية الثلاثة الأولى انخفض بمقدار ١٦ ٪ ، إلا أن محصول العناقيد التالية لها ازداد إلى درجةٍ عوضت هذا النقص .

ويكون خف الثمار فى المراحل المبكرة جدا من نموها ، ويفضل إجراء ذلك وهى فى حجم بذرة البسلة تقريبًا . كذلك تجب إزالة الثمار التى تتوقف عن النمو لأى سببٍ كان ، والثمار التى تظهر عليها إصابات مرضية أو حشرية واضحة ، أو عيوب فسيولوجية تحط من صلاحيتها للتسويق ، وكذلك الثمار المشوهة . وأفضل

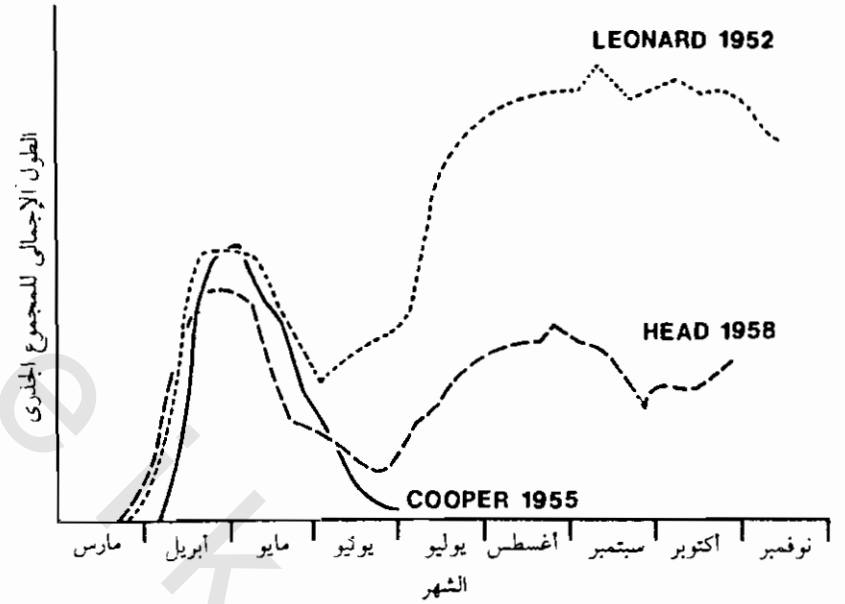
وقتٍ للتخلص من جميع هذه الثمار هو بمجرد ملاحظتها ؛ لتوفير حصتها من الغذاء المجهز لغيرها من الثمار التى تصلح للتسويق .

الموت الجزئى لجذور النباتات

تتعرض جذور النباتات غير المحدودة النمو ـ مثل الطماطم ـ إلى موتٍ جزئيٍّ عندما تكون النباتات فى أوج نموها ، فى بداية فترة حملها الغزيز . ويحدث ذلك ـ خاصةً ـ فى الأيام الصحوة بعد فترةٍ من الجو الملبد بالغيوم ؛ حيث تظهر على النباتات أعراض ذبولٍ جزئيٍّ بعد الظهيرة . ويقف المنتج ـ الذى يرى نباتاته تذبل أمام عينيه قبل أن يحصد منها شيئًا يذكر ـ حائرًا أمام هذه الظاهرة .

وفى مزارع تقنية الغشاء المغذى يمكن رؤية الموت الجزئى للجذور بسهولةٍ ، ولكن هذه الظاهرة ليست مقصورة ـ بأية حال ـ على مزارع تقنية الغشاء المغذى ، وإنما هى تحدث فى جميع أنواع المزارع اللاأرضية التى يكون النمو الجذرى فيها مقصورًا على حيزٍ محدودٍ ، كما فى مزارع أكياس البيت ، ومزارع الصوف الصخرى . كذلك يحدث هذا الموت الجزئى للجذور ـ فى هذه المرحلة من النمو النباتى ـ فى المزارع الحقلية أيضًا ، ولكن لا يشاهد فيها الذبول الجزئى ؛ نظراً لتشعب المجموع الجذرى وانتشاره فى التربة .

وتموت الجذور فى هذه المرحلة من النمو ؛ نظرًا لقوة النمو الخضرى ، وكثرة حملة الثمار التى تجذب إليها القدر الأكبر من الغذاء المجهز على حساب الجذور التى تضعف ويموت بعضها ، كما لا تتكون جذور جديدة نتيجةً لذلك . ولكن المشاهد أن النباتات لا تلبث أن تتغلب على هذه الظاهرة ؛ حيث لا يتوقف فقط موت الجذور ، وإنما تتكون جذور جديدة ، ويزداد النمو الجذرى ـ مع تقدم موسم النمو ـ إلى أكثر مما كان عليه قبل بداية موت الجذور (شكل ٩ ـ ١٢ ، عن Cooper ١٩٧٩) .



شكل (٩ ـ ١٢) : منحنى النمو الجذرى للطماطم النامية تحت ظروف الحقل على امتداد موسم النمو (فى المملكة المتحدة) .

الحصاد والمحصول

تُحصد ثمار الطماطم فى جميع الزراعات المحمية ـ حاليًا ـ يدويا ، ولكن يحاول العلماء تطوير إنسانٍ آليٍ متحركٍ لكى يقوم بحصاد الثمار آليا وهى فى مرحلة التلوين المناسبة للحصاد . وقد توصل العلماء الفرنسيون إلى تحقيق هذا الهدف بنسبة نجاحٍ بلغت ٦٠ ٪ فى قطف الثمار الصالحة للحصاد (Balerin وآخرون ١٩٩١) .

ويتراوح متوسط محصول الطماطم فى الزراعات المحمية ـ فى مختلف الدول العربية ـ بين ٨ و ٢٠ كجم / م^{٢} ، بمتوسطٍ عامٍ قدره ١٣,٣ كجم / م^{٢} . ويبلغ متوسط الإنتاج فى مصر ٩,٥ كجم / م^{٢} (المنظمة العربية للتنمية الزراعية ـ جامعة الدول العربية ١٩٩٥) . هذا إلا أن الإنتاج المتميز يمكن أن يصل إلى ٢٠ كجم / م^{٢} فى الزراعات الأرضية العادية (حوالى ١١ طنا لكل صوبةٍ مساحتها ٥٤٠م^{٢}) ، وإلى ٣٠ كجم / م^{٢} فى مزارع تقنية الغشاء المغذى (حوالى ١٦ طنا لكل صوبةٍ مساحتها ٥٤٠ م٢) .

الأمراض والآفات ومكافحتها

نقصر مناقشتنا فى هذا الجزء على أبرز الأمور المتعلقة بأمراض وآفات الطماطم ومكافحتها . ويمكن لمن يرغب فى الاطلاع على مزيدٍ من التفاصيل الرجوع إلى كتاب « الطماطم » (حسن ١٩٨٨ أ) .

وقبل الخوض فى هذا الموضوع لابد من الإشارة إلى أن مربىٍّ النبات لا يدخرون وسعًا لإنتاج أصنافٍ جديدةٍ مقاومةٍ للأمراض (Fletcher ١٩٩٢) ، وعلى منتج الخضر أن يولِى هذا الأمر عنايةً فائقةً ؛ فيختار للزراعة الأصناف المقاومة للأمراض الهامة فى منطقته .

وتتوفر ـ حاليًا ـ أصناف من الطماطم ـ خاصة بالزراعات المحمية ـ مقاومة للأمراض التالية :

الذبول الفيوزارى بسلالتيه الأولى والثانية .

ذبول فيرتسيلليم .

تقرح قاعدة الساق الرايزكتونى .

تبقع الأوراق الرمادى (Stemphylium solani) .

تلطخ الأوراق (Cladosporium fulvum)

نيماتودا تعقد الجذور

فيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم

فيرس موزايك التبغ (أوموزايك الطماطم)

كما يجرى العمل على قدمٍ وساقٍ لإنتاج طماطمٍ جديدةٍ مقاومةٍ لكلٍّ من : الذبابة البيضاء ، ودودة ثمار الطماطم ، والعنكبوت الأحمر .

الأمراض

تصاب الطماطم فى الزراعات المحمية بالأمراض نفسها التى تصيب الزراعات المكشوفة ، إلاّ أن الظروف البيئية الخاصة للصوبات ، ونظم الزراعة بها ، وعمليات

obeikandl.com

الخدمة المتبعة فيها ، تزيد من فرصة الإصابة ببعض الأمراض . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

١ ـ 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 ـ يؤدى استمرار زراعة المحصول ـ مع عدم إجراء عملية تعقيم التربة بصورة جيدة ـ إلى زيادة الإصابة بالذبول الفيوزارى ، ونيماتودا تعقد الجذور ، وتزداد الإصابة فى الجو البارد بأمراض الجذر الفلينى ، وعفن الجذور (فيتوفثورا) ، وذبول فيرتسيلليم .

٣ ـ تؤدى كثرة تداول النباتات أثناء الزراعة ، والتربية ، والتقليم ، وعمليات الخدمة الأخرى إلى زيادة الإصابة بأمراض عفن الساق (دايدميللا) ، والعفن التاجى (فيوزاريم) ، والتقرح البكتيرى ، وفيرس موزايك التبغ (Watterson ١٩٨٦) .

ومن أهم أمراض الطماطم ووسائل مكافحتها ما يلى :

١ ـ الذبول الطرى أو سقوط البادرات

يسبب هذا المرض عدد من الفطريات التى تعيش فى التربة ، مثل الـ Pythium spp. ، والـ Rhizoctonia spp. ، والـ Fusarium spp. وغيرها . وتظهر آثار الإصابة بانخفاض نسبة الإنبات ، أو ذبول البادرات وسقوطها على سطح التربة وهى صغيرة بعد ظهور اختناق فى قاعدتها .

وللوقاية من هذا المرض يتعين مراعاة ما يلى :

أ ـ معاملة البذور قبل الزراعة بأحد المبيدات الفطرية المناسبة (إن لم تكن قد سبقت معاملتها) ؛ مثل البنليت والثيرام بمعدل ١,٥ جم من المبيد لكل كيلو جرام من البذرة .

ب ـ تعقيم خلطة الزراعة أو إضافة البنليت أو الفيتافاكس إلى البيت موس المستخدم فى الزراعة بمعدل ٣ جرامات من المبيد لكل كيلو جرامٍ واحدٍ من البيت موس المستخدم .

جـ ـ رش سطح المشتل عقب الزراعة ، ثم أسبوعيا بعد ذلك ـ لمدة ثلاثة أسابيع - بأحد المبيدات المناسبة .

د ـ مراعاة كافة الأمور التى أسلفنا بياتها تحت موضوع إنتاج الشتلات ، والمتعلقة بالوقاية من هذا المرض ؛ وهى : عدم الإفراط فى رى المشاتل ، وتجنب الزراعة الكثيفة ، وتهوية المشاتل بصورةٍ جيدة .

٢ ـ عفن قاعدة الساق (جذع النبات) :

يسبب هذا المرضَ عدد من الفطريات التى تُحدث أيضًا مرض الذبول الطرى ؛ منها ما يلى :

أ ـ الفطران Pythium ، و Alternaria solani :

تظهر أعراض الإصابة على شكل تقرحاتٍ وعفنٍ بساق النبات عند سطح التربة . وفى الحالات الشديدة يذبل النبات ويموت .

ب ـ الفطر Phytophthora nicotianae :

يسبب مرض عفن القدم Foot Rot . تظهر أعراض الإصابة على صورة بقعٍ سوداء ضاربةٍ إلى الخضرة ، يجفُّ فيها النخاع ويكتسب لوناً بنيًا .

جـ ـ الفطر Rhizoctonia solani :

تصبح قاعدة ساق النبات المصاب بنية اللون ، وتجف عند سطح التربة ، بينما يظل النخاع أخضر اللون .

د ـ الفطر Didymella lycopersici

يسبب هذا الفطر مرض التقرح Canker أو العفن القاعدى Basal Rot . تبدو أعراض الإصابة على صورة بقعٍ متحللةٍ غائرةٍ ذات لونٍ أسود ضاربٍ إلى البنى عند قاعدة النبات ، تظهر فيها كريات صغيرة سوداء هى جراثيم الفطر .

وللوقاية من هذه الأعفان يلزم تعقيم التربة ، ومعاملة البذور بالمبيدات المستعملة فى مكافحة الذبول الطرى ، وعدم شتل النباتات المصابة ، وغمر الشتلات قبل زراعتها فى محلول لأحد المبيدات المناسبة ؛ مثل : البنليت ، والإبروديون iprodion والكاربولنيم (لفطر Didymella) ، وتجنب تجريح قاعدة ساق النبات عند الشتل، وتحفيز النمو السريع ، ومحاولة الإبقاء على سطح التربة جافا عند قاعدة الساق ، مع إزالة النباتات المصابة بعناية .

٣ ـ العفن الأبيض أو عفن إسكليروتينا ، أو مرض تكسر الساق (White Mold):

يسبب هذا المرض الفطر Sclerotinia sclerotiorum ، وينتشر فى البيوت المحمية ؛ نظرًا لتوفر الرطوبة العالية مع كثرة مياه الرى . تبدأ الإصابة على ساق النبات قرب سطح التربة على شكل بقعٍ غائرةٍ ، ثم تتحول إلى بيضاء مصفرةٍ ، ثم تمتد الإصابة إلى أعلى الساق ، مع ظهور الأجسام الحجرية السوداء للفطر فى المناطق المصابة من الساق . وفى النهاية يقضى الفطر على النبات .

وللوقاية من المرض لابد من الاهتمام بتعقيم التربة ، وبالتهوية الجيدة ، مع عدم الإكثار من الرى ، ومعاملة قاعدة الساق بأحد المبيدات الفطرية المناسبة ؛ مثل : البينوميل ، والإبروديون .

٤ ـ الجذر الفلينى

يسبب مرض الجذر الفلينى Corky Root. الفطر Pyrenochaeta lycopersici. تبدو جذور النباتات المصابة فلينية وبنية اللون . ويكافح المرض بتعقيم التربة وزراعة الأصناف المقاومة .

٥ ـ فطر البوتريتس :

تُحدث الإصابة بفطر Botrytis cinerea عفنًا بالساق عند مستوى الورقتين الفلقيتين . تكتسب المنطقة المصابة لونًا بنيا فاتحًا ، ثم يعقب ذلك ظهور هيفات الفطر ذات اللون الرمادى الضارب إلى البنى .

يكافح المرض بتقسية الشتلات جيداً قبل زراعتها ، ومعاملة الأجزاء المصابة من ساق النبات بعجينة الثيرام .

٦ ـ الذبول الفيوزارى :

يسبب هذا المرض الفطر Fusarium oxysporum f. sp.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 تدريجيا . 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 مقاومةً لهذا المرض .

٧ ـ ذبول فيرتسيلليم :

يسبب هذا المرض الفطر Verticillium albo-atrum وهو كفطر الفيوزاريم يعيش فى التربة ويصيب النباتات عن طريق الجذور ، وينمو فى أنسجة الخشب محدثًا اصفرارًا على شكل حرف V يظهر أولاً على الأوراق السفلى للنبات . وينتشر هذا المرض فى الجو البارد ، ويكافح بزراعة الأصناف المقاومة .

٨ ـ تبقع 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 بقعٍ صغيرةٍ مدببة الأركان بقطر ٣ مم على الأوراق الكبيرة . وتؤدى زيادة شدة الإصابة إلى اصفرار الأوراق السفلية وسقوطها .

وللوقاية من الإصابة ترش النباتات أسبوعيا بأحد المبيدات التالية : دياثين م ٤٥ بتركيز ٠,٢٥ ٪ ، أو كوبروزان بتركيز ٠,٢٥ ٪ ، أو تراى 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 ، بدلاً من كل أسبوع (ملحوظة : محلـول رش بتركيز ٠,٢٥٪ (يعنى إضافة ٢٥٠ جم من المبيد لكل ١٠٠ لتر ماء) .

ويكافح المرض بصورة أفضل عند مكافحته ـ بيولوجيا ـ بالفطر Trichoderma harzianum بالإضافة إلى استعمال المبيدات (Elad وآخرون ١٩٩٥) .

٩ ـ العفن الرمادى Grey Mould :

يسبب المرض الفطر Botrytis cinerea . تُغطى النباتات المصابة بنموات الفطر الدقيقية ، وتظهر على الثمار المصابة بقع ، تتكون من دوائر مشتركة فى مراكزها ، التى تظهر فيها بقع سوداء اللون .

يكافح المرض بإزالة الأوراق والثمار المصابة ، مع الاهتمام بالتهوية ، والتدفئة (إن وجدت) وعدم الإفراط فى الرى ؛ لأجل خفض الرطوبة النسبية .

ويستخدم فى مكافحة المرض المبيدات التى أسلفنا بيانها ، وكذلك الإبروديون ، والبروسيميدون procymidon .

١٠ ـ تلطخ 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 عن 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 أولاً بأول . كما تجب زراعة الأصناف المقاومة .

١١ ـ الندوة المتأخرة :

يسبب هذا المرض الفطر Phytophthora infestans. ويبدأ ظهور الأعراض على

الأوراق السفلى للنبات على شكل بقعٍ بلونٍ أخضر داكن ، مع ظهور أنسجة الورقة المصابة وكأنها مبتلة أو مسلوقة ، ولا تلبث هذه البقع أن تجف وتأخذ لونا بنيا مسودا ، 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 موقعٍ بسطح الثمار .

وتنتشر الإصابة عندما تزيد الرطوبة النسبية على ٩٠ ٪ مع درجة حرارة تتراوح بين ١٥° م و ٢٥° م ، خاصة عند تعاقب ليلٍ رطبٍ باردٍ نوعًا (١٢° م) مع نهارٍ رطبٍ دافىءٍ (٢٠° ـ ٢٥° م) ؛ حيث تتكون الجراثيم تحت هذه الظروف بأعدادٍ كبيرةٍ فى مدةٍ قصيرةٍ ؛ مما يؤدى إلى ظهور المرض بشكلٍ وبائىٍّ ، ويقضى على النباتات خلال أيامٍ معدودة ؛ بحيث لا يترك وقتًا كافيًا لمقاومته .

وللوقاية من المرض تستعمل المبيدات نفسها المستخدمة فى مكافحة مرض تبقع الأوراق الرمادى ، وبالطريقة نفسها .

١٢ ـ الندوة المبكرة:

يسبب هذا المرض الفطر Alternaria solani . وتظهر الأعراض على شكل بقعٍ صغيرةٍ متناثرةٍ على الأوراق والسيقان والثمار تأخذ شكل دوائر تحيط بعضها ببعض. ينتشر المرض فى الجو الدافىء ، ويكافح بطريقة مكافحة مرض الندوة المتأخرة نفسها.

١٣ ـ البياض الدقيقى :

يسبب مرض البياض الدقيقى فى الطماطم الفطر Oidiopsis taurica (سابقًا Leveillula taurica) . تظهر على أوراق النباتات المصابة بقع صفراء متباينة المساحة ، لا تلبث أن تتحول إلى بقعٍ بنيةٍ متحللةٍ .

ويكافح المرض باستعمال المبيدات الفطرية المناسبة .

١٤ ـ فيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم :

ينتقل هذا الفيرس بواسطة حشرة الذبابة البيضاء ، ويحدث تبرقش واصفرار

والتفاف وتجعد بالأوراق (شكل ٩ ـ ١٣ ، يوجد فى آخر الكتاب) . وهو من أخطر الأمراض التى تصيب الطماطم ، خاصةً عند حدوث إصابةٍ مبكرةٍ . ولا وسيلة لمكافحته إلاّ بالتخلص من الذبابة البيضاء بداية من المشتل ، حتى تمام عقد ونمو ثمار العنقود الأول .

وقد أفاد استعمال الشباك المانعة لدخول الذبابة البيضاء ـ على جميع فتحات البيوت المحمية ـ فى منع الإصابة كليا ـ تقريبًا ـ بالفيرس (Nucifora وآخرون ١٩٩٢) .

كذلك أفاد الجمع بين اللوحات الصفراء الجاذبة للذبابة البيضاء واللاصقة لها (شكل ٩ ـ ١ ، يوجد فى آخر الكتاب) والمبيدات الحشرية (مثل ببروفزين bu-profezin) فى خفض أعداد الذبابة بنسبة تزيد على ٩٠ ٪ (Rui & Zheng ١٩٩٠) .

١٥ ـ فيرس موزايك التبغ (أوموزايك الطماطم) :

يعد فيرس موزايك التبغ من الفيروسات التى يزداد انتشارها فى الزراعات المحمية ، عنه فى الحقول المكشوفة ؛ لأنه ينتقل ميكانيكيا باللمس فى الوقت الذى تحتاج فيه عمليات التربية والتقليم إلى الإمساك بالنباتات عدة مراتٍ خلال الموسم الواحد ؛ وبذلك تنتقل الإصابة بسهولةٍ إلى النباتات السليمة عقب ملامسة النباتات المصابة . وتظهر الأعراض على شكل موزايك على الأوراق بلونٍ أخضر فاتحٍ وأخضر داكن .

أفضل طريقة للمكافحة هى بزراعة الأصناف المقاومة ، وهى كثيرة ، خاصة فى الأصناف الهجين . أما فى حالة زراعة أصنافٍ قابلةٍ للإصابة ، فمن المفضل إزالة النباتات التى تظهر عليها الأعراض إن كانت نسبتها منخفضةً لا تزيد على ١ ٪ . كما يجب عدم ملامسة النباتات السليمة عقب ملامسة النباتات المصابة إلاّ 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 ملوثةً بالفيرس بصفةٍ دائمة .

١٦ ـ فيرس موزايك الخيار :

يحدث هذا الفيرس أعراضًا شبيهة بتلك التى يحدثها فيرس موزايك التبغ . وهو لا ينتقل ميكانيكيا إلا بصعوبةٍ كبيرةٍ ، بينما ينتقل بسهولةٍ بواسطة حشرة المن ؛ ولذلك فإن مكافحة المن تكون كفيلةً بمنع انتشار المرض من النباتات المصابة إلى السليمة .

الآفات

تصاب الطماطم فى الزراعات المحمية بعديدٍ من الآفات ، كما يلى :

١ ـ النيماتودا :

أكثرها انتشارًا نيماتودا تعقد الجذور .Meloidogyne spp. تظهر 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 طريقةٍ للمكافحة هى بمعاملة التربة بأحد المبيدات النيماتودية ؛ مثل النيماكور ، أو التمك ، أو الثيوريدان بمعدل ٣ كجم لكلِ بيتٍ بلاستيكيّ مساحته ٥٠٠ متر مربع. تقلب كمية المبيد فى التربة ، ثم تروى الأرض وتزرع مباشرةً .

كما تجب معاملة مخاليط الزراعة المستخدمة فى المشاتل ـ والتى يكون أساسها التربة ـ بأيّ من المبيدات السابقة بمعدل نصف جرامٍ لكل كيلو جرامٍ من المخلوط عند إعداده .

هذا . . إلاّ أن تعقيم التربة والمشاتل ببروميد 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 ٪ . كما تجرى المكافحة ـ فى حالة عدم تعقيم التربة ـ بإضافة مبيد الفايديت ٢٤ ٪ سائل

بمعدل ١٠٠ مل (سم^{3}) / ١٠٠ م^{2} مع ماء الرى بعد الشتل بنحو ثلاثة اسابيع، ثم تكرر المعاملة بالمبيد فى بداية مرحلة عقد الثمار.

٢ - الحشرات :

إن أهم الحشرات التى تصيب الطماطم فى البيوت المحمية هى: الحفار، والدودة القارضة ، والنطاط ، والذبابة البيضاء ، ونطاطات الأوراق ، والمن، ودودة ثمار الطماطم ، ودودة ورق القطن . وتعتبر الذبابة البيضاء أهمها ؛ بسبب نقلها لفيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم إلى النباتات .

تكافح حشرة الذبابة البيضاء فى المشاتل ، ثم بعد الشتل يرش النباتات كل ٢ - ٣ أيام بأحد المبيدات المناسبة ؛ مثل : تريبون ، ومارشال ، وسيليكرون ، وأكتلك، على أن يكون استعمال هذه المبيدات بالتناوب ، وأن يوقف الرش قبل بداية الحصاد بأسبوعين . ويعتبر المبيد كونفيدور Confidor من أحدث وأكفأ المبيدات فى مكافحة الذبابة البيضاء . ويعد استعمال هذه المبيدات كافيًا - كذلك - لمكافحة حشرات المن ونطاطات الأوراق.

ويكافح الحفار والدودة القارضة والنطاط باستعمال مبيد الهوستاثيون كطعمٍ سامٍّ.

أما دودة ورق القطن ودودة ثمار الطماطم فإنهما تكافحان بأحد المبيدات المناسبة؛ مثل : الريلدان ، واللانيت ، والسيليكون ، والنيودرين .

٣ - العنكبوت الأحمر :

تظهر الإصابة بالعناكب على شكل بقعٍ صغيرة مصفرةٍ لامعةٍ تؤدى إلى جفاف الزوراق ، وتقاوم بالرش بالتديفول بتركيز ٠,٢٥ ٪، أو بالكالثين الزيتى ١٨,٥٪ بالتركيز نفسه.

٤ - الفثران والجردان :

تكافح هذه القوارض برضع أحد المبيدات المناسبة: مثل: أتراراك Atrarak، أو

obeikandi.com

كليرات Klerat ، أو رتاك Ratak ، أو وارفارين Warfarin ، أو زيليو Zelio على شرائح من الخشب أو الكرتون المقوى ، وتوضع داخل أنابيب بقطر ١٠ سم ، وطول ٢٥سم ، وتوزع على أنحاء البيت البلاستيكى . ويفضل دائما الاعتماد على نوعين من هذه المبيدات ينتميان إلى مجموعتين كيماويتين مختلفتين (مديرية البحث والإرشاد الزراعى - وزارة الزراعة - المملكة الأردنية الهاشمية ١٩٨٣ ، ووزارة الزراعـة - جمهورية مصر العربية ١٩٩٠) .

المكافحة الحيوية

يمكن الاطلاع على التفاصيل المتعلقة بالمكافحة الحيوية لأمراض وآفات الطماطم بمراجعة الموضوع فى الفصل الثامن من هذا الكتاب .

obeikandl.com