

الفصل السادس

عمليات الخدمة الزراعية

الترقيع

الترقيع هو إعادة زراعة الجور الغائبة، وهو يعد من أولى عمليات الخدمة. يجرى الترقيع بشتلات من نفس الصنف المزروع، ويتم ذلك بعد نحو ١٠-١٤ يوماً من الشتل بعد التأكد من موت الشتلات فى الجور المراد ترقيعها. يتم الترقيع فى وجود الماء أثناء الري، أو يضاف الماء للجور التى أعيدت زراعتها، وذلك إذا كان عددها صغيراً، ولا يُراد رى كل الحقل فى موعد الترقيع. ويلاحظ كذلك أن التأخير فى الترقيع يتسبب فى حدوث تفاوت كبير فى النمو بين النباتات، وفى مواعيد الإزهار، والإثمار، علماً بأن عمليات الخدمة الأخرى ترتبط بهذه الأمور.

هذا.. ولا تكون هناك حاجة لإجراء عملية الترقيع إلا عندما تزيد نسبة الجور الغائبة عن ١٠٪، كما لا تكون هناك حاجة لإجراء عملية الترقيع فى حالة أصناف التصنيع التى تُزرع بمعدل ٢-٣ نباتات فى كل جورة فى حالة غياب نبات واحد، أو نباتين منها.

العزق

يجب أن يكون عزق الطماطم سطحياً، حتى لا تتضرر الجذور الكثيفة التى تتواجد فى الطبقة السطحية من التربة، كما يجب إجراء العزق بعد زوال الندى فى فترة الضحى، حتى لا يساعد تساقط قطرات الندى على انتشار الأمراض الفطرية والبكتيرية من النباتات المصابة إلى السليمة.

وقد يتم العزق يدوياً أو آلياً فى المساحات الكبيرة. ويلزم التخلص من القلاقل المتكونة أولاً بأول، وإبعادها عن النباتات عند عزق الحقول المعدة للحصاد الآلى، حتى لا تدخل معها فى آلة الحصاد.

تكفى ٣ عزقات عادة: الأولى بعد الشتل بنحو ٣ أسابيع، وتكون عزقة خفيفة، أى: خريشة. وتتركز فائدتها فى التخلص من الأعشاب الضارة، وتنعيم ظهر المصطبة. والثانية بعد ٢-٣ أسابيع من الأولى. والثالثة بعد فترة مماثلة.. وفائدتها تتركز فى التخلص من الحشائش، وتغطية السماد، والتريدم على النباتات، وتعديل وضعها؛ فالأسمدة توضع - فى حالة الرى السطحى - فى قناة المصطبة، أو على جانبها بالقرب من النباتات، ويتم أثناء العزق نقل جزء من تراب الريشة (ناحية قناة المصطبة) البطالة (غير المزروعة) إلى الريشة العمالة (التي توجد فيها النباتات)، وبذلك يزداد بُعد قاعدة النباتات عن حافة قناة المصطبة بنحو ٢٠ سم بعد كل من العزقتين الثانية والثالثة. ويفيد ذلك فى بقاء النمو الخضرى والثمار على ظهر المصطبة، وإبعادهما عن مياه الرى، فلا تتعرض الثمار للعفن والتلوث بالطين.

ولا تجرى عملية التريدم هذه فى حالة إتباع طريقة الرى بالرش، أو التنقيط إنما يكتفى بالعزق الخفيف (الخريشة) بين خطوط الزراعة.

ويجب تقليل عدد مرات العزق عندما لا تدعو الحاجة إليه، كما يجب إيقافه عندما تغطى النباتات سطح المصطبة.

استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة

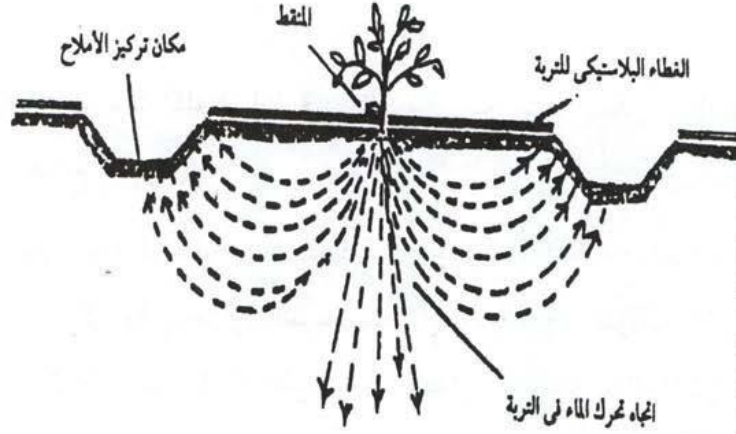
يفيد - كثيراً - استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة Plastic Soil Mulch فى إنتاج الطماطم، وخاصة عندما يكون الرى بطريقة التنقيط، سواء أكانت النباتات تنمو أرضياً، أم تربي رأسياً، وسواء كانت الزراعة مكشوفة، أم تحت الأنفاق المنخفضة.

ويمكن أن تكون الشرائح البلاستيكية المستعملة شفافة، أو سوداء، أو صفراء، أو سوداء من السطح المواجه للتربة، وبيضاء من الوجه الآخر، أو بألوان أخرى. ويتوقف ذلك على الهدف الرئيسى من استعمال الأغشية، والظروف البيئية السائدة خلال موسم الزراعة. وتصنع هذه الشرائح من البوليثلين.

ومن أهم مميزات استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة فى حقول الطماطم ما يلى:

١- تعمل الأغشية البلاستيكية للتربة على زيادة تجانس الرطوبة الأرضية تحت الغطاء؛ وتوفر الرطوبة للجذور فى الطبقة السطحية للتربة، وتوفر مياه الري، خاصة فى المناطق الحارة الجافة.

٢- عند ارتفاع ملوحة التربة، أو عند استعمال مياه مالحة نسبياً فى الري، فإن استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة يجعل الأملاح تتحرك نحو حافتي الغطاء، بعيداً عن جذور النبات، وذلك لأن التبخر يقل كثيراً تحت الغطاء، وتتجمع الأملاح (حيث يزداد فقد الماء بالتبخر) على جانبي الغطاء (شكل ١-٦).



شكل (١-٦): اتجاه تحرك الأملاح، وأماكن تراكمها عند استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة.

٣- يؤدي استعمال الأغشية البلاستيكية - بأى لون - إلى رفع درجة حرارة التربة تحت الغطاء. ويفيد ذلك فى المناطق الباردة، وفى الزراعات المبكرة فى الربيع. ويكون الارتفاع فى درجة الحرارة أكثر تحت البلاستيك الشفاف عنه تحت البلاستيك الأسود.

- ٤- تقضى الأغشية البلاستيكية السوداء على الحشائش؛ فلا تنافس المحصول. هذا.. بينما تنمو الحشائش - بقوة - تحت الغطاء البلاستيكي الشفاف إن لم تستعمل مبيدات الحشائش المناسبة فى الحقل قبل تركيب الغطاء.
- ٥- لا يحدث أى ضرر لجذور النباتات أو نمواتها الخضرية من جراء العزيق؛ حيث لا تكون هناك حاجة إلى إجراء عملية العزيق.
- ٦- زيادة الاستفادة من الأسمدة المضافة.
- ٧- المساعدة فى خفض معدلات الإصابة الحشرية والفيروسية.
- ٨- تفيد أغشية التربة البلاستيكية - كذلك - فى تحسين نوعية الثمار؛ لأنها لا تلامس التربة، وفى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار، وتقليل إصابتها بالعفن.
- ٩- يصاحب ذلك كله زيادة فى كل من المحصول المبكر، والمحصول الكلى، والمحصول الصالح للتسويق.
- إن جميع أنواع الأغشية البلاستيكية - باستثناء الأغشية البيضاء والألومنيومية اللون - تؤدى إلى رفع حرارة التربة بدرجات متفاوتة، تتوقف على لون الغطاء. ويتوقف الاختيار المناسب للغطاء على درجة الحرارة السائدة خلال الفترات الحرجة من موسم النمو، وعلى مدى حاجة النباتات المزروعة إلى الزيادة النسبية التى يحدثها الغطاء فى درجة حرارة التربة، مقارنة بعدم استعمال الغطاء.
- يتميز البلاستيك الأسود - وهو أكثر أنواع البلاستيك استعمالاً - بأن درجة حرارته ترتفع بعض الشيء، وينتقل جزء من هذه الحرارة إلى الطبقة السطحية من التربة بالتوصيل. إلا أنه لا يُنفذ الحرارة بالإشعاع، وبالتالي تكون درجة حرارة التربة تحت البلاستيك الأسود أقل عما تكون عليه تحت البلاستيك الشفاف.

ويفيد البلاستيك الأسود فى المناطق الحارة، وفى المواسم التى تشتد فيها درجة الحرارة، كما يمنع نمو الحشائش كلية. ويُعاب عليه أنه يسخن ويشع حرارته إلى النباتات؛ مما قد يضر بها فى المناطق شديدة الحرارة؛ لذا.. يوصى فى هذه الحالة باستعمال بلاستيك ذى لونين، يكون أحدهما الأسود من الجهة المقابلة للتربة، وذلك حتى يمنع نمو الحشائش، ويكون الثانى أبيض من الجهة المواجهة للنباتات ليعكس الضوء، فلا ترتفع درجة حرارته.

وبالمقارنة.. فإن البلاستيك الشفاف لا يسخن، ولكنه ينفذ ضوء الشمس؛ ليتحول إلى طاقة حرارية تمتصها التربة؛ مما يرفع حرارتها. ويكون الارتفاع فى حرارة التربة تحت البلاستيك الشفاف أعلى بكثير مما يكون عليه الحال تحت البلاستيك الأسود. ويستمر هذا الفرق بينهما إلى أن يغطى النمو النباتى البلاستيك.

أما البلاستيك الأبيض والألومنيومى اللون فإنهما يعكسان الضوء الساقط عليهما؛ فلا ترتفع حرارتهما، كما تنخفض - غالباً - حرارة التربة تحتهما، مقارنة بالتربة غير المغطاة بالبلاستيك.

وفى المقابل.. تكون درجة حرارة الهواء القريب من سطح التربة أعلى ليلاً فى الأرض المكشوفة، عما فى الأرض المغطاة بالبلاستيك، وذلك لأن البلاستيك يقلل تسرب الحرارة بالإشعاع من التربة ليلاً. ولا تكون لهذا الأمر أهمية إلا عندما تكون درجة حرارة الهواء ليلاً عند الصفر المئوى، أو أقل من ذلك بدرجة أو درجتين، وفى هذه الحالة يؤدى إشعاع الحرارة التى اكتسبتها التربة - أثناء النهار - إلى رفع درجة الحرارة قليلاً حول النبات، مما قد يحميها من الإصابة بالصقيع، بينما لا تتوفر هذه الحماية فى حالة استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة (Geinsberg & Stewart ١٩٨٦).

ويستدل من دراسات Wien & Minotti (١٩٨٧) فى هذا الشأن أن الغطاء البلاستيكي للتربة أدى إلى زيادة الأفرع القاعدية لنباتات الطماطم، وزيادة التبكير فى

التزهير على هذه الأفرع، وزيادة النمو النباتي الكلي عند الحصاد، وزيادة المحصول الكلي بنسبة ١٣٪ و ٧٩٪ في موسمي الزراعة اللذين شملتهما الدراسة.

وقد صاحب استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة زيادة في محتوى النباتات من كل من الفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والنيتروجين النتراتي (Wien & Minotti ١٩٨٨)، وكانت الزيادة في الفوسفور بصورة منتظمة وثابتة. وقد توصل Wien وآخرون (١٩٩٣) إلى أن الزيادة التي تحدث في النمو الخضري عند استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة مردها إلى تحفيز الغطاء البلاستيكي لكل من النمو الجذري للنبات وامتصاصه للعناصر.

وفي دراسة أخرى.. وجد Grubinger وآخرون (١٩٩٣) أن الزيادة في محصول الطماطم عند استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة كانت مصاحبة بزيادة في محتوى النموات الخضرية من عنصر الفوسفور، ولكن الزيادة في المحصول استمرت مع استعمال الغطاء، حتى حينما كان تركيز الفوسفور ٠,٤٪ بعد ثلاثة أسابيع من الشتل في المعاملات التي لم يستعمل فيها الغطاء؛ مما يدل على أن للغطاء البلاستيكي تأثيرات أخرى إلى جانب تحسين امتصاص النباتات لعنصر الفوسفور.

وفي دراسات مختلفة.. تراوحت الزيادة في محصول الطماطم نتيجة لاستعمال الأغشية البلاستيكية السوداء للتربة بين ١٦٪، و ٩٥٪، وكانت الاستجابة الأكبر لاستعمال الغطاء في الزراعات المبكرة - التي ساد فيها الجو حرارة منخفضة - عما كانت في موعد الزراعة المناسب.

ويستدل من دراسات Shrivastava وآخرين (١٩٩٤) أن استعمال غطاء التربة البلاستيكي مع الري بالتنقيط أدى إلى زيادة محصول الطماطم بمقدار ٥٣٪، مع توفير مياه الري بنسبة ٤٤٪، وتقليل نمو الحشائش بنسبة ٩٥٪، مقارنة بعدم استعمال غطاء للتربة مع الري بالغمر.

وأوضحت الدراسات أن البوليثلين الشفاف يحفز النمو الجذرى بعد فترة قصيرة من الشتل، كما يؤدي الغطاء إلى زيادة عدد الأفرع الخضرية، وتبكير الإزهار، وتركيز العناصر الغذائية في النموات الخضرية.

وقد تباينت نتائج الدراسات التي استخدمت فيها ألوان مختلفة من الأغشية البلاستيكية للتربة، ووجد في إحداها (Decoteau وآخرون ١٩٨٩) أن استعمال الغطاء البلاستيكي الأحمر أعطى أعلى محصول مبكر، وأعلى محصول من الثمار الصالحة للتسويق، وجاء بعده مباشرة البلاستيك الأسود، وكان المحصول الناتج من المعاملتين أعلى بكثير مما في حال البلاستيك الأبيض أو البلاستيك الفضي اللون. وكان للون الغطاء تأثير على كل من حرارة التربة، وعلى انعكاس مختلف الموجات الضوئية منها؛ مما أثر على شدة الإضاءة حول النباتات، وكذلك نسبة الأشعة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء.

هذا.. وتلعب الأغشية البلاستيكية للتربة دوراً فعالاً في خفض معدلات الإصابات الحشرية؛ وبذا.. فهي تخفض - كذلك - معدلات الإصابة بالفيروسات التي تنقلها تلك الحشرات إلى الطماطم. ويحدث هذا التأثير إما من خلال إرباك الحشرة بسبب ما يعكسه الغطاء من ضوء، وإما بسبب جذب الغطاء للحشرة - بسبب لونه المميز لها - ثم موتها بفعل ملامستها للغطاء الساخن.

ومما يزيد من أهمية الأغشية البلاستيكية العاكسة للضوء في خفض معدلات الإصابة بالفيروسات التي ينقلها المن أن مكافحة المن الناقل للفيروسات بالمبيدات نادراً ما يمنع الإصابة بالفيروسات غير المتبقية nonpersistent، التي تكتسبها الحشرة بمجرد التغذية على نبات مصاب بالفيروس وتكون قادرة على نقله إلى نبات سليم على التو، وبمجرد تغذيتها عليه؛ لأنها تنتقل للتغذية على النباتات السليمة وتنقل الفيروس إليها قبل موتها. هذا.. إلا أن استعمال أغشية التربة العاكسة للضوء يفيد في خفض معدلات الإصابة بتلك الفيروسات.

ويستدل من دراسات Csizinszky وآخرين (١٩٩٥) أن أعداد حشرة المن التي تم اصطيادها من على نباتات الطماطم كانت أقل ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الألومنيومي اللون والأصفر، وأعلى ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الأزرق، كما وجدت أقل أعداد من التريبس عندما استعمل البلاستيك الألومنيومي اللون، وأقل أعداد من الذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر. وكان نقص أعداد الذبابة البيضاء مصاحباً بتأخير في ظهور أعراض الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم - الذي تنقله الذبابة البيضاء - وزيادة المحصول.

ويفيد استعمال البلاستيك الأصفر في تأخير وخفض شدة الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، لأن الذبابة تنجذب نحو اللون الأصفر، فتموت عند ملامستها للغشاء البلاستيكي الساخن. ويمكن أن يدوم هذا التأثير لمدة ١٠-١٢ يوماً بعد الشتل، أو لمدة ٣٠ يوماً بعد الزراعة بالبذور مباشرة، كما يعمل البلاستيك الأصفر على زيادة فاعلية المبيدات المستخدمة في مكافحة الذبابة البيضاء (عن Cohen & Melamed ١٩٧٨ Madjar).

هذا... ويفضل أن يتراوح سمك البلاستيك المستخدم في تغطية التربة من ٤٠-٥٠ ميكرونًا، وتستعمل للطماطم شرائح بعرض ١٢٠ سم، ويلزم عادة نحو ٢٥٠ كجم من البلاستيك للفدان.

يتعين إعداد الحقل بصورة جيدة، وإضافة الأسمدة اللازمة قبل تركيب البلاستيك. وفي حالة الري بالتنقيط لابد وأن تُمد أنابيب الري أولاً، ثم يوضع فوقها البلاستيك، بحيث يمر خرطوم الري طولياً في منتصف الشريحة. ويركب البلاستيك إما يدوياً، وإما بآلة تثبت خلف جرار، وتقوم بفتح خندقين صغيرين على جانبي شريحة البلاستيك، وتوضع فيهما حافظتا الشريحة، ثم يغطى عليها بالتراب لمسافة تتراوح من ١٥-٢٠ سم من كل جانب.

ويلى تثبيت البلاستيك عمل ثقوب بقطر ٧-٨ سم للزراعة، يفضل زيادتها إلى ١٠-١٢ سم فى الجو الشديد الحرارة. ويحسن فى هذه الحالة عمل الثقوب قبل الزراعة بيوم أو يومين، لكى تسمح بتسريب الهواء الساخن الذى يتجمع تحت الغطاء. تستعمل هذه الفتحات فى الشتل، أو فى زراعة البذور مباشرة من خلالها.

ولمزيد من التفاصيل حول استخدام الأغشية البلاستيكية للتربة، وكذلك استعمال أغشية من النباتات النامية living mulches.. يُراجع حسن (٢٠١٥).

كذلك أفاد تكرار التعقيم البيولوجى للتربة soil biosolarization فى مكافحة كل من الفطر *Pyrenochaeta lycopersici* - مسبب مرض الجذر الفلينى - والحشائش بصورة أفضل وأكثر انتظاماً من كل من معاملتى التشميس soil solarization والتعقيم بالميتام صوديوم. وقد أدت معاملة التعقيم البيولوجى للتربة فى رفع حرارتها لدرجة أعلى عما حدث فى معاملة التشميس (٤٣,٠-٤٤,٧ م° مقارنة ب ٤١,٤-٤٣,٣ م° - على التوالى - على عمق ١٠ سم)، وفى زيادة المحصول بنسبة تراوحت بين ١٢٪، و ٢٢٪ (Díaz - Hernández وآخرون ٢٠١٧).

مكافحة الحشائش والنيما تودا بالتعقيم اللاهوائى

يُفيد تعقيم التربة باستخدام مخلوط من مخلفات الدواجن المكمورة composted poultry litter (بمعدل ٢٢ طن للهكتار، أو حوالى ٩,٢ طن للفدان) والمولاس فى التخلص من الحشائش ونيما تودا تعقد الجذور مع المحافظة على محصول الطماطم أو حتى تحسينه وتحسين نوعية الثمار. أحدثت هذه المعاملة ظروفًا لا هوائية كانت هى المسؤلة عن عملية التعقيم (De Gioia وآخرون ٢٠١٦).

مكافحة الحشائش بالمبيدات

تتعدد كثيرًا توصيات مبيدات الحشائش التى يمكن استعمالها فى إنتاج الطماطم، وتتباين حسبما إذا كانت زراعة الطماطم بالشتل، أم بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم، ويمكن الرجوع إلى تفاصيل ذلك فى حسن (١٩٩٨).

ومن الأمثلة التجارية لمبيدات الحشائش الموصى بها، ما يلي :

المبيد	الأمثلة
باركوات Paraquat	أورثوباركوات Ortho Paraquat
جلايفوسيت Glyphosate	روند أب Roundup
بيبوليت Pepulate	تيلام Tillam
نابروباميد Napropamide	دفرينول Devrinol
دايفناميد Diphenamid	إينيد Enide، ودايميد Dymid
بنزوليد Bensulide	بريفار Prefar
متريوبيوزين Metribuzin	سكور Sencor، ولوكسون Loxone
ترفلورالين Trifluralin	ترفلان Treflan
كلورامبين Chloramben	أمبين Amiben
كلوربروفام Chlorpropham	فرلون Furlone
دى سى بى أى DCPA	داكتال Dacthal
ميتولاكلور Metolachlor	دوال Dual
إى بى تى سى EPTC	إبتام Eptam
فلوازيفوب - بيوتيل Fluazifop-butyl	فيوزيليد Fusilade

ويوصى بمكافحة الحشائش الحولية بالمعاملة بالمبيدات إما قبل الشتل باستخدام مبيد ستومب بمعدل ١,٧ لتر فى ٢٠٠ لتر ماء، وإما بعد الشتل بمدة ١٥-٢٠ يوم باستعمال مبيد سنكور بمعدل ٣٠٠ جم فى ٢٠٠ لتر ماء (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

هذا.. ويضر مبيد الحشائش الذى يشيع استخدامه - الجلايفوسيت glyphosate - كثيراً بنباتات الطماطم حتى ولو وصل إليها مع الهواء - من معاملات لحقول مجاورة - بمعدلات منخفضة تتراوح بين ٠,٢ و ٤٢ جم للفدان. وقد ازدادت الأضرار بزيادة معدل التلوث بالمبيد، والتي ظهرت على النموات الخضرية، وفي صورة انخفاض فى أعداد الأزهار

والثمار بالنبات، وازدادت حدة تلك الأعراض — خاصة — عندما وصل رذاذ المبيد للحقل قبل تفتح أزهار العنقود الأول مباشرة أو أثناء تفتحها. وقد استمر تساقط أزهار النباتات — التي عوملت بمعدل ٢٥-٤٢ جم للفدان — لعدة أسابيع بعد المعاملة (Girleath وآخرون ٢٠٠١).

التعفير بالكبريت (الكبرتة)

لعملية تعفير النموات الخضرية بالكبريت (عملية الكبرتة) أهميتها فى الوقاية من عديد من الأمراض والآفات، وفى تبكير تفتح الثمار، وانتظام تلويثها، فضلاً عن كونه عنصر مغذٍ للنباتات. كما أن التعفير بطبقة رقيقة من الكبريت على سطح المصاطب قبل افتراش النباتات لها يفيد فى وقاية عروش النباتات الملامسة لها من الإصابة بعدديد من الأمراض ووقاية الثمار من الإصابة بالأعفان. وفى فصل الشتاء يُفيد التعفير فى وقاية النباتات — إلى حد ما — من أضرار البرودة.

يكون التعفير بعد نحو ٢٥ يوماً من الشتل، ويستمر كل حوالى ١٠ أيام حتى بداية الحصاد، وذلك بمعدل ١٠-١٥ كجم للفدان كل مرة، تزيد إلى ٢٥ كجم فى حالة الهجن قوية النمو، وذلك باستخدام عقارة أو عدد من طبقات الشاش، مع تجنب استخدام الخيش لهذا الغرض.

يجب أن تمر فترة يومين على الأقل بعد أى عملية رش للنموات الخضرية قبل التعفير بالكبريت. ويُعاد التعفير بعد هطول المطر. ولا يجب إجراء عملية التعفير عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة فى شهرى يوليو وأغسطس، وخاصة إذا وُجدت بالنباتات ثماراً فى بداية طور النضج (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

التقليم والحد من النمو الطولى

سبقت مناقشة كيفية إزالة النموات الجانبية للنباتات المرباة رأسياً، وهى العملية التى تعرف باسم "السرطنة"، والتى تعتبر إحدى صورة التقليم، كما يجرى التقليم على نباتات الحقول المزروعة بالبذور مباشرة، والمعدة للحصاد الآلى. ولكنه تقليم من نوع آخر يسمى clipping وقد يكون طرفياً أو جانبياً.

١- التقليم الطرفى Topping:

يجرى التقليم الطرفى عندما تحدث أضرار من جراء التعرض لدرجات الحرارة المنخفضة، أو عندما يكون النمو غير متجانس، حيث تقلم النباتات عند ارتفاع ٨-١٠ سم، ثم يروى الحقل بعد ذلك مباشرة لتشجيع النمو السريع. ويجب إجراء هذه العملية قبل ظهور العنقود الزهرى الأول، لأن تأخيرها عن ذلك يقلل المحصول بشدة. ويؤدى التقليم القمى إلى تأخير الحصاد بنحو ٧-١٤ يوماً حسب العمر الفسيولوجى للنباتات وقت تقليمها.

٢- التقليم الجانبى Side Trimming:

تقلم النموات المتأخرة لمنع النباتات من الانتشار الجانبى، والنمو فى قنوات الري، وبذلك يمكن تسهيل انسياب الماء فى القنوات، وتقليل عفن الثمار، وزيادة كفاءة عملية الحصاد الآلى. وتتم عمليتا التقليم باستعمال آلات خاصة لهذا الغرض.

وقد أدت معاملة شتلات الطماطم باليوني كوناзол uniconazole بتركيز ٢,٥ جزء فى المليون إلى تقليل النمو النباتى بمقدار ١٧٪، واستمر تأثير المعاملة لمدة ١٣ يوماً. كما أدت معاملة النباتات بتركيزات ٥، ٨، و ١٠ أجزاء فى المليون من اليوني كوناзол إلى تقليل ارتفاع النباتات دون التأثير على محصول الثمار، سواء أكانت النباتات محدودة، أم غير محدودة النمو (Villavicencio وآخرون ٢٠١٥).

الري

يختلف النظام المتبع فى ري حقول الطماطم حسب طبيعة التربة، والظروف الجوية، والصنف المزروع؛ فمن البديهي أن الفترة بين الريات تقل كثيراً فى الأراضى الرملية والخفيفة، عما فى الأراضى الثقيلة، كما يزداد عدد مرات الري فى الجو الحار الجاف عنه فى الجو المعدل، أو البارد الرطب. وكقاعدة عامة.. يفضل الري الخفيف على فترات متقاربة فى الجو الحار وفى الأراضى الخفيفة، بينما يفضل الري الغزير

على فترات متباعدة فى الجو المعتدل، والبارد، وفى الأراضى الثقيلة؛ لذا.. يفضل إتباع نظام الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية، ونظام الرى السطحى فى الأراضى الطينية بأنواعها، كما يختلف نظام الرى بصورة جوهرية فى الأصناف التقليدية ذات النمو الخضرى الممتد، والتي تستمر فى إزهارها وإثمارها لفترة طويلة، عنه فى الأصناف الحديثة ذات النمو الخضرى المدمج Compact، والتي تعطى معظم أزهارها وثمارها خلال فترة زمنية قصيرة.

وكقاعدة عامة.. يفضل رى حقول الطماطم — أياً كانت طبيعة التربة — كلما استنفدت نحو ٥٠٪ من الرطوبة التي يمكن للنباتات امتصاصها فى منطقة نمو الجذور، مع جعل كمية ماء الرى كافية لتوصيل الرطوبة إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة. إلا أنه يجب عدم الإفراط فى الرى؛ لأن لذلك عدة مساوئ، هي:

١- نقص تهوية التربة، واختناق الجذور، وضعف نمو النباتات، واصفرار لونها، ونقص المحصول.

٢- زيادة شدة الإصابة بأمراض أعفان الجذور.

٣- فقد معظم الأسمدة بالرشح.

٤- تأخير النضج، ونقص نسبة الثمار ذات اللون الجيد، ونقص محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، وزيادة تعرضها للإصابة بالتشققات.

وفى المقابل.. فإن توفير الرطوبة الأرضية للنباتات بصورة دائمة — دونما إفراط — يؤدي إلى تكوين نمو خضرى قوى قبل الإزهار؛ الأمر الذى يُسهم فى زيادة أعداد الأزهار التى يحملها النبات، خاصة فى الأصناف الحديثة ذات النمو الخضرى المدمج التى تعطى معظم أزهارها مرة واحدة بعد نحو شهر ونصف الشهر من الشتل. ويفيد النمو الخضرى القوى قبل الإزهار — فى هذه الأصناف — فى استكمال النمو الطبيعى للثمار العاقدة عليها، وقد تزيد قليلاً فى الحجم عن حجمها الطبيعى، عند استمرار انتظام توفر الرطوبة الأرضية.

أما عدم الانتظام فى الري فإنه يزيد من الإصابة بتشققات الثمار، ويؤدى إلى نقص المحصول بسبب توقف النمو خلال الفترات التى يحدث فيها نقص فى الرطوبة الأرضية. وأخيراً .. فإن النقص الدائم للرطوبة الأرضية.. يضعف النمو الخضرى، والإزهار، والإثمار، وتكون الثمار العاقدة صغيرة الحجم، تزيد فيها الإصابة بتعفن الطرف الزهرى. وفى المقابل يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى التبكير فى النضج، وتحسين تلوين الثمار، وزيادة محتواها من المواد الصلبة الذائبة. وقد اقترح - بناء على نتائج دراسات أجريت فى كاليفورنيا - تقليل مياه الري بغرض زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى طماطم التصنيع.

هذا .. ويؤدى الشدّ الرطوبى إلى ضعف استطالة الساق وضعف اتساع الخلايا فى ساق الطماطم، ويُعتقد أن ذلك التأثير لنقص الرطوبة الأرضية يُنظم من خلال حدوث تغيرات فى أيض حامض الجبريلك (Litvin وآخرون ٢٠١٦).

وقد درس Wright وآخرون (١٩٦٢) تأثير الرطوبة الأرضية على كمية ونوعية محصول الطماطم الخاص بالتصنيع، ووجدوا أن الري الزائد أدى إلى نقص المحصول، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، ونسبة المواد الصلبة الذائبة، وتأخير النضج، بينما أدى الجفاف الشديد إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، وإسراع النضج، إلا أن ذلك أدى إلى نقص المحصول أيضاً. وتبين هذه الدراسة أهمية الاعتدال فى ري الطماطم.

هذا.. ويختلف تأثير نقص الرطوبة الأرضية باختلاف مرحلة النمو النباتى التى يحدث عندها الشدّ الرطوبى؛ فيؤدى حدوثه فى مرحلة النمو الخضرى إلى ضعف النمو، ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية أثناء مرحلة الإزهار إلى انخفاض نسبة عقد الثمار، بينما يؤدى الشدّ الرطوبى خلال مرحلة الإثمار إلى نقص المحصول (Rao & Padma ١٩٩١).

وعموماً .. فإن محصول الطماطم ينخفض تدريجياً بتقليل عدد الريات - ومن ثم تقليل كمية مياه الري المضافة - أو بزيادة الشد الرطوبي الذي يجرى عنده الري. ووجد Adams (١٩٩٠) أن النقص في المحصول الذي لوحظ عند نقص الرطوبة الأرضية كان مرده - أساساً - إلى نقص في حجم الثمار وليس في عددها. ولكن ذلك كان مُصاحباً بزيادة في محتوى الثمار من المادة الجافة، والسكريات، والأحماض، والبوتاسيوم.

وقد حصل Perniola وآخرون (١٩٩٤) على أعلى محصول من الطماطم في ثلاثة من أصناف الاستهلاك الطازج عندما تم تعويض كل الماء المفقود بالتبخر السطحي والنتح *evapotranspiration* - معاً - بالري، إلا أن تعويض ٥٠٪ فقط من الماء المفقود، بالتبخر السطحي والنتح كان مُصاحباً بأعلى كفاءة استخدام لمياه الري. وتبعاً لـ Rodriguez وآخرون (١٩٩٤) .. حُصِلَ على أفضل نوعية من ثمار طماطم التصنيع (أعلى نسبة من المواد الصلبة الذائبة الكلية، والصلابة، والحموضة المعايرة، والسكريات المختزلة) عندما تم تعويض ٥٠٪ فقط من الماء المفقود بالتبخر السطحي والنتح بالري، مقارنة بالتعويض بنسبة ٩٠٪ أو ١٣٠٪.

وعندما كان الري بطريقة التنقيط .. وجد Sanders وآخرون (١٩٨٩) أن زيادة معدلات الري أدت إلى زيادة المحصول، وإلى نقص كل من المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية، بينما انخفض الـ pH (وهو أمر مرغوب فيه في طماطم التصنيع)، وتحسّن كل من لون الثمار، وحجمها، وحموضتها المعايرة، وازداد محصول المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية/هكتار. وقد تساوى الري بالتنقيط عندما أُجرى كلما استُنْفِدَ ٧٠٪ من الماء المفقود بالتبخر السطحي والنتح - مع إيقافه قبل الحصاد بسبعة أيام - تساوى مع الري بالغمر. هذا مع العلم بأن كفاءة استخدام مياه الري بالتنقيط لم تختلف معنوياً بين معاملات الري التي اختبرت في هذه الدراسة، والتي كانت كلما استنفد ٣٥٪، أو ٧٠٪، أو ١٠٥٪ من الماء المفقود بالتبخر السطحي والنتح.

وبناء على ما تقدم بيانه، فإنه يتعين تنظيم رى حقول الطماطم بحيث ينخفض محتوى التربة من الرطوبة إلى ٧٠٪-٨٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية قبل الري التالية، علماً بأن أى انخفاض فى الرطوبة الأرضية عن تلك الحدود يترتب عليه نقص فى النمو النباتى والمحصول، وقد تُصاب الثمار بتعفن الطرف الزهرى. ولكن مع بدء نضج أولى الثمار بالنبات يتعين خفض معدل الري عن تلك الحدود؛ لأن النباتات لا تكون فى حاجة إلى معدلات الري العالية من جهة، ولكى لا ينخفض محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية من جهة أخرى. وتجب دائماً الموازنة بين محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة واحتمالات نقص المحصول إذا انخفض معدل الري عما ينبغى.

يجب أن يتم هذا التنظيم لخفض معدلات الري عندما تكون غالبية الثمار مازالت خضراء مكتملة التكوين؛ لأن الثمار فى هذا الطور تكون أكثر استجابة لخفض معدل الري. أما الثمار التى تكون قد وصلت إلى ٣٠٪ تلوين فإن محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية لا يتأثر بمعدلات الري.

ونظراً لأن نضج الثمار يبدأ - عادة - قبل حصاد معظم الحقل بنحو ٦ أسابيع؛ لذا.. يوصى ببدء خفض معدلات الري قبل الموعد المتوقع للحصاد بنحو شهر، وربما قبل ذلك قليلاً فى الأراضى السوداء.

وبينما لا يتأثر محتوى الثمار الملونة من المواد الصلبة الذائبة بخفض معدل الري، فإنه يتعين الاهتمام بمعدل الري حتى الحصاد (آلياً) للمحافظة على الغطاء النباتى، وعلى سطح التربة جافاً حتى لا تتعفن الثمار التى تلامسه، وأن تكون رطوبة التربة عند الحصاد عند ٥٠٪ من السعة الحقلية حتى لا يحدث انضغاط للتربة عند مرور الآليات عليها (Hartz & Hanson ٢٠٠٠).

ويراعى عند إنتاج طماطم التصنيع التى تُحصد آلياً وقف الري قبل الحصاد بنحو ٢-٤ أسابيع حسب طبيعة التربة والظروف الجوية؛ بهدف زيادة محتوى الثمار من

المواد الصلبة الذائبة، ولتسهيل عملية الحصاد، ولتقليل انضغاط التربة عند مرور آلات الحصاد عليها (Hartz & Miyao ١٩٩٧، وHartz وآخرون ٢٠٠٦).

ولكن إلى جانب تلك التأثيرات الإيجابية لوقف الري قبل الحصاد بفترة، فإن تلك المعاملة تؤدي — كذلك — إلى نقص محصول الثمار الحمراء عند الحصاد، ويتوقف مدى النقص في المحصول — وكذلك مدى الزيادة في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة — على مدى التبكير في وقف الري، علمًا بأن تلك التأثيرات تتباين باختلاف الأصناف (Lowengart - Aycicegi وآخرون ١٩٩٩).

وتبعًا لـ May & Gonzales (١٩٩٧) فإن خفض معدل الري إلى ٧٥٪ من النتج التبخرى للمحصول ($ET_c 75\%$) ابتداءً من قبل الحصاد بستين يومًا في تربة صفراء طميية أحدث زيادة معنوية في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، مع حدوث أقل نقص في المحصول، وذلك مقارنة بخفض معدل الري إلى ٥٠٪ أو ٢٥٪ من النتج التبخرى ابتداءً من قبل الحصاد بستين يومًا. أما خفض معدل الري ابتداءً من قبل الحصاد بأربعين يومًا فلم يكن مؤثرًا. وعلى الرغم من أن الخفض الشديد لمعدلات الري عن ٧٥٪ أدى إلى زيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ٦٪، فإنه أحدث — كذلك — نقصًا في المحصول وصل إلى ١٢ طنًا للفدان. وما لم تكن المحاسبة لسعر توريد المحصول للمصانع على أساس نسبة المواد الصلبة الذائبة، فإنه من الأفضل للمزارع إعطاء الطماطم احتياجاتها الكاملة من ماء الري حتى قبل الحصاد بعشرة أيام فقط.

وجدير بالذكر أن الري في الصباح الباكر يؤدي إلى زيادة المحصول الكلي والمحصول الصالح للتسويق ومتوسط وزن الثمرة، مقارنة بالري بعد الظهر (Hanna وآخرون ١٩٩٦).

وفي دراسة أخرى وجد أن خفض معدلات الري — إلى مستوى تعويض ٥٠٪ فقط من النتج التبخرى لم يؤثر — جوهريًا — على المحصول أو الكتلة البيولوجية الكلية في

الطماطم، بينما أدى ذلك إلى التوفير في ماء الري، وزيادة كفاءة استخدامه، وتقليل أعفان الثمار، والمحافظة على جودتها عالية بزيادة محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية (Patane وآخرون ٢٠١١).

كذلك وجد أن خفض معدل الري إلى ٥٠٪ من النتح التبخرى أدى إلى زيادة محتوى ثمار الطماطم من الأحماض العضوية والنشاط المضاد للأكسدة عما في معاملة الري الكافي. وأحدثت المعاملة بالكاولين تأثيراً أكبر على كفاءة استخدام الماء عن معاملات معدل الري (Djurovic وآخرون ٢٠١٦).

نظام الري في الأراضي الثقيلة

أولاً: الأصناف التقليدية

في الأراضي الثقيلة - التي يتبع فيها غالباً نظام الري بالغمر - تروى الأصناف التقليدية من الطماطم مرة بعد الشتل بنحو ٢-٧ أيام حسب درجة الحرارة السائدة، وتسمى هذه الريّة باسم ريّة "التجرية"، وتكون خفيفة، تهدف إلى تسهيل امتصاص الشتلات للماء قبل أن تتكون جذورها الجديدة. وتكون الريّة التالية عند إجراء عملية الترقيع، ثم يترك الحقل دون ري لفترة تصل إلى ٢-٣ أسابيع حسب درجة الحرارة السائدة، ويطلق على هذه الفترة اسم فترة "التصويم"، والتي تهدف إلى تشجيع النباتات على تكوين مجموع جذرى متعمق في التربة. وتروى النباتات بعد ذلك كل ١٠-٢٠ يوماً حسب درجة الحرارة السائدة، حيث تقصر الفترة في الجو الحار.

ثانياً: الأصناف الحديثة ذات النمو الخضري المندمج

تعطى الأصناف الحديثة ذات النمو الخضري المندمج - مثل كاسل روك، وبيتو ٨٦ - معظم أزهارها وثمارها خلال فترة زمنية وجيزة؛ لذا.. فإنها لا تعامل بمعاملة التصويم، ولا تتأخر معها الفترة بين الريات عند إتباع طريقة الري بالغمر عن ٦-٧ أيام في الجو الحار في الأراضي الثقيلة، لأن هذه الأصناف تُعطى معظم أزهارها بعد نحو

شهر من الشتل. ويؤدي نقص الرطوبة الأرضية خلال تلك الفترة إلى ضعف النمو الخضري قبل الإزهار؛ مما يؤدي إلى نقص عدد الأزهار والثمار، ونقص المحصول. كما يجب أن يكون ريهها بطيئاً؛ حتى تتشبع التربة جيداً بالماء، وأن تتم الريّة التالية قبل أن تجف التربة أو تتشقق الطبقة السطحية، كذلك يجب إيقاف الري قبل الحصاد بفترة يتوقف طولها على طريقة الحصاد، ودرجة الحرارة السائدة، ففي حالة الحصاد الآلي مثلاً لا بد من إيقاف الري قبل الحصاد بنحو ٢٠-٤٠ يوماً في الجو المعتدل، حيث تكون الجذور متعمقة كثيراً في التربة. أما في حالة إجراء الحصاد يدوياً، فيتم قطف هذه الأصناف من ٢-٤ مرات عادة، ويلزم إيقاف الري قبل الموعد المتوقع للقطعة الأخيرة بالفترة المشار إليها آنفاً.

ويستدل من دراسات May & Gonzalez (١٩٩٤) في هذا الشأن أن إيقاف الري قبل الحصاد بستين يوماً أحدث نقصاً معنوياً في كل من المحصول الكلي ومحتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، مقارنة بإيقاف الري قبل الحصاد ب ٢٠ أو ٤٠ يوماً.

نظام الري في الأراضي الرملية

يعتبر الري بالتنقيط أنسب نظام لري الطماطم في الأراضي الرملية، ولكن يمكن ري الطماطم أيضاً بطريقة الغمر متى توفرت مياه الري، وكان الري بهذه الطريقة اقتصادياً ومسموحاً به. كذلك يمكن اتباع نظام الري بالرش مع الطماطم، ولكن يعيبه زيادته لاحتمالات الإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية وتشققات الثمار، علماً بأن هذه العيوب تقل كثيراً أو تنعدم في المناطق والمواسم التي تنخفض فيها الرطوبة النسبية. ويستدل من الملاحظة والدراسات المنشورة (Sanders وآخرون ١٩٨٩) أن محصول الطماطم يكون أعلى عندما يكون الري بالتنقيط منه في أي من طريقتي الري بالغمر، أو بالرش.

ويحتاج تنظيم ري حقول الطماطم إلى مراقبة دقيقة للحقل، ومرحلة النمو النباتي، والظروف البيئية السائدة.

ومن القواعد العامة التي يمكن الاسترشاد بها في هذا الشأن ما يلي :

١- في حالة اتباع نظام الري بالغمر :

يجرى الشتل في وجود الماء، ويعاد الري بعد يوم، ويومين في الجو الحار، وبعد يومين، وأربعة أيام في الجو المعتدل والبارد، أما بعد ذلك فيتراوح معدل الري من مرتين أو ثلاث مرات أسبوعياً في الجو الحار صيفاً إلى مرة واحدة أسبوعياً في الجو البارد شتاء.

٢- في حالة اتباع نظام الري بالرش :

يجرى الشتل في وجود رطوبة مناسبة بالتربة، ويُعاد الري بعد الشتل مباشرة، وفي اليوم التالي، ثم كل يومين في الجو الحار صيفاً إلى مرة كل ٥-٧ أيام في الجو البارد شتاء.

٣- في حالة اتباع نظام الري بالتنقيط :

يتم تشغيل شبكة الري قبل الشتل، وأثناءه، وبعده، ثم يروى الحقل مرتين (صباحاً ومساءً) في اليوم التالي للشتل. أما بعد ذلك .. فيتراوح معدل الري من مرة أو مرتين يومياً في الجو الحار إلى مرة كل يومين في الجو البارد. ويفضل أن تكون الريّة الرئيسية - التي تضاف معها الأسمدة - في الصباح الباكر، بينما تعطى الريّة الثانية في المساء.

يتراوح معدل الري عادة من ٢٠-٢٥ م^٢ يومياً في الجو الحار، إلى نحو نصف هذه الكمية في الجو البارد. ويعطى الحد الأدنى لكمية ماء الري في وجود الأغذية البلاستيكية للتربة، وعند الزراعة تحت الأنفاق المنخفضة. ويفضل أن يكون توزيع مياه الري بين ريتي الصباح والمساء بنسبة ٢-٢,٥ : ١ على التوالي، على ألا تزيد مدة ريّة الصباح على ساعة ونصف الساعة؛ حتى لا تغسل الأسمدة المضافة بعيداً عن منطقة نمو الجذور.

ويستدل من عديد من الدراسات التى أجريت على رى الطماطم زيادة المحصول بنسبة عالية عند إجراء الرى بطريقة التنقيط: وقد تراوحت هذه الزيادة بين ٢٢٪ (Bogle وآخرون ١٩٨٩)، و ٧٠٪، وارتفعت الزيادة إلى ١٢٣٪ عندما صاحبها استعمال غطاء بلاستيكي، للتربة (Bhella ١٩٨٨).

وتجدر الإشارة إلى أن معظم الجذور توجد فى حالة الرى بالتنقيط قريباً من النقاطات، مع نمو نحو ٨٨٪-٩٦٪ من المجموع الجذرى فى الأربعين سنتيمتراً السطحية من التربة، بينما لا يتواجد سوى نحو ١٢٪-٢١٪ من الطول الكلى للمجموع الجذرى على مسافة تزيد عن ٥٠سم - أفقياً من ساق النبات (Oliveira وآخرون ١٩٩٦).

وقد تبين أن خفض معدل الرى - بالتنقيط - بمقدار ٣٠٪ مما يلزم لمعادلة النتج التبخرى يؤدي إلى نقص المحصول بنسبة حوالى ٣٥٪، مع حدوث نقص واضح فى نسبة الثمار الكبيرة الحجم، وزيادة فى نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى للثمرة بمقدار خمسة أضعاف، وفى الإصابة بالندوة المبكرة بنسبة ٥٠٪، وذلك مقارنة برى النباتات بما يعادل احتياجات النتج التبخرى (Obreza وآخرون ١٩٩٦).

ويستدل من عديد من الدراسات على أصناف طماطم التصنيع أن الرى الزائد يؤدي إلى نقص المحصول، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، ونسبة المواد الصلبة الذائبة، وتأخير النضج، بينما يؤدي الجفاف الشديد إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة، ونسبة الثمار ذات اللون الجيد، وإسراع النضج، إلا أن ذلك يؤدي إلى نقص المحصول أيضاً.

وتكون العلاقة طردية بين الكمية الإجمالية للماء التى تُفقد بالنتج والتنفس معاً evapotranspiration - أو معدل الرى - وبين المحصول الكلى. وتظهر نفس العلاقة فى أصناف طماطم الاستهلاك الطازج؛ فينخفض المحصول - تدريجياً - بتقليل عدد الريات، وتأخير الرى.

هذا.. ويختلف تأثير نقص الرطوبة الأرضية باختلاف مرحلة النمو النباتي التي يحدث عندها الشد الرطوبي؛ فيؤدى حدوثه فى مرحلة النمو الخضرى إلى ضعف النمو، ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية أثناء مرحلة الإزهار إلى انخفاض نسبة عقد الثمار، بينما يؤدى الشد الرطوبي خلال مرحلة الإثمار إلى نقص المحصول (Rao & Padma ١٩٩١).

وقد وجد Adams (١٩٩٠) أن النقص فى المحصول الذى لوحظ عند نقص الرطوبة الأرضية كان مرده - أساساً - إلى نقص فى حجم الثمار وليس فى عددها. ولكن ذلك كان مُصاحباً بزيادة فى محتوى الثمار من المادة الجافة، والسكريات، والأحماض، والبوتاسيوم.

وعندما كان الرى بطريقة التنقيط.. وجد Sanders وآخرون (١٩٨٩) أن زيادة معدلات الرى أدت إلى زيادة المحصول، وإلى نقص كل من المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية، بينما انخفض الـ pH (وهو أمر مرغوب فيه فى طماطم التصنيع)، وتحسّن كل من لون الثمار، وحجمها، وحموضتها المعاييرة، وازداد محصول المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية من الغدان.

هذا.. وعند إجراء الرى بالتنقيط تتوزع جذور الطماطم بنسبة ٨٨٪-٩٦٪ فى الأربعين سنتيمتراً السطحية من التربة، ويقل انتشارها سريعاً بعد ذلك العمق. وتتواجد معظم الجذور فى منطقة التنقيط قريباً من جذع النبات. وعندما كانت خطوط الزراعة على مسافة ١,٥ م من بعضها البعض كان ٧٩٪-٨٨٪ من النمو الجذرى فى دائرة نصف قطرها ٥٠ سم من قاعدة النبات (Oliveira وآخرون ١٩٩٦).

التسميد

تعتبر الطماطم من محاصيل الخضر المجهدة للتربة، والتى تستجيب للتسميد بصورة جيدة، ولكن تختلف الأصناف فى مدى استجابتها بحسب قدرتها الإنتاجية؛ فالهجن

الحديثة عالية الإنتاجية تكون أكثر استجابة للمستويات العالية من التسميد — التى تحتاج إليها إعطاء أعلى محصول ممكن — وذلك مقارنة بالأصناف القديمة قليلة الإنتاجية.

العناصر السمادية الأولية

النيتروجين

يؤدى نقص النيتروجين إلى تقزم النمو، وصغر مساحة الأوراق، التى تصبح متصلبة stiff، وتكتسب لوناً أخضراً باهتاً مشوباً بالصفرة. أما الأوراق الكبيرة فإنها تصبح صفراء اللون، وتكتسب عروقها لوناً وردياً، وتموت مبكراً. كذلك يؤدى نقص العنصر إلى اصفرار البراعم الزهرية وسقوطها.

يضاف عنصر النيتروجين على دفعات طوال مراحل النمو النباتى. ومن الضرورى أن يتوفر جزء كبير منه بالقرب من جذور النباتات خلال المرحلة الأولى من النمو، والتى يكون النمو الجذرى فيها محدوداً، بينما تكون النباتات بحاجة للآزوت ليكون نموها الخضرى قوياً منذ البداية. وتستمر إضافة النيتروجين أثناء الإزهار، والعقد، ونمو الثمار حتى يصل قطر الثمار الأولى بالعنقود الأول لنحو ٢-٣ سم. وعندها يجب إيقاف التسميد الآزوتى فى أصناف التصنيع الحديثة، بينما يستمر بالنسبة للأصناف التقليدية التى يستمر نموها الخضرى وإزهارها وإثمارها لفترة طويلة تمتد إلى بداية الحصاد. وفى حالة الزراعة فى الأراضى الرملية، فإنه ينصح باستمرار التسميد الآزوتى — بكميات صغيرة وعلى عدد أكبر من الدفعات — حتى منتصف موسم الحصاد.

ومن بين أسباب ضعف معدل نمو النباتات فى المستويات المنخفضة من النيتروجين أن نقص النيتروجين فى النبات يعنى انخفاض مستوى الإضاءة الذى يلزم للتشبع الضوئى، وانخفاض درجة توصيل الثغور؛ الأمر الذى يترتب عليه انخفاض شديد فى معدل البناء الضوئى، مع زيادة فى محتوى الأوراق من النشا، وفى نسبة النشا: السكرز فيها (Guidi وآخرون ١٩٩٨).

هذا.. وتُضار نباتات الطماطم بالتسميد النتراتى الغزير، وبالتسميد الأمونيومى غير المتوازن مع التسميد النترتى؛ حيث تزداد حالات إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى. ومن الضرورى عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى أياً كانت صورته المستعملة. وقد وجد أن الطماطم نادراً ما تستجيب لزيادة معدل التسميد الآزوتى عن ١٧٠-٢٠٠ كجم للهكتار (٧٠-٨٥ كجم للفدان).

ووجد أن النسبة المناسبة من النترات إلى الأمونيوم عند إجراء التسميد فى مشاتل الطماطم هى ٧٥ : ٢٥ فى حالة النباتات غير المعرضة لظروف الشد، و ٥٠ : ٥٠ فى حالة النباتات المعرضة لشد البرودة (Liu وآخرون ٢٠١٧).

هذا.. ولا يوصى برش نباتات الطماطم بكبريتات الأمونيوم بأى تركيز (مرة أو مرتان أسبوعياً) لأن تلك المعاملة تحد من النمو النباتى، وتقلل المحصول ومحتوى الثمار من فيتامين ج، وإن كانت تؤدى إلى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل (Dehnavard وآخرون ٢٠١٧).

ويتبين من الدراسة الكلاسيكية لكل من Kraus & Kraybill بخصوص تأثير التسميد الآزوتى والرطوبة الأرضية على النمو الخضرى والزهرى والثمارى للطماطم - التى نُشرت عام ١٩١٨ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) ما يلى:

١- عند توفر النيتروجين بكميات كبيرة فى ظروف تسمح بالبناء الضوئى الجيد، فإن النباتات تكون قوية النمو الخضرى، وغير مثمرة، كما تتميز بارتفاع محتواها من الرطوبة، والنيتروجين الكلى، والنيتروجين النتراتى، وتكون منخفضة فى محتواها من المادة الجافة، والسكر، والسكريات عديدة التسكر.

٢- عندما تنمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة، ثم تتعرض بعد ذلك لمستويات معتدلة من العنصر، فإنها تكون أقل فى نموها الخضرى ومثمرة.

٣- عندما تنمو النباتات فى بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة، ثم تتعرض بعد ذلك

لمستويات منخفضة جداً من العنصر، فإنها تكون ضعيفة جداً في النمو الخضرى ومثمرة، لكنها تكون أقل محصولاً من نباتات المجموعة الثانية.

٤- عند نمو النباتات في بيئة يتوفر فيها الآزوت بكثرة وتتوفر فيها الرطوبة الأرضية، ثم تتعرض لنقص في الرطوبة يصل إلى مستوى قريب من نقطة الذبول، فإن نموها الخضرى يقل.

٥- تؤدي زيادة الآزوت الميسر، وخاصة الآزوت النتراتي - أيًا كانت الظروف البيئية الأخرى - إلى زيادة محتوى النباتات من الرطوبة، ونقص محتواها من السكر، والسكريات عديدة التسكر، والمادة الجافة.

٦- لا تثمر النباتات عند زيادة محتواها من النيتروجين، أو من المواد الكربوهيدراتية، وإنما عندما يصل محتواها منها - أي من النيتروجين والمواد الكربوهيدراتية - إلى حالة توازن.

٧- هناك علاقة موجبة بين محتوى النباتات من الرطوبة، ومحتواها من النيتروجين.

٨- لا ترجع كل حالات عدم الإثمار إلى سوء التلقيح والإخصاب، فقد تسقط الأزهار بعد فترة وجيزة من التلقيح في النباتات ذات النمو الخضرى الغزير، وقد تبقى متصلة بالساق لعدة أيام دون نمو في حالات النمو الخضرى الضعيف.

٩- يؤدي نقص الرطوبة الأرضية كثيراً مع توفر الآزوت إلى ظهور نفس حالة عدم الإثمار، وزيادة مخزون المواد الكربوهيدراتية كما لو كانت النباتات نامية في بيئة فقيرة في الآزوت.

ولقد دُرِس تأثير تطعيم الطماطم Moneymaker على الأصل Maxifort (وهو هجين نوعي: *S. lycopersicum* × *S. habrochaites*)، و pH المحلول المغذى (٣,٥، ٤,٥، ٥,٥، ٦,٥، ٧,٥)، ونسبة النترات NO_3^- إلى الأمونيوم NH_4^+ (١٠٠ : صفر، و ٧٠ : ٣٠، و ٣٠ : ٧٠، و صفر : ١٠٠) على النمو والمحصول والجودة. لم يكن لـ pH المحلول المغذى

تأثير جوهري على النمو الخضري، لكن وجد أن الوزن الجاف للنمو الخضري ومحتوى الكالسيوم والمغنيسيوم انخفضت بشدة عندما استعمل النيتروجين الأمونيومي - فقط - كمصدر للآزوت - وكانت أعلى تركيزات للكالسيوم والحديد والزنك والنحاس في النباتات المطعومة مقارنة بالتركيزات في النباتات غير المطعومة. وقد انخفض النمو النباتي والمحصول استجابة للزيادة في الأمونيوم في المحلول المغذي. وكان النقص في المحصول الصالح للتسويق مع انخفاض نسبة النترات إلى الأمونيوم في المحلول المغذي مرده إلى زيادة في حالات الإصابة بتعفن الطرف الزهري. وكان التأثير السلبي لزيادة نسبة الأمونيوم مصاحباً بانخفاض في محتوى الأنسجة النباتية من كل من الكالسيوم والمغنيسيوم. هذا.. ولم يكن تطعيم الطماطم على الأصل Maxifort فعالاً في التخلص من التأثير السلبي للتغذية بالأمونيوم على محصول الثمار (Borgognone وآخرون ٢٠١٣).

الفوسفور

من أهم أعراض نقص الفوسفور اكتساب الأوراق لوناً أخضراً قاتماً أو قرمزيًا، وتكون السيقان رفيعة ومتقزمة ومتليفة، بينما تكتسب الجذور لوناً بنيًا ويقل تفرعها، كذلك تكون الأوراق كبيرة العمر صغيرة الحجم ووريقاتها ملتفة إلى أسفل. ومع استمرار نقص العنصر تكتسب هذه الأوراق لوناً قرمزيًا، وتظهر بها مساحات ميتة، وتصبح صفراء وعروقها قرمزية اللون، وتموت مبكرة. كذلك يتأخر عقد الثمار ونضجها.

ويؤدي تيسر الفوسفور للنبات في بداية حياته إلى التبكير في النضج، وزيادة المحصول، خاصة عندما يكون الجو باردًا، وذلك لأن امتصاص الفوسفور يقل كثيرًا في درجات الحرارة الأقل من ١٣°م، ويؤدي توفره بالقرب من جذور النباتات الصغيرة إلى زيادة الكمية الممتصة منه (Wilcox وآخرون ١٩٦٢)؛ لذا.. يضاف الفوسفور للشتلات بوفرة في صورة أسمدة بادئة عند الشتل، كما يضاف في صورة حزام ضيق تحت البذور بنحو ٥ سم عند الزراعة بالبذور مباشرة، خاصة في الجو البارد.

هذا.. ويفيد التفاوت في درجات الحرارة بين الليل والنهار في تمكين النبات من الاستفادة من الفوسفور المضاف بدرجة أكبر عند ارتفاع درجة الحرارة نهاراً؛ ولهذا يوصى دائماً بزيادة التسميد بالفوسفور عندما يسود الجو طقس بارد.

وقد وجد Sobulø وآخرون (١٩٧٨) أنه في حرارة ١٠°م كانت إضافة الفوسفور بطريقة السرّ في خنادق banding أفضل من إضافته بطريقة النثر broadcasting، بينما لم يكن هناك فرق بين الطريقتين في حرارة ٢٧°م، ولكن طريقة السرّ كانت أفضل في الأراضي ذات القدرة الكبيرة على تثبيت الفوسفور.

والعلاقة طردية بين محصول الثمار في الطماطم ومحتوى الأوراق من الفوسفور، حتى حوال ٠,٥٪، ولا تتحقق هذه النسبة المرتفعة من العنصر في الأوراق إلا بالتسميد الفوسفاتي الجيد، مع تيسر العنصر لامتصاص النبات دون أن يثبت في التربة (Adams ١٩٨٦).

وتجدر الإشارة إلى وجود علاقة عكسية بين زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي وامتصاص النباتات لعنصر البورون؛ الأمر الذي يعنى أهمية تجنب الإفراط في التسميد بالفوسفور.

البوتاسيوم

من أهم الأعراض الأولى التي تميز نقص عنصر البوتاسيوم في الطماطم ظهور تجعد دقيق على الأوراق الحديثة، بينما تكتسب الأوراق الكبيرة لوناً أخضر قاتماً في البداية، ولكنه سريعاً ما يتحول إلى اللون الأخضر المصفر عند حواف الورقات ويعقب ذلك امتداد هذه الأعراض نحو مركز الورقات بين العروق، وكثيراً ما يتغير لون الأنسجة المتأثرة إلى اللون البرتقالي الزاهي، وتكون سهلة التقصف، ثم تتحول إلى اللون البني، وتموت في نهاية الأمر.

وتكون سيقان النباتات التي تعاني من نقص البوتاسيوم صلبة ومتخشبة، وتفشل في الزيادة كثيراً في السمك. هذا.. بينما تبقى جذور النباتات رفيعة، وقد تصبح بنية اللون.

ولا توجد مشاكل خاصة بالتسميد البوتاسى، وإن كان من الضروري أن يتوفر العنصر للنبات بطبيعة الحال. وتجدر الإشارة إلى أن أعراض نقص البوتاسيوم تظهر على النباتات - عادة - عند اقترابها من النضج فى صورة اصفرار بالأوراق، وموت حوافها أحياناً، وامتداد الاصفرار بين العروق. ولا يمكن التخلص من هذه الأعراض حتى مع استمرار التسميد البوتاسى عن طريق التربة، أو بالرش طوال موسم النمو، كما لم تؤد زيادة التسميد البوتاسى - حينئذ - إلى زيادة المحصول (Sims وآخرون ١٩٧٩). إلا أن الإفراط فى التسميد بالبوتاسيوم يمكن أن يؤدي إلى إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى، نتيجة لمنافسة كاتيون البوتاسيوم لكاتيون الكالسيوم فى الامتصاص.

وتزداد استجابة نباتات الطماطم إلى التسميد البوتاسى بارتفاع حرارة الجذور؛ حيث يزداد الوزن الجاف للنباتات بارتفاع درجة الحرارة، وتكون الزيادة فى الوزن أكبر مع زيادة تركيز البوتاسيوم فى بيئة الزراعة.

يلعب البوتاسيوم دوراً أساسياً فى انتظام تلون الثمار، وتكون حاجة النباتات من العنصر - التى تعطى أفضل تلوين للثمار - أعلى من مستوى التسميد البوتاسى الذى يعطى أعلى محصول (Winsor & Adams ١٩٨٧).

وتوجد علاقة طردية بين تركيز البوتاسيوم فى نسيج الورقة ومحتوى الثمار من الحموضة المعاكسة والحموضة الكلية؛ وهو ما يعنى تحسّن طعم الثمار بزيادة التسميد البوتاسى.

كذلك يؤدي نقص البوتاسيوم إلى نقص الفترة التى تلزم لوصول الثمار إلى مرحلة النضج، وسرعة الوصول إلى مرحلة الكلايمكترك.

العناصر الكبرى الأخرى

الكبريت

نادرًا ما تظهر أعراض نقص الكبريت على نباتات الطماطم؛ لتوفر العنصر فى عديد من الأسمدة التى تسمد بها حقول الطماطم.

الكالسيوم

نادرًا ما تظهر - كذلك - أعراض نقص الكالسيوم على النمو الخضري أو الزهري لنباتات الطماطم، والتي تتمثل في موت القمة النامية والوريقات الطرفية، مع فشل الأزهار في العقد، ومع موت البراعم الطرفية في العناقيد الزهرية.

وبالمقارنة.. فإن ثمار الطماطم تكون حساسة جدًا لنقص العنصر، حيث تظهر عليها أعراض العيب الفسيولوجي المعروف باسم "تعفن الطرف الزهري" عندما لا تصلها كميات كافية من العنصر.

هذا.. ويُفيد الرش بالأسمدة الورقية الغنية بالكالسيوم المخلبي في الوقاية من الإصابة بتعفن الطرف الزهري.

ومن تلك الأسمدة، ما يلي:

السماد	الكالسيوم المخلبي (%)
ميكروكات كالسيوم / برون	٦
سوليد إكسترا	٧
جولدن كالبور	١١
كالسيوستار	١٤
بورامين	١٩

المغنيسيوم

يكثر ظهور أعراض نقص المغنيسيوم وذلك بسبب الإفراط في التسميد البوتاسي، الذي يؤدي تلقائيًا إلى ضعف امتصاص عنصر المغنيسيوم. في بداية الأمر.. تميل الأوراق الكبيرة إلى الالتفاف إلى أعلى، ولكن سريعًا ما تتطور أعراض نقص العنصر على صورة اصفرار يظهر بين العروق في الأوراق السفلى للنبات، مع ظهور بقع متحللة متناثرة في المساحات الصفراء، بينما تبقى العروق والمناطق المحيطة بها مباشرة خضراء اللون. وقد

يبدأ ظهور الاصفرار عند طرف الأوراق، ثم ينتشر نحو الداخل بين العروق. وفي نهاية الأمر تكتسب الأوراق الكبيرة لوناً بنيّاً وتموت. وتزداد شدة ظهور الأعراض على أوراق النبات أثناء تكوين الثمار، ولكن لا تظهر على الثمار ذاتها أى أعراض.

العناصر الصغرى

الحديد

يؤدى نقص الحديد إلى اكتساب الأوراق القمية لنبات الطماطم لوناً أخضر باهتاً مصفراً، مع ظهور تبرقشات صفراء بين العروق تبدأ من قاعدة الورقة المركبة وقواعد الوريقات، كما يتقزم النمو. وفي بداية تطور الأعراض تبقى عروق الأوراق خضراء اللون، وتبدو كشبكة دقيقة خضراء على خلفية صفراء اللون، ولكن - مع استمرار نقص العنصر - يصبح كل نصل الورقة - فى الأوراق الطرفية - أصفر اللون.

المنجنيز

يؤدى نقص المنجنيز إلى صغر حجم الأوراق، وظهور تبرقش بين العروق فى الأوراق الحديثة، ويكون بلون أخضر باهت فى البداية، ثم يتحول إلى اللون الأصفر، بينما تبقى العروق خضراء اللون. كما تظهر بقع صغيرة بنية اللون فى المساحات الصفراء، يبدأ ظهورها بالقرب من قواعد الوريقات بعيداً عن العروق، ثم تزداد تدريجياً فى المساحة إلى أن تلتحم معاً. كذلك يقل نمو المجموع الجذرى، وتكون الجذور أقصر وأقل سمكاً مما تكون عليه فى النمو الطبيعى، ويظهر بعض التلون البنى فى القمم النامية.

النحاس

من أهم أعراض نقص النحاس بطة النمو وتقزمه، والتفاف حواف الأوراق إلى أعلى نحو الداخل، مع ظهور انسحاق عليها. ويظهر اصفرار بالأوراق السفلى للنبات، التى لا تلبث أن تتحول إلى اللون البرونزى، فالبنى، مع ظهور تحلل بحواف الوريقات وتلون أسود بالعروق. كذلك تظهر بقع بنية متخشبة على السيقان وأعناق الأوراق، كما يقل الإزهار ويتأخر، ويضعف النمو الجذرى بشدة.

الزنك

تظهر أعراض نقص الزنك في الأراضي القلوية، خاصة عند زيادة التسميد الفوسفاتي. ومن أهم أعراض نقص العنصر قصر السلاميات، وتوقف النمو الخضري، مع ظهور اصفرار بين العروق في الأوراق السفلية للنبات، ومع انتشار الاصفرار في الأوراق الأعلى بصورة تدريجية، وتكتسب الأوراق السفلى لوناً بنياً في نهاية الأمر. ومن الأعراض الأخرى التي يسببها نقص العنصر التفاف حواف الوريقات إلى أسفل، وظهور بقع بنية اللون على العروق وفيما بينها، وعلى أعناق الأوراق وأعناق الوريقات، مع التفاف أعناق الأوراق إلى أسفل.

البورون

يؤدي نقص البورون إلى ضعف النمو الجذري، وتضخم السويقة الجنينية العليا، وتضخم الأوراق الفلقية، وسهولة تقصف الأوراق وأعناقها، كما تتحلل القمة النامية للنبات، ولا يكتمل نمو الأوراق فتكون غير منتظمة الشكل، وتقصر السلاميات، ويزداد التفريع الجانبي، وتحدث تغيرات خلوية غير طبيعية. كما وجد أن نقص البورون يرتبط جوهرياً بضعف الإزهار، والعقد، ونقص حجم الثمار المتكونة، مع ظهور أنسجة فليينية عند أكتاف الثمرة بالقرب من الكأس.

وقد حُصِلَ على أعلى محصول من الطماطم عندما رُشت النباتات بالبورون بتركيز ٠,٣٤٠ جم/لتر - مقارنة بالرش بالتركيزات الأقل من ذلك - وذلك خلال الشهرين الأول والثاني بعد الشتل، وتوافق ذلك مع تركيز ٧٢ مجم من البورون بكل كيلوجرام من النموات الخضرية (de Oliveira & Gondim وآخرون ٢٠١٥).

وتزداد فرصة ظهور أعراض نقص البورون عند زيادة التسميد الفوسفاتي أو البوتاسي.

الموليبدنم

لا تظهر أعراض نقص الموليبدنم - غالباً - في الأراضي القلوية، وهي التي تكون على صورة تبرقش واضح على الأوراق السفلى للنبات.

ولزيد من التفاصيل حول العناصر المغذية وأعراض نقصها.. يُراجع Purvis & Carolus (١٩٦٤) و Winsor & Adams (١٩٨٧).

وعموماً.. فإنه يتم التسميد بالعناصر الصغرى رشاً إما فى الصورة المخلبية (لعناصر الحديد والزنك والمنجنين) بتركيز ٠,١ ٪، وإما فى صورة ملح الكبريتات لتلك العناصر بتركيز ٠,٣ ٪ مع إضافة اليوريا لمحلول الرش بتركيز ٠,٥ ٪ كعامل مخلبى، وذلك بعد الشتل بنحو ٣-٤ أسابيع، ثم ثلاث مرات أخرى كل حوالى ١٥ يوماً.

ولقد قدم Passam وآخرون (٢٠٠٧) عرضاً شاملاً لكل من تغذية الطماطم بالعناصر المعدنية الضرورية الكبرى والصغرى، واستجابتها لكل من العناصر المفيدة والثقيلة (النيكل والسيليكون والسيلينيوم والألمونيوم والكوبالت والزنك) وتأثير العناصر المغذية والملوحة على صفات جودة الثمار.

تأثير درجة الحرارة على امتصاص العناصر السمادية الأولية

يزداد امتصاص نباتات الطماطم لكل من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والكالسيوم بزيادة أى من حرارة الهواء أو شدة الإضاءة، بينما يزداد امتصاص الفوسفور فقط بازدياد حرارة الجذور (Adams ١٩٩٤).

ولكن أثبتت دراسات أخرى زيادة النيتروجين عند ارتفاع حرارة الجذور - تدريجياً من ١٣ إلى ٢٨ م° كما وجد أن حرارة الجذور المنخفضة قللت امتصاص النترات، ولكنها كانت مناسبة لامتصاص الأمونيوم. كذلك ازداد امتصاص البوتاسيوم بارتفاع حرارة الجذور - تدريجياً - من ١٣ إلى ٢٤ م°، إلا أن زيادة حرارة الجذور إلى ٢٨ م° لم تكن مؤثرة على امتصاص البوتاسيوم.

ولقد أجريت دراسات عديدة عن تأثير درجة الحرارة على استجابة النباتات للتسميد الفوسفاتى. فقد وجد Lingle & Davis (١٩٥٩) أن استفادة نباتات الطماطم من الفوسفور كانت أعلى ما يمكن فى درجات الحرارة المعتدلة والمرتفعة نسبياً، كما

ازداد تركيز العنصر في أنسجة النبات بزيادة درجة حرارة الجذور، ويعنى ذلك ضعف مقدرة النباتات على امتصاص الفوسفور في الحرارة المنخفضة، وحاجتها لزيادة التسميد بهذا العنصر تحت هذه الظروف.

كذلك وجد Wilcox وآخرون (١٩٦٢) أن نمو نباتات الطماطم ازداد طردياً بزيادة التسميد بالفوسفور في درجات الحرارة المرتفعة نسبياً وهي ١٤، و١٦°م، بينما لم تحدث استجابة عندما كانت حرارة التربة ١٣°م، وذلك مع أن تركيز الفوسفور ازداد في أنسجة النباتات بزيادة التسميد الفوسفاتى في كل درجات الحرارة. كما توصل Davis & Lingle (١٩٦١) من دراستهما على نباتات الطماطم النامية في محلول هوجلند المغذى - في حرارة تراوحت بين ١٣ و ٢٧°م - إلى أن زيادة تركيز المحلول من خمس التركيز الكامل إلى التركيز الكامل لم تصاحبها زيادة في النمو إلا في الحرارة المعتدلة والمرتفعة فقط.

احتياج نباتات الطماطم من العناصر السمادية الأولية

يزداد معدل امتصاص الآزوت أثناء النمو بوجه عام، ولكنه يزيد بصورة خاصة خلال مرحلتى الإزهار وأثناء نمو ونضج الثمار. ويكون معدل امتصاص الفوسفور منخفضاً بوجه عام، ولكنه يزيد زيادة كبيرة خلال مرحلة الإزهار. ويتشابه البوتاسيوم مع النيتروجين في امتصاص النباتات له بكميات كبيرة نسبياً، ولكن الامتصاص يزيد بشدة خلال مرحلتى الإزهار وبداية الإثمار، ثم ينخفض قليلاً بعد ذلك.

وعلى الرغم من اختلاف أصناف الطماطم في كمية العناصر التى تمتصها من التربة، إلا أن الكميات تتقارب عند تساوى المحصول، ويوضح جدول (٦-١) متوسط كميات النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم التى تمتصها نباتات الطماطم لكل فدان، كما يتضح من الجدول أن معظم الكميات الممتصة من عنصرى الفوسفور، والبوتاسيوم تصل للثمار، بينما تحتفظ النموات الخضرية بمعظم النيتروجين الممتص وتفيد هذه الحقيقة في تخطيط البرنامج التسميدى لكل من الطماطم، والمحاصيل التى تليها في الدورة، لأن جزءاً كبيراً من النيتروجين الممتص يعود للتربة مرة أخرى عند قلب

النموات الخضرية للطماطم فيها بعد الحصاد، بينما تُزال معظم الكميات الممتصة من الفوسفور والبوتاسيوم نهائياً من الحقل مع الثمار.

وإذا ما اختلفت الأصناف فى كمية المحصول.. فإنه يمكن التعميم — بالنسبة للأصناف الحديثة ذات النمو المندمج — أن كل ٢٠ طنًا من الثمار تزيل معها — من الحقل — حوالى ٢٥ كجم من النيتروجين، و٦ كجم من خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5)، و ٥٠ كجم من أكسيد البوتاسيوم (K_2O)، و٢,٥ كجم من كل من أكسيد الكالسيوم (CaO) وأكسيد المغنيسيوم (MgO).

جدول (٦-١): متوسط كميات العناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم) التى تمتصها نباتات الطماطم لكل فدان (كجم).

العنصر	متوسط الكمية الممتصة	المدى	نسبة الكمية الممتصة التى تصل للثمار
النيتروجين	٧٥	٨٥-٦٥	٢٥
الفوسفور	٧	٨-٦	٧٥
البوتاسيوم	١٥٠	١٧٥-١٠٠	٦٠

وتتحدد الاحتياجات السمادية الكلية للنبات من المعلومات المبينة أعلاه (الكميات التى تصل إلى الثمار ونسبتها من الكميات التى يمتصها النبات)، والمحصول الكلى المتوقع، ونسبة ما يُفقد من الأسمدة مع مياه الري أو الغسيل، ونسبة ما يثبت منها فى التربة. ويعتبر تثبيت الفوسفور هو العامل الأول المسئول عن إضافة كميات من العنصر تزيد — كثيراً — عن حاجة النباتات الفعلية منه.

وتجدر الإشارة إلى أنه يحدث تسرب لأكسيد النيتروجين N_2O من بيئات زراعة الطماطم (بيئة الصوف الصخرى) يزداد بزيادة التسميد الآزوتى، ولكن ينخفض التسرب بزيادة شدة الإضاءة عن ١٥ جول/م^٢ فى الثانية. ويبدو أن الضوء يُسرّع من امتصاص الطماطم لكل من الماء والعناصر (Yoshihara وآخرون ٢٠١٦).

ولقد كانت احتياجات نباتات الطماطم المطعومة على أى من الهجينين النوعيين Multifort أو Beaufort حوالى ٢٤٢ كجم N للهكتار (حوالى ١٠١ كجم N للفدان)،

مقارنة بنحو ١٩٦ كجم N للهكتار (٨٢ كجم للفدان) في حالة عدم التطعيم، علماً بأن المحصول الصالح للتسويق بلغ ٥٦-٧١ طنًا للهكتار (٢٣,٥ - ٣٠ طن للفدان) في حالة التطعيم، و ٤٣-٥٣ طنًا للهكتار (١٨-٢٢,٣ طن للفدان) في حالة عدم التطعيم (Djidonou وآخرون ٢٠١٥).

طرق التعرف على مدى الحاجة إلى التسميد

يمكن التعرف على مدى الحاجة للتسميد من كل من تحليل التربة وتحليل النبات.

تحليل التربة

يفيد تحليل التربة في تخطيط البرنامج التسميدي للطماطم، فتستجيب الطماطم للتسميد بالفوسفور عندما يقل مستوى العنصر (مقدراً على صورة bicarbonate-soluble PO_4) عن ٨ أجزاء في المليون. وتستجيب للتسميد بالبوتاسيوم عندما يقل البوتاسيوم المتبادل في التربة عن ٨٠ جزءاً في المليون، كما تستجيب للتسميد بالزنك عندما يقل مستواه في التربة عن نصف جزء من المليون.

ويبين جدول (٦-٢) طرق التحليل الشائعة لبعض العناصر في التربة، وتفسير نتائج التحليل.

جدول (٦-٢): طرق التحليل الشائعة لبعض العناصر في التربة، وتفسير نتائج التحليل (عن UC IPM ٢٠٠٧).

البورون (المعجون المشبع)	الأملح الذائبة (المعجون المشبع)	الزنك (الاستخلاص بالـ DPTA)	البوتاسيوم (الاستخلاص بـ الأمونيوم)	الفوسفور (الاستخلاص بالبكربونات)	تفسير نتيجة التحليل
ppm ١ <	dS/m ٢ <	ppm ٠,٥ <	ppm ١٣٠ <	ppm ١٥ <	منخفض
ppm ٥-١	dS/m ٤-٢	ppm ١,٠-٠,٥	ppm ٢٠٠-١٣٠	ppm ٢٥-١٥	متوسط
ppm ٥ >	dS/m ٤ >	ppm ١,٠ >	ppm ٢٠٠ >	ppm ٢٥ >	عالى

< : أقل من
> : أكثر من
ppm : جزء في المليون
dS/m : ديسي سيمنز/م = مللى موه/سم

تحليل النبات

يفيد تحليل النبات في تحديد مدى الحاجة للتسميد، ويُبين جدول (٦-٣) تركيز مختلف العناصر الغذائية في نباتات الطماطم النامية بصورة طبيعية. ويعنى نقص تركيز العناصر عن الحدود المبينة في الجدول أن النباتات تكون معرضة لظهور أعراض نقص هذه العناصر، وأنه من الضروري إضافتها ضمن البرنامج التسميدي.

جدول (٦-٣): تركيز مختلف العناصر الغذائية في نباتات الطماطم النامية بصورة طبيعية (على أساس الوزن الجاف).

العنصر	عن (Winsor ١٩٧٣)	عن (Adams ١٩٨٦)
النيتروجين	٪٤,٨	٪٤,٩-٢,٨
الفوسفور	٪١,٥	٪١,٦٥-٠,٤٠
البوتاسيوم	٪٥,٥	٪٥,٩-٢,٧
المغنيسيوم	٪١,٥	٪١,٨٥-٠,٣٦
الكالسيوم	٪٢,٥	٪٧,٢-٢,٤
الكبريت	٪١,٦	٪٣,٢-١,٠
البورون	٣٥ جزءاً في المليون	٩٧-٣٢ جزءاً في المليون
الحديد	٩٠ جزءاً في المليون	٣٩١-١٠١ جزءاً في المليون
المنجنيز	٣٥٠ جزءاً في المليون	٢٢٠-٥٥ جزءاً في المليون
النحاس	١٥ جزءاً في المليون	١٦-١٠ جزءاً في المليون
الزنك	٨٠ جزءاً في المليون	٨٥-٢٠ جزءاً في المليون
الموليبدنم	٠,٥ جزءاً في المليون	١,٠-٠,٩ جزءاً في المليون

وجدير بالذكر أن مستويات العناصر الكبرى — النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم — ينخفض تدريجياً مع تقدم النبات في العمر، حتى ولو توفرت تلك العناصر بكثرة للنباتات. ويفيد التحليل المبكر والمستمر للنباتات في اكتشاف نقص العناصر مبكراً، وفي تصحيحه بالتسميد المناسب، ويتبين ذلك في جدول (٦-٤).

جدول (٦-٤): طرق التحليل الشائعة للعناصر الكبرى بالأوراق وتفسير نتائج التحليل

(٢٠٠٧ UC IPM).

الجزء النباتي	العنصر	عند بداية الإزهار	مرحلة الإزهار الكامل
الورقة الكاملة	% N	٥,٢-٤,٦	٤,٥-٣,٥
	% P	٠,٤٩-٠,٣٢	٠,٤١-٠,٢٥
	% K	٣,٥-٢,٢	٣,١-١,٦
عنق الورقة	النيتروجين النتراتي (جزء في المليون)	١٢٠٠٠-٨٠٠٠	٨٠٠٠-٤٠٠٠
	PO ₄ ⁻ :P (جزء في المليون)	٣٥٠٠-٢٥٠٠	٣٠٠٠-٢٠٠٠
	% K	٨,١-٥,٠	٥,١-٣,٠

وقد بين Beverly (١٩٩٤) أنه بالإمكان الاعتماد على تحليل العصير الخلوي المستخلص من سيقان بادرات الطماطم في التعرف على مستوى النيتروجين فيها، حيث كان توفر النيتروجين النتراتي بتركيز لا يقل عن ٥٠٠ ميكروجراماً/ مل من العصير (حوالي ٥٠٠ جزء في المليون) كافياً لمنع التوقف في نمو البادرات.

وأثبتت دراسات Coltman & Riede (١٩٩٢) أن بالإمكان الاعتماد على اختبارات العصير الخلوي السريعة لأعناق أوراق الطماطم في تقدير مدى حاجتها إلى التسميد البوتاسي. وحصل الباحثان على أعلى محصول صالح للتسويق عندما كان محتوى البوتاسيوم ٥,٩ مجم/مل من العصير الخلوي.

كما بينت دراسات Hochmuth (١٩٩٤) على الطماطم وعديد من محاصيل الخضار الأخرى أن تركيز كل من النيتروجين والبوتاسيوم في العصير الخلوي لأعناق الأوراق يرتبط ارتباطاً عالياً مع تركيز كل منهما - على التوالي - في الأوراق الكاملة. وقد تناقص تركيز كلا العنصرين مع تقدم موسم النمو.

هذا.. إلا إنه وُجد أن تقدير تركيز النيتروجين في الأنسجة الورقية أفضل للتخطيط للتسميد والتنبؤ بالمشصول الصالح للتسويق عن تقدير تركيز النيتروجين النتراتي في

نسغ sap أعناق الأوراق. فعلى الرغم من وجود ارتباط عالٍ جداً بين التقديرين، فإنه كان بغير ذى معنى؛ نظراً لأنهما (تقدير النيتروجين النتراتي بأعناق الأوراق وتقدير النيتروجين فى الأنسجة الورقية) ارتبطا سلبياً وإيجابياً - على التوالى - مع محصول الثمار فى معظم الحالات (Carson وآخرون ٢٠١٦).

التسميد العضوى لحقل الزراعة

لا يستخدم السماد العضوى الطازج، وإنما يتعين كمره جيداً قبل استعماله للتخلص من بذور الحشائش وبيض الحشرات والنيماطودا، ويُجرى الكمر بوضع السبلة الحيوانية مع مخلفات المزرعة وبقايا النباتات بعد تقطيعها، ويضاف إليها ٥٠ كجم كبريت زراعى + ٢٥ كجم سوبر فوسفات عادى + ٢٠ كجم سلفات نشادر لكل طن من المخلوط العضوى مع التقليب جيداً، وتوفير ٧٥٪ رطوبة. تغطى الكومة لمدة ٣-٤ شهور حتى يتم التحلل. تُستعمل هذه السبلة المتحللة بمعدل ٢٠-٣٠ م^٣/فدان فى الأراضى السوداء، و٣٠-٤٠ م^٣/فدان فى الأراضى الرملية.

وإذا استخدم الكمبوست التجارى، فإن ذلك يكون - عادة - بمعدل ١٠ طن للفدان.

أهمية حامض الهيومك فى تسميد الطماطم بالتنقيط

وُجد أن إضافة حامض الهيومك مع الأسمدة أثناء عملية الفترجة يُفيد فى زيادة كل من ارتفاع النبات (٥,٧٪)، والمادة الجافة الكلية (٧,٧٪)، ودليل المساحة الورقية (٣,٢٪)، والمحتوى الكلوروفيلى (٤,٧٪)، ومحصول الثمار (٩,٦٪)، مقارنة بما فى حدث فى معاملة الفترجة بدون إضافة حامض الهيوميك (Suman وآخرون ٢٠١٧).

برنامج تسميد الطماطم فى الأراضى الصحراوية

تعد جميع الأراضى الصحراوية فقيرة - بطبيعتها - من حيث محتواها من المادة العضوية، والعناصر الغذائية التى تحتاج إليها النباتات، مع انخفاض سعتها التبادلية

الكاتيونية بشدة، وارتفاع نفاذيتها للماء بدرجة كبيرة؛ لذا.. فإن نجاح زراعة الخضر في هذه الأراضي يتوقف على التسميد الجيد الذي يجب أن يراعى فيه ما يلي:

١- الاهتمام بالتسميد العضوى لبناء التربة، وزيادة سعتها التبادلية الكاتيونية وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.

٢- رفع معدلات التسميد الكيميائى لتعويض النقص الحاد فى خصوبة التربة.

٣- إعطاء الأسمدة فى جرعات صغيرة على فترات متقاربة لتجنب فقدانها بالرشح.

٤- الاهتمام بالتسميد بالعناصر الدقيقة إما فى صورة مخلبية - لكى لا تثبت فى التربة القلوية والجيرية - وإما رشاً على الأوراق.

ونظراً لأن معظم زراعات الطماطم فى الأراضي الصحراوية تروى بطريقة التنقيط؛ لذا.. فإننا نوجه جُلَّ اهتمامنا إلى كيفية التسميد من خلال شبكة الري بالتنقيط، مع الإشارة إلى كيفية التسميد - عند إتباع طريقتى الري السطحى والري بالرش - فى نهاية هذا الجزء.

أولاً: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الري بالتنقيط

١- أسمدة تضاف قبل الزراعة:

تُضاف الأسمدة التالية فى الفج الذى يتم عمله لوضع الأسمدة: ٤٠ م^٣ سماد بلدى متحلل أو مكثور، أو ٢٠ م^٣ من سبلة الدواجن، أو ١٠ طن كمبوست.

٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم.

١٠٠ كجم سلفات نشادر

٢٠٠ كجم سوبر فوسفات أحادى

١٥٠ كجم كبريت زراعى

٢٥ كجم سلفات مغنيسيوم

بعد خلط تلك الأسمدة جيداً بالتربة، فإنه يتم الترديم عليها لتصبح تحت خط خراطيم الري، ثم يتم ري الحقل لمدة ٣-٤ ساعات يومياً لمدة ثلاثة أيام قبل الزراعة، لضمان حسن تخمر الأسمدة، ولتجنب أضرارها على الشتلة عند زراعتها (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

يكون الهدف الأساسي من إضافة الكبريت تطهير، وخفض pH التربة في منطقة نمو الجذور، وليس التسميد بالكبريت؛ نظراً لأن النبات يحصل على حاجته من عنصر الكبريت من مختلف الأسمدة السلفاتية، ومن السوبر فوسفات، والجبس الزراعي، وبعض المبيدات.

٢- أسمدة عناصر أولية تضاف مع مياه الري بعد الزراعة:

أ- كميات الأسمدة:

يستمر تسميد الطماطم بعد الشتل بالعناصر الأولية، وهي النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم. ويسمى الفدان الواحد بنحو ٨٠-١٠٠ كجم نيتروجيناً (N)، و ٣٠ كجم فوسفوراً (P_2O_5)، و ٨٠-١٠٠ كجم بوتاسيوم (K_2O).

هذا.. وتحصل النباتات على كميات إضافية من النيتروجين من حامض النيتريك الذى قد يستخدم بتركيز منخفض فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات، أو لإذابة سلفات البوتاسيوم، ومن نترات الجير أو نترات الكالسيوم التى قد تستخدم كمصدر إضافي للكالسيوم، إلا أن الكمية الكلية المضافة بهذه الطرق لا تتجاوز حوالى ٢٥ كجم للفدان.

ب- توقيت بداية التسميد:

يعمد الكثيرون إلى تأخير بداية التسميد إلى حين مرور أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع على الشتل اعتماداً على ما يتوفر فى التربة من أسمدة سبقت إضافتها قبل الزراعة، وربما محاكاة لما يكون عليه الحال فى الأراضى الثقيلة، إلا أن الجذور لا تصل إلى هذه

الأسمدة قبل مرور أسبوعين على الشتل؛ وبذا.. فهي لا تستفيد منها خلال تلك الفترة، كما أن الأراضي الصحراوية تعد فقيرة جداً في محتواها من العناصر الغذائية إذا ما قورنت بالأراضي الثقيلة؛ ولذا.. فإن التسميد يجب أن يبدأ في الأراضي الصحراوية بمجرد معاودة النباتات لنموها، ويكون ذلك - عادة - بعد نحو ٣-٧ أيام من الشتل.

ج- اختيار الأسمدة المناسبة:

(١) الأسمدة الآزوتية:

تستخدم اليوريا ونترات الأمونيوم (بنسبة ١ : ١) كمصدر للنيتروجين خلال الشهر الأول بعد الزراعة، ثم تستخدم نترات الأمونيوم منفردة، أو بالتبادل مع سلفات الأمونيوم بعد ذلك. ولا يوصى بالتسميد باليوريا إذا ارتفعت حرارة الجو عن ٢٥°م. ويذكر Nicoulaud & Bloom (١٩٩٦) أن بالإمكان رش النباتات باليوريا - يومياً - بتركيز ٠,٢٪؛ بهدف توفير علاج سريع لحالات نقص الآزوت؛ نظراً لسرعة امتصاصها ووصولها إلى جميع أجزاء النبات في خلال ٢٤ ساعة من عملية الرش.

وعلى الرغم من أنه يوصى دائماً باستعمال المصادر الأمونيومية للنيتروجين - لأنها أرخص ثمناً ولا تتعرض للفقد مع مياه الصرف مثلما تتعرض المصادر النتراتية للنيتروجين - إلا أن تحقيق ذلك يتطلب سعة تبادلية كاتيونية عالية في التربة، وهو ما لا يتوفر في الأراضي الرملية.

(٢) الأسمدة الفوسفاتية:

يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور في حالة التسميد الأرضى، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك في حالة التسميد مع ماء الري، حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف إليه، لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الري؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور حتى مع وجود الكالسيوم في ماء الري. وقد تستخدم الأسمدة الفوسفاتية التى تذوب في الماء،

مثل فوسفات أحادى الأمونيوم أو فوسفات ثنائى الأمونيوم، على أن يؤخذ فى الحسبان ما يضاف معها من نيتروجين أمونيومى.

وعلى الرغم من أن الفوسفور المضاف مع مياه الري يبقى فى التربة قريباً من النقاطات — مما يعنى عدم تعرض كل المجموع الجذرى للنبات إلى الفوسفور المضاف — إلا أن ذلك يكون كافياً لقيام النباتات بامتصاص حاجتها من العنصر.

(٣) الأسمدة البوتاسية :

تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم. وإذا وجدت صعوبة فى إذابتها فى مياه الري فإنه يحسن خلطها جيداً مع حامض النيتريك التجارى (المخفف بالماء) بنسبة ٤ من السماد إلى ١ من الحامض التجارى. يترك المخلوط يوماً كاملاً إلى أن تترسب كل الشوائب المختلطة بسماد سلفات البوتاسيوم، ثم يؤخذ الرائق للتسميد به.

وإذا لم يتوفر حامض النيتريك لإذابة سلفات البوتاسيوم فإنه يمكن استعمال حامض الكبريتيك التجارى المركز فى تحضير محلول سمادى يحتوى على كل من النيتروجين والبوتاس (K_2O) بنسبة ١ : ١,٥ (وهى النسبة المناسبة للتسميد بها ابتداء من الأسبوع التاسع بعد الشتل وإلى قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين) مع إضافة الفوسفور — بالنسبة المرغوبة — إلى هذا المخلوط ليصبح سماداً كاملاً، ويجرى ذلك على النحو التالى :

• يضاف ٢٠ لتراً من حامض الكبريتيك المركز إلى برميل يتسع لنحو ٢٠٠ لتراً، ويحتوى على ٦٠ لتراً من الماء. تكون إضافة الحامض إلى الماء بصورة تدريجية، وببطء شديد، مع التقليب المستمر، ويحظر إجراء العكس (أى يحظر إضافة الماء إلى الحامض المركز)؛ لما ينطوى عليه ذلك من خطورة على القائمين بهذه العملية.

• يضاف ٥٠ كجم من نترات النشادر إلى الحامض المخفف مع التقليب المستمر.

• يضاف إلى المحلول المتكون ٥٠ كجم من سلفات البوتاسيوم مع التقليب المستمر.

• يضاف إلى المحلول الناتج $3/4 - 1,5$ لتر من حامض الفوسفوريك مع التقليب المستمر، علماً بأن الكمية المستعملة منه تقل تدريجياً إلى أن تصل إلى الحد الأدنى ($3/4$) لتر قرب انتهاء موسم الحصاد.

• يضاف الماء لإكمال حجم المحلول الناتج إلى ٢٠٠ لتر.

• تكشط الرغوة والأملاح التي تتجمع على سطح المخلوط.

يكفى المحلول السمادى الناتج من هذه العملية لتسميد فدان من الطماطم بعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لمدة حوالى ١٥ يوماً، وقد تستعمل لتسميد ١٥ فداناً لمدة يوم واحد.. وهكذا.

أما إذا لم يرغب المنتج فى إجراء ما تقدم بيانه فإنه يفضل استعمال أحد الأسمدة السائلة كمصدر للبوتاسيوم.

وبالنظر إلى أن ما يوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزاً لامتصاص النبات مباشرة، ولا يفقد منه شئ؛ لذا.. يمكن - عند استخدامها - خفض كمية البوتاسيوم (K_2O) الموصى بها إلى النصف؛ فيستعمل منها ما يكفى لإضافة نحو ٤٠-٥٠ كجم من K_2O للفدان مع ماء الري، بالإضافة إلى الـ ٢٥ كجم الأخرى التي تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة.

وحتى إذا استعملت سلفات البوتاسيوم فى التسميد فإن إضافة جزء من البوتاسيوم فى صورة سماد بوتاسيوم سائل يعد أمراً مرغوباً فيه؛ ولذا.. يوصى بالتسميد بنحو لتر من أحد هذه الأسمدة البوتاسية السائلة ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، مع تخفيض الكمية المستعملة منها - تدريجياً - ابتداء من الأسبوع الخامس عشر بعد الشتل.

د- توزيع كميات الأسمدة على موسم النمو:

توزع كميات عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى:

(١) يزداد معدل التسميد بالنيتروجين تدريجياً إلى أن يصل إلى أقصى معدل له قبل منتصف النمو، أو عند الإزهار وبداية مرحلة الإثمار، ويبقى عند هذا المستوى المرتفع لمدة حوالى ستة أسابيع، ثم تتناقص الكمية التى يسمد بها تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالنيتروجين نهائياً قبل الحصاد بنحو أسبوعين.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد الآزوتى بنحو ٣-٤ كجم من النيتروجين أسبوعياً ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المضافة منه - تدريجياً - إلى أن تصل إلى حوالى ٨-١٠ كجم نيتروجيناً أسبوعياً فى الأسبوع التاسع من الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الرابع عشر بعد الشتل؛ حيث تتناقص كمية النيتروجين المضافة بعد ذلك - تدريجياً - إلى أن تصل إلى نحو ٥ كجم أسبوعياً فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل، ثم يتوقف التسميد الآزوتى - تقريباً - بعد ذلك.

(٢) يزداد معدل التسميد بالفوسفور سريعاً بعد الزراعة إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد انقضاء نحو رُبْع موسم النمو، ويبقى عند هذا المستوى المرتفع لمدة حوالى ستة أسابيع، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائياً قبل انتاء الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد الفوسفاتى بنحو ٥٠٠ مل (سم^٣) من حامض الفوسفوريك أسبوعياً ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المستعملة منه - تدريجياً - إلى أن تصل إلى حوالى لترين أسبوعاً ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الثانى عشر بعد الشتل؛ حيث تتناقص الكمية المضافة منه تدريجياً - بعد ذلك - إلى أن تصل إلى حوالى ٣٠٠ مل فقط أسبوعياً فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل، ثم يتوقف التسميد الفوسفاتى - تقريباً - بعد ذلك.

(٣) يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له فى بداية مرحلة الإثمار، ويبقى على هذا المستوى المرتفع لمدة حوالى أربعة أسابيع، ثم

تتناقص الكمية المضافة منه تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تماماً قبل انتهاء الحصاد بنحو أسبوع أو أسبوعين.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد البوتاسى بنحو ١-١,٥ كجم بوتاس (K_2O) أسبوعياً ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المضافة منه - تدريجياً - إلى أن تصل إلى حوالى ١٢-١٥ كجم بوتاس أسبوعياً فى الأسبوع الحادى عشر بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الخامس عشر، حيث تتناقص كمية البوتاس المضافة تدريجياً بعد ذلك إلى أن تصل إلى نحو ٣-٤ كجم فقط أسبوعياً فى الأسبوع الثامن عشر، وقد يستمر التسميد البوتاسى على هذا المستوى المنخفض لمدة أسبوعين آخرين بعد ذلك.

ونقدم - فيما يلى - برنامجاً مقترحاً لتسميد الطماطم بالعناصر الأولية خلال مختلف مراحل النمو النباتى، ليس لتطبيقه حرفياً، وإنما للاسترشاد به فى تحديد الكميات الفعلية التى تجب إضافتها من مختلف العناصر الغذائية، والتى تتوقف على عوامل كثيرة، منها: الصنف وقدرته الإنتاجية، ودرجة الحرارة السائدة... إلخ.

العنصر السامى (كجم يومياً/فدان)			مرحلة النمو
K_2O	P_2O_5	N	
٠,٤	٠,٤	٠,٤	من الشتل إلى بداية الإزهار
١,٠	٠,٨	١,٠	من بداية الإزهار إلى بداية العقد
٣,٠	٠,٨	١,٧	من العقد إلى بداية القطف
٢,٥	٠,٦	١,٢	من بداية القطف إلى نهاية الحصاد

هـ- نظام إضافة الأسمدة البسيطة والمركبة:

تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو، حسب مرحلة النمو النباتى. وقد تضاف كميات الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على دفعتين أو ثلاث دفعات، ولكن يفضل أن يتم التسميد مع ماء الري بالتنقيط ست مرات أسبوعياً،

بينما يخصص اليوم السابع للرى بدون تسميد. وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية:

(١) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد ويسمد بها مجتمعة، وهذا هو النظام المفضل.

(٢) يُخَصَّصُ يومان للتسميد الآزوتى، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا.

(٣) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى، والفوسفاتى، والبوتاسى، ثم تعاد دورة التسميد ... وهكذا.

ولكن يراعى عند التسميد مع ماء الرى - بصورة عامة - عدم الجمع بين أى من أيونى الفوسفات أو الكبريتات وأيون الكالسيوم، لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم. ويمكن - فى حالة التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصادياً، ويتوقف تركيب السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى، حيث يمكن استعمال سماد تركيبية ١٩-٦-٦ خلال الربع الأول من حياة النبات، يستبدل بسماد تركيبية ٢٠-٥-١٥ خلال الربع الثانى من موسم النمو، ثم بسماد تركيبية ١٥-٥-٣٠ إلى ما قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم. وكما سبق أن أوضحنا فإن العناصر الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لامتصاص النبات مباشرة ولا يفقد منها شئ. ولذا.. يمكن - عند استخدامها - خفض كمية عنصرى النيتروجين، والبوتاسيوم الموصى بهما إلى النصف، فيصبحان ٤٠-٥٠ كجم نيتروجيناً، و٤٠-٥٠ كجم K_2O للفدان. أما الفوسفور؛ فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة - وهى ٣٠ كجم - كما هى، نظراً لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال.

ويكفى - عادة - نحو كيلوجرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة المركبة للفدان يوميًا، ثم تزداد الكمية تدريجيًا إلى أن تصل إلى نحو ٣-٤ كجم يوميًا في منتصف موسم النمو، تتناقص مرة أخرى - تدريجيًا - إلى أن تصل إلى كيلوجرام واحد للفدان يوميًا - مرة أخرى - قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

وكما في حالة التسميد بالأسمدة التقليدية.. يلزم تخصيص يوم واحد، أو يومين أسبوعيًا للرى بدون تسميد؛ بهدف خفض تركيز الأملاح في منطقة نمو الجذور.

ونظرًا لأن غسيل الأسمدة من التربة يمكن أن يحدث عند الري بالتنقيط؛ لذا.. فإن الأسمدة المضافة في أى رية يجب ألا تتعرض إلى رى زائد لا في نفس الريّة ولا في الريّات التالية. وتزيد فرصة احتمال غسيل الأسمدة عند زيادة فترة الريّة الواحدة عن الساعة ونصف الساعة.

٣- أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة:

إن أهم العناصر الكبرى الأخرى - بخلاف عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم - هي عناصر الكبريت، والمغنيسيوم، والكالسيوم.

أ- الكبريت:

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت أساسًا من الكبريت المضاف إلى التربة قبل الزراعة، ومن كبريتات الأمونيوم، وكبريتات البوتاسيوم، وسوبر فوسفات الكالسيوم، والجبس الزراعي (الذى قد يستعمل بغرض خفض pH التربة)، بالإضافة إلى ما يوجد من كبريت بالأسمدة الورقية، وبعض المبيدات. ولا توجد حاجة إلى أية إضافات أخرى من هذا العنصر.

ب- المغنيسيوم:

يحصل النبات على حاجته من المغنيسيوم مما يتوفر من العنصر في الأسمدة

المركبة، سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم) أم الأسمدة الورقية؛ لذا.. لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم إلا إذا ظهرت أعراض نقص المغنيسيوم، ويلزم - حينئذ - إضافة كبريتات المغنيسيوم بمعدل ١-٢ كيلوجرام للفدان إما رشاً، وإما مع ماء الري بالتنقيط، مع تكرار المعاملة أسبوعياً إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر، أو كل أسبوعين طوال موسم النمو.

ج- الكالسيوم:

يحصل النبات على معظم حاجته من الكالسيوم من سوبر فوسفات الكالسيوم، ومن الجبس الزراعى الذى قد تُعامل به التربة، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيتها، إلا أن الطماطم تحتاج إلى مزيد من التسميد بالكالسيوم لكى لا تتعرض ثمارها للإصابة بتعفن الطرف الزهرى، وهو عيب فسيولوجى يظهر عند نقص كمية عنصر الكالسيوم التى تصل إلى الثمار.

ويستخدم فى مصر رائق سماد نترات الجير المصرى (عبود) لتزويد الطماطم بعنصر الكالسيوم مع ماء الري بالتنقيط، لكن يفضل استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى عند توفره. ويشترط فى كلتا الحالتين عدم احتواء مياه الري على كمية كبيرة من الفوسفات أو الكبريتات.

ويكون استعمال أى من السمادين (نترات الجير المصرى أو نترات الكالسيوم النقية) بمعدل ١٥-٢٠ كجم أسبوعياً، ابتداء من بداية مرحلة عقد الثمار ولمدة ستة أسابيع.

ونظراً للتوقيت الحرج لإضافة هذا السماد - والذى لا يكون فيه النمو الخضرى الغزير أمراً مرغوباً فيه - يفضل خصم كميات النيتروجين التى تضاف فى صورة نترات مع الكالسيوم - والتى تبلغ نسبتها فى كلا السمادين ١٥٪ - من كميات السماد الآزوتى المقرر إضافتها - خلال تلك الفترة فى برنامج التسميد.

ومتى كان هناك تسميد بالكالسيوم، فإنه يتعين إضافة الأسمدة مع ماء الري في مجموعتين منفصلتين، حيث تضم إحداهما الأسمدة المحتوية على الكالسيوم، بينما تشتمل الأخرى على الأسمدة التي تحتوى على أيونى الفوسفات أو الكبريتات، لكى لا يترسبا بتفاعلهم مع الكالسيوم.

ويمكن استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى، أو رائق نترات الجير المصرى رشاً بتركيز ١٥٠-٣٠٠ جم/لتر ماء؛ لإمداد النبات بعنصر الكالسيوم اللازم لوقف انتشار ظاهرة تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم، مع الاهتمام بتوجيهه محلول الرش إلى الثمار، بالإضافة إلى الأوراق.

٤- أسمدة العناصر الصغرى:

إن أهم العناصر الصغرى التى يلزم تسميد نباتات الخضر بها فى الأراضى الصحراوية هى: الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس.. وهى العناصر التى تثبت فى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات فى الأراضى القلوية. يتبقى بعد ذلك من العناصر الصغرى عنصران: البورون، وهو يثبت مع ارتفاع رقم pH التربة حتى ٨,٥، ثم يزداد تيسره كثيراً بعد ذلك، والموليبدنم وهو لا يثبت فى الأراضى القلوية. ونجد - بصفة عامة - أن الأراضى الصحراوية ينخفض محتواها من العناصر الصغرى كما هى الحال بالنسبة للعناصر الكبرى.

وبناء على ما تقدم بيانه .. فإن محاصيل الخضر تستجيب للتسميد بالعناصر الصغرى فى الأراضى القلوية، ولكن عناصر الحديد، والزنك والمنجنيز والنحاس تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة، أو مع ماء الري، حيث تبقى بالقرب من النقاطات نظراً لأن جميع الأراضى الصحراوية قلوية. ولذا.. فإنه لا يفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبية، كما أن ملح الكبريتات لهذه العناصر يمكن إضافته بطريقة الرش بمعدل ١-١,٥ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان. وإذا استخدمت

الصور المخلبية لهذه العناصر رشاً على الأوراق فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥-٠,٥٠ كجم في ٤٠٠ لتر ماء للفدان. أما البورون فإنه يضاف دائماً في صورة معدنية على صورة بوركس إما عن طريق التربة بمعدل ٥-١٠ كجم للفدان، وإما رشاً على الأوراق بمعدل ٢,٢٥-١ كجم في ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

هذا.. ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التي سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهي كثيرة جداً، ويبدأ الرش بها بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع، ثم يستمر كل ٢-٣ أسابيع إلى ما قبل نهاية الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع. وتفيد إضافة اليوريا إلى محلول العناصر الدقيقة - بتركيز ١٪ في زيادة معدل امتصاص النباتات من هذه العناصر.

ومتى توفرت العناصر الدقيقة في صورة مخلبية فإنه يكون من الأسهل - والأفضل - إضافتها عن طريق مياه الري. ويحتاج الفدان - عادة - إلى نحو ٢-٣ لترات من أسمدة العناصر الدقيقة المخلبية تُجزأ على دفعات متساوية كل ثلاثة أسابيع، مع بداية التسميد بها بعد الشتل بنحو أسبوعين، وعلى ألا تزيد كمية السماد المستعملة في كل مرة عن ٣٠٠ مل (سم^٣). ويفضل استعمال السماد على دفعات أسبوعية مع مياه الري، تبدأ بنحو ١٠٠ مل بعد الشتل مباشرة، وتزداد تدريجياً إلى أن تصل إلى ٣٠٠ مل ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الرابع عشر بعد الشتل، لتتخفض بعد ذلك تدريجياً إلى أن تصل إلى نحو ١٥٠ مل في الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل.

ثانياً: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الري بالغمر أو بالرش

يؤخذ في الاعتبار عند تسميد الطماطم في الأراضي الصحراوية - عند اتباع طريقتي الري بالغمر أو بالرش - كل ما أسفلنا بيانه عند التسميد في حالة الري بالتنقيط، ولكن مع ملاحظة الأمور التالية:

- ١- زيادة التسميد السابق للزراعة من الفوسفور إلى ٤٥ كجم P_2O_5 للفدان، مع إنقاص الكمية المستخدمة منه - بعد الزراعة - إلى ١٥ كجم P_2O_5 فقط للفدان.

٢- لا يكون لمعدل ذوبان الأسمدة فى الماء أهمية تذكر عند اتباع طريقة الرى بالغمر؛ ولذا.. فإن سماد سوبر فوسفات الكالسيوم يستعمل - فى هذه الحالة - بدلاً من حامض الفوسفوريك بعد الزراعة.

أما عند اتباع طريقة الرى بالرش، فإن معدل ذوبان الأسمدة يبقى أمراً له أهميته عند اختيار الأسمدة المناسبة للاستعمال؛ ولهذا السبب فإن حامض الفوسفوريك يستعمل كمصدر للفوسفور بعد الزراعة، ولكن مع خفض الكمية المستخدمة منه لما يكفى لإمداد النباتات بنحو ١٥ كجم P_2O_5 للفدان؛ لكى يبقى تركيز الحامض منخفضاً فى مياه الرى، وفى مستوى لا يؤدى إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس فى جهاز الرش. ويفضل استخدام الأسمدة الفوسفاتية التى تذوب فى الماء، قبل فوسفات أحادى الأمونيوم، وفوسفات ثنائى الأمونيوم، على أن تؤخذ فى الحسبان كميات النيتروجين التى تُضاف مع تلك الأسمدة الفوسفاتية.

٣- تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو - حسب مرحلة النمو النباتى - ثم تضاف بالكيفية التالية:

أ- فى حالة الرى بالغمر:

تخلط الأسمدة معاً وتضاف تكبيشاً إلى جانب النباتات، وعلى مسافة حوالى ٧ سم من قاعدتها. وتكون إضافة الأسمدة على فترات أسبوعية أو كل أسبوعين.

ب- فى حالة الرى بالرش:

تخلط الأسمدة معاً وتضاف إما نثراً حول النباتات، وإما مع ماء الرى، ويكون التسميد مع ماء الرى بالرش بنفس الكيفية التى تتبع عن الرى بالتنقيط.

ويوصى - فى حالة الرغبة فى التسميد مع ماء الرى بالرش - أن يكون ذلك فى النصف الثانى من حياة النبات بعد أن تنتشر الجذور وتشغل نسبة كبيرة من مساحة الحقل، وأن يتم إدخال السماد فى نظام الرى بالرش بطريقة تسمح بتشغيل جهاز الرى

أولاً بدون سماد لمدة تكفى لبل سطح التربة، وبل أوراق النبات، وإلا فقد السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الري، يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الري لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الري بالرش بدون تسميد لعدة دقائق؛ والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق، والتخلص من آثاره فى كل جهاز الري بالرش، كما يساعد هذا الإجراء على تحريك السماد فى التربة.

٤- يمكن استخدام سماد نترات الجير (عبود) كمصدر رئيسى للتسميد بالكالسيوم والنيروجين. يضاف السماد عن طريق التربة - تكبيشاً - إلى جانب النباتات على دفعات نصف شهرية، تبدأ عند بداية الإزهار، بمعدل ٢٥ كجم للفدان فى كل مرة. وقد يفيد الرش بنترات الكالسيوم النقية (وهى سريعة الذوبان فى الماء) فى سد حاجة النبات السريعة إلى عنصر الكالسيوم، وهى تستخدم بمعدل ٢,٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

٥- يمكن - كذلك - استخدام رائق السوبر فوسفات العادى مع إضافته رشاً على النباتات (وليس مع ماء الري بالرش) بتركيز ٥٠-٢٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء حسب حاجة النبات، مع تكرار الرش كل أسبوعين حسب الحاجة. كما يمكن استخدام التربل سوبر فوسفات بدلاً من السوبر فوسفات العادى، ولكن بنحو ثلث التركيز المستخدم من السوبر فوسفات العادى.

٦- كما يمكن استخدام رائق سلفات البوتاسيوم بتركيز ١٥٠-٢٥٠ كجم/١٠٠ لتر ماء رشاً على الأوراق خلال مرحلة نضج الثمار.

برنامج تسميد الطماطم فى الأراضى الثقيلة

تضاف الأسمدة العضوية التى أسلفنا بيانها فى حالة الأراضى الرملية مع ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات كالسيوم إضافية، مع خلطهما جيداً قبل قلبهما فى التربة. وفى حالة الزراعة بعد المحاصيل التى تترك مخلفات عضوية عالية فى نسبة ما تحتويه من كربون إلى نيتروجين، مثل مخلفات الأرز والقمح.. يُضاف ١٠٠ كجم من سماد سلفات النشادر لتعويض ما يفقد من نيتروجين بفعل نشاط البكتيريا التى تقوم بتحليل المخلفات العضوية، ولتنشيط هذه البكتيريا.

أما فى حالة عدم إضافة الأسمدة العضوية فى أراضٍ جيرية أو عالية القلوية، فإنه يحسن تقسيم كمية السوبر فوسفات الموضحة أعلاه إلى دفعتين متساويتين، تضاف إحداها أثناء تجهيز الحقل للزراعة، وتضاف الأخرى عند رية المحاياء. ويفضل كذلك إضافة ١٥٠ كجم كبريت زراعى أثناء تجهيز الحقل للزراعة + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم. ولتعظيم الاستفادة من الكبريت يحسن نثره على ريشة الزراعة بعد التخطيط ثم تقلبيه فى التربة بالفأس ليكون بعد ذوبانه فى مستوى الجذور؛ علمًا بأن الشتلات تستجيب لإضافة الكبريت حتى ٤٠٠ كجم للفدان. هذا.. ويفضل إجراء رية كدابة قبل رية الشتل والزراعة.

ونظرًا لأن معظم زراعات الطماطم فى الأراضى الثقيلة تروى بطريقة الغمر؛ فإننا نوجه جُلَّ اهتمامنا إلى كيفية التسميد عند الرى بالغمر، مع الإشارة إلى كيفية التسميد - عند اتباع طريقتى الرى بالتنقيط والرى بالرش - فى نهاية هذا الجزء.

أولاً: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالغمر

يخصص لكل فدان من الطماطم كميات الأسمدة التالية:

١- حوالى ٢٠-٣٠ م^٣ من السماد البلدى (سماد الماشية)، أو نحو ١٥-٢٠ م^٣ سماداً بلدياً مع ١٠ م^٣ من سماد مخلفات الدواجن. قد تضاف كل الكمية عند تجهيز الأرض بعد الحرثة الأولى، أو قد تقسم إلى دفعتين متساويتين تضاف إحداها عند تجهيز الأرض، بينما تضاف الثانية بعد نحو شهر من الشتل فى قناة المصطبة؛ ثم يُردَّم عليها فى العزقة الأولى.

٢- من ٤٥-٦٠ كجم وحدة فوسفور (P_2O_5)، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. يستعمل السوبر فوسفات العادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور. قد تضاف كل كمية السماد المخصصة للفدان نثرًا مع السماد العضوى عند تجهيز الأرض بعد الحرثة الأولى، ولكن يفضل تقسيمها إلى دفعتين متساويتين، تضاف إحداها عند

تجهيز الأرض، بينما تضاف الثانية بعد نحو شهر من الشتل فى قناة المصطبة، ثم يُردم عليها فى العزقة الأولى.

٣- من ٨٠ - ١٠٠ كجم نيتروجيناً (N)، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. تستعمل اليوريا كمصدر للنيتروجين فى بداية حياة النبات وفى الجو البارد، وتستعمل سلفات الألومنيوم فى الدفعات الأولى للاستفادة من تأثيرها الحامضى، ويفضل استعمال نترات الأمونيوم خلال مراحل الإزهار وعقد الثمار، واستعمال نترات الجير المصرى (عبود) خلال المراحل الأولى لعقد الثمار؛ لتوفير الكالسيوم الذى يحتاجه النبات خلال تلك المرحلة؛ لتجنب إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى.

ونظراً لسهولة فقد النيتروجين من التربة؛ فإنه يتعين إضافة الكمية المخصصة للفدان فى ثلاث دفعات بمعدل ٢٥-٣٠، و ٢٥-٣٥، و ٣٠-٣٥ كجم N للفدان بعد حوالى ٤، ٧، و ١٠ أسابيع من الزراعة، مع التريدم عليها أثناء العزيق، ويراعى إضافة الحد الأقصى - فى كل موعد - عند زراعة الهجن.

٤- من ٦٠ - ٨٠ كجم وحدة بوتاسيوم (K_2O) للفدان، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. تستعمل سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، وتفضل إضافة الكمية المخصصة للفدان فى ثلاث دفعات - مع النيتروجين - ولكن بمعدل ١٥-٢٠، و ٢٠-٢٥، و ٢٥-٣٥ كجم K_2O_5 للفدان فى الدفعات الثلاث على التوالى.

وبذا.. تكون الكميات المستعملة للفدان من مختلف الأسمدة، ومواعيد إضافتها على

النحو التالى:

الموعد	السماذ البلدى (٣م)	سماذ الدواجن (٣م)	P_2O_5 (كجم)	N (كجم)	K_2O (كجم)
بعد الحرثة الأولى	١٠-٧,٥	٥	٣٠-٢٢,٥	-	-
بعد ٤ أسابيع من الشتل	١٠-٧,٥	٥	٣٠-٢٢,٥	٣٠-٢٥	٢٠-١٥
بعد ٧ أسابيع من الشتل	-	-	-	٣٥-٢٥	٢٥-٢٠
بعد ١٠ أسابيع من الشتل	-	-	-	٣٥-٣٠	٣٥-٢٥
الإجمالى	٢٠-١٥	١٠	٦٠-٤٥	١٠٠-٨٠	٨٠-٦٠

وبالإضافة إلى الأسمدة التي تقدم بيانها.. فإن نباتات الطماطم تُعطى ثلاث رشات بأسمدة العناصر الصغرى الورقية بعد نحو ٤، ٧، و١٠ أسابيع من الشتل. يتراوح تركيز محلول الرش - عادة - بين ٠,١٪، و٠,١٥٪، ويلزم للفدان حوالى ٢٠٠، ٣٠٠، و٤٠٠ لتر من محلول الرش فى الرشات الثلاث على التوالي.

ولقد اقترح مركز البحوث الزراعية (٢٠١٣) برنامج التسميد الموضح فى جدول (٥-٦) فى الأراضى السوداء التى تروى بالغمر.

جدول (٥-٦): نظام لتسميد الطماطم (بالكيلوجرام للفدان) فى الأراضى السوداء التى تُروى بالغمر.

موعد التسميد	الأصناف والهجن المبكرة ذات العقد المركز	الأصناف والهجن القوية ذات العقد الممتد
أمام رية المحاية بعد الشتل بنحو ١٥-٢٠ يوماً	١٥٠ كجم سلفات نشادر	٢٠٠ كجم سلفات نشادر
بعد الشتل بنحو ٤٥-٥٠ يوماً	٥٠ + كجم سلفات بوتاسيوم	١٠٠ + كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الشتل بنحو ٧٥-٧٠ يوماً	٢٠٠ كجم سلفات نشادر	٢٥٠ كجم سلفات نشادر
بعد الشتل بنحو ٩٠ يوماً من الشتل	١٠٠ + كجم سلفات بوتاسيوم	١٠٠ + كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الجمعة الثانية	٢٠٠ كجم نترات الجير	٣٠٠ كجم نترات الجير
	أو ١٠٠ كجم نترات نشادر	أو ١٥٠ كجم نترات نشادر
	١٠٠ كجم نترات الجير	٢٠٠ كجم نترات نشادر
	أو ٥٠ كجم نترات نشادر	١٠٠ + كجم سلفات بوتاسيوم
	-	٢٠٠ كجم نترات الجير
		أو ١٠٠ كجم نترات نشادر

كما اقترحت شركة ساكاتا للبذور برنامج التسميد التالى لهجن الطماطم فى الأراضى السوداء:

- قبل الزراعة: ٢٠-٣٠ م^٣ سماد عضوى + ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات + ١٠٠ كجم كبريت زراعى.
- أثناء النمو فى الحقل:

١- بعد الشتل وحتى ٣٠ يوم من الشتل: ١٥٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم

يوريا + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم.

٢- خلال فترة الـ ٣٠-٧٥ يوماً التالية للشتل: ١٥٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ١٠٠ كجم نترات كالسيوم.

٣- بعد الجمعة الأولى: ٥٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ٥٠ كجم نترات كالسيوم.

ثانياً: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الري بالتنقيط أو بالرش

عند ري الطماطم في الأراضي الثقيلة بطريقة التنقيط، أو بالرش فإن النباتات تُعطى برنامجاً للتسميد يتساوى - من حيث كميات العناصر السمادية المستعملة - مع الكميات المستعملة في حالة الري بالغمر في الأراضي الثقيلة، ويتشابه - من حيث نوعيات الأسمدة المستخدمة، ومواعيد وطرق إضافتها - مع ما سبق بيانه بالنسبة لهذه الأمور في حالتى الري بالتنقيط وبالرش - على التوالى - في الأراضي الصحراوية. هذا.. ويمكن في حالة الري بالرش - إضافة الأسمدة المقرر إضافتها إلى التربة مباشرة (وليس مع مياه الري) في عدد أقل من الدفعات، كما في حالة الري بالغمر. أما في حالة إضافة الأسمدة مع مياه الري بالرش فلا بد من الاستمرار في توزيعها على عدة دفعات، لكي تكون بتركيزات منخفضة لا تحدث ضرراً للنباتات.

ولقد اقترح مركز البحوث الزراعية (٢٠١٣) برنامج التسميد التالى للطماطم في الأراضي الرملية عند إجراء الري بطريقة التنقيط.

أولاً: في حالة استعمال الأسمدة البسيطة (المعدلات للفدان):

١- ابتداء من بعد استقرار الشتلة وحتى ٣٠ يوماً من الشتل يكون التسميد كما

يلى:

اليوريا بمعدل ٢ كجم مرة واحدة أسبوعياً.

سلفات النشادر بمعدل ٣ كجم أربع مرات أسبوعياً.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٣ كجم مرتان أسبوعياً.

حامض الفوسفوريك بمعدل ٢,٥ كجم مرتان أسبوعياً.

٢- خلال الشهر الثاني بعد الشتل يكون التسميد كما يلي :

نترات النشادر بمعدل ٤-٥ كجم ثلاث مرات أسبوعياً.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٦ كجم مرتان أسبوعياً.

حامض الفوسفوريك بمعدل ٢ كجم مرتان أسبوعياً.

٣- بعد شهرين من الشتل وحتى قبل توقف الحصاد بعشرة أيام يكون التسميد كما

يلي :

نترات النشادر بمعدل ٦ كجم مرتان أسبوعياً.

نترات كالسيوم بمعدل ٥ كجم مرة واحدة أسبوعياً.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٨ كجم ثلاث مرات أسبوعياً.

حامض الفوسفوريك بمعدل ١,٥ كجم مرتان أسبوعياً، مع وقف التسميد بالفوسفور

عند بداية الحصاد.

٤- بعد حصاد نحو ٤٠٪ - ٥٠٪ من المحصول المتوقع تُخَفَّض كميات الأسمدة

المبينة تحت (٣) تدريجياً إلى أن يُوقَف التسميد تماماً قبل انتهاء الحصاد بنحو ١٠ أيام.

ثانياً: في حالة استعمال الأسمدة المركبة (المعدلات للفدان) :

١- ابتداء من بعد استقرار الشتلة وحتى ٣٠ يوماً من الشتل يكون التسميد كما يلي :

سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٤ كجم أربع مرات أسبوعياً.

٢- خلال الشهر الثاني بعد الشتل يكون التسميد كما يلي :

سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٦ كجم + ٤ كجم سلفات بوتاسيوم ثلاث مرات أسبوعياً،

أو سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٤ كجم ثلاث مرات أسبوعياً + سماد مركب ١٣-٣-٤ بمعدل ٤ كجم ٣ مرات أسبوعياً.

٣- بعد شهرين من الشتل وحتى قبل توقف الحصاد بعشرة أيام يكون التسميد كما

يلى :

سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٨ كجم + سلفات بوتاسيوم بمعدل ٦ كجم ٣-٤ مرات أسبوعياً،

أو سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٦ كجم + سماد مركب ١٣-٤-٤ بمعدل ٦ كجم ٣-٤ مرات أسبوعياً.

٤- بعد حصاد نحو ٤٠٪ - ٥٠٪ من المحصول المتوقع تُخفّض كميات الأسمدة المبينة تحت (٣) تدريجياً إلى أن يوقف التسميد تماماً قبل انتهاء الحصاد بنحو ١٠ أيام.

وقد تزداد كميات الأسمدة البسيطة والمركبة المستعملة عن تلك المبينة أعلاه حسب مدى قوة الهجن المزروعة ومدة بقائها في الأرض، وكذلك في حالة الزراعة السلكية.

ولقد اقترحت شركة ساكاتا للبذور برنامج التسميد التالى للطماطم فى الأراضى الرملية عند إجراء الرى بطريقة التنقيط:

• قبل الزراعة: ٢٠-٣٠ م سماد بلدى + ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات + ١٠٠ كجم كبريت زراعى + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم.

• أثناء النمو فى الحقل.. يُعطى برنامج التسميد التالى ٤ مرات أسبوعياً، بالإضافة إلى ١٠ كجم نترات كالسيوم مرة واحدة أسبوعياً للفدان:

١- من الشتل حتى بداية التزهير: سماد ١٩-١٩-١٩ بمعدل ٥ كجم + ٢٥٠ جم سلفات مغنيسيوم + ١٥٠ جم عناصر صغرى.

٢- من بداية التزهير حتى بداية الحصاد: سماد ١٩-١٩-١٩ بمعدل ٣ كجم + سماد ١٢-١٢-٣٦ بمعدل ٥ كجم + ٥٠٠ جم سلفات مغنيسيوم + ٢٥٠ جم عناصر صغرى.

٣- من بداية الحصاد ولدة أسبوعين: سماد ١٩-١٩-١٩ بمعدل ٣ كجم + سماد ١٢-١٢-٣٦ بمعدل ٣ كجم + ٢٥٠ جم سلفات مغنيسيوم + ١٥٠ جم عناصر صغرى.

ويراعى فى تسميد الطماطم فى الأراضى الرملية التى تروى بالتنقيط، ما يلى:

١- يُسمد بنترات الكالسيوم تكبيشاً بمعدل ١٥٠ كجم للفدان تضاف فى ثلاث دفعات بدءاً من بعد العقد مباشرة، ثم كل ١٥ يوماً، وتكون إضافتها بجوار النقاطات، أو قد تُضاف من خلال السمادة بمعدل ٦ كجم مرة واحدة أسبوعياً بدءاً من بداية العقد وحتى بداية الحصاد. وقد يُستخدم أى سماد ورقى غنى بالكالسيوم مرة كل ١٠ أيام خلال نفس الفترة.

٢- يُسمد بالعناصر الصغرى إما رشاً على المجموع الخضرى أربع مرات بدءاً من نهاية الشهر الأول بعد الشتل، ثم كل ١٥ يوماً، وذلك بمعدل ١٠٠ جم من كل من عناصر الحديد والزنك والمنجنيز فى صورة مخلبية + ٢٥ جم نحاس لكل ١٠٠ لتر ماء، وإما أن يكون التسميد مع ماء الرى بالتنقيط أربع مرات كذلك فى نفس التوقيتات السابق ذكرها، وذلك بمعدل ٢٥٠ جم من كل من سلفات الحديد وسلفات الزنك وسلفات المنجنيز + ٥٠ جم نحاس. تضاف تلك الكميات مع ماء الرى فى يوم لا يكون فيه تسميد بعناصر أخرى. ولا يُفضل التسميد بالعناصر الصغرى عن طريق السمادة فى الأراضى عالية القلوية أو العالية فى محتواها من الجير، وإنما يكون التسميد فيها عن طريق الرش.

٣- إذا زادت ملوحة مياه الرى عن ٢٠٠٠ جزء فى المليون (EC: ٣,١ مللى موز/سم) يُفضل التسميد باليوريا كمصدر للأزوت، مع تقسيم كميات الأسمدة المستعملة

على ست مرات أسبوعياً بدلاً من خمس، ومع مراعاة التغذية بالأحماض الأمينية والزنك المخلبي.

٤- التسميد بالكبريت بمعدل ١٠٠-١٥٠ كجم للفدان تكبيشاً عند بداية التزهير في الأراضي العالية القلوية (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

تحسين النمو والإثمار ومكافحة أمراض ما بعد الحصاد بالمعاملة بالمورينجا وزيت الأوريغانو

أحدث رش نباتات الطماطم الشيرى مرتين شهرياً بمستخلص أوراق المورينجا (وهي: *Moringa oleifera*) بتركيز ٣,٣٪ (وزن/حجم) زيادة جوهرياً جداً في عدد الفروع والأزهار، مقارنة بما أحدثته معاملة الكنترول. كذلك أنتجت معاملة الجذور مرتين شهرياً بمستخلص أوراق المورينجا أو بالـ *trans-zeatin* أكبر عدد من الثمار/نبات وكانت الزيادة جوهرياً جداً، مقارنة بما أنتجته معاملة الكنترول (Basra & Lovatt ٢٠١٦).

كما أحدثت معاملة نباتات الطماطم خلال مرحلة الإثمار - قبل الحصاد - بزيت الأوريغانو *oregano* الأساسى فى بوليمر مكوّن لغشاء مغلف *film-formin dispersions* (أساسه بوليمرات بيولوجية من الشيتوسان أو الميثيل سيليلوز *nethylcellulase*).. أحدثت مكافحة فعّالة للفطر *Rhizopus stolonifer* بالثمار (Perdones وآخرون ٢٠١٦).

مقارنة الزراعة العضوية بالتقليدية

بدا أن الزراعة العضوية تتفوق فى المحصول على الزراعة التقليدية فى الأراضي الرملية، وليس فى الأراضي الطميية، وخاصة عند ضعف التسميد الآزوتى وقلة مياه الري، ولكن توقف حدوث هذا التفوق ومداه على الصنف المستخدم فى الزراعة وعلى موسم الزراعة، كما لم يحدث تحسُّن فى نوعية الثمار فيما يتعلق بمحتواها من المواد المضادة للأكسدة إلا فى أصناف دون غيرها وفى مواسم معينة (De Pascale وآخرون ٢٠١٦).

ولقد وُجد أن الإنتاج العضوى للطماطم يقل - فى المتوسط - بمقدار ٣٦٪ عن الإنتاج التقليدى مع المكافحة المتكاملة للآفات. وقد انخفض محتوى الثمار المنتجة عضوياً من كل من حامضى الستريك والجلوتامك. وعلى الرغم من عدم تأثر محتوى السكريات جوهرياً فإن نسبة مكافئات السكر إلى حامض الستريك والجلوتامك ازدادت فى الثمار المنتجة عضوياً. وربما أدى الإنتاج العضوى لزيادة كل من الجلوكوز والفراكتوز. أما مستويات الليكوبين فلم تتأثر بنظام الإنتاج، بينما ازداد محتوى البيتاكاروتين فى الإنتاج العضوى (Lahoz وآخرون ٢٠١٦).