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 الشد الرطوبى 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 — أساسًا — إلى نقص فى حجم الثمار وليس فى عددها. ولكن ذلك كان مُصاحبًا 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)، وتحسَّن كل من لون الثمار، وحجمها، وحموضتها المعايرة، وازداد محصول المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة الكلية من الفدان.

هذا.. وعند إجراء الرى بالتنقيط تتوزع جذور الطماطم بنسبة ٨٨٪-٩٦٪ فى الأربعين سنتيمترًا السطحية من التربة، ويقل انتشارها سريعًا بعد ذلك العمق. وتتواجد معظم الجذور فى منطقة التنقيط قريبًا من جذع النبات. وعندما كانت خطوط الزراعة على مسافة ١,٥م 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 لإعطاء 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 لونًا أخضرًا باهتًا مشوبًا بالصفرة. أما الأوراق الكبيرة فإنها تصبح صفراء اللون، وتكتسب عروقها لونًا ورديًا، وتموت مبكرًا. 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 محدودًا، بينما تكون النباتات بحاجة للآزوت ليكون نموها الخضرى قويًا 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: السكروز 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 أيًّا كانت صورته المستعملة. وقد وجد أن الطماطم نادرًا ما تستجيب لزيادة معدل التسميد الآزوتى عن ١٧٠–٢٠٠ كجم للهكتار (٧٠–٨٥ كجم للفدان).

ووُجد أن النسبة المناسبة من النترات إلى الأمونيوم عند إجراء التسميد فى مشاتل الطماطم هى ٧٥ : ٢٥ فى حالة النباتات غير المعرضة لظروف الشدِّ، و٥٠ : ٥٠ فى حالة النباتات المعرضة لشدِّ البرودة (Liu وآخرون ٢٠١٧).

هذا.. ولا يوصى برش نباتات الطماطم بكبريتات الأمونيوم بأى تركيز (مرة أو مرتان أسبوعيًّا) 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 والثمرى للطماطم – والتى 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، والسكروز، 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 جدًّا من العنصر، فإنها تكون ضعيفة جدًّا فى النمو الخضرى ومثمرة، لكنها تكون أقل محصولاً من نباتات المجموعة الثانية.

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

٥- تؤدى زيادة الآزوت الميسر، وخاصة الآزوت النتراتى — أيًّا كانت الظروف البيئية الأخرى — إلى زيادة محتوى النباتات من الرطوبة، ونقص محتواها من السكروز، والسكريات عديدة التسكر، والمادة الجافة.

٦- لا تثمر النباتات عند زيادة محتواها من النيتروجين، أو من المواد الكربوهيدراتية، وإنما عندما يصل محتواها منها — أى 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 فى النباتات ذات النمو الخضرى الغزير، وقد تبقى متصلة بالساق لعدة أيام دون نمو فى حالات النمو الخضرى الضعيف.

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

ولقد دُرس تأثير تطعيم الطماطم Moneymaker على الأصل Maxifort (وهو هجين نوعى: *S. lycopersicum* × *S. habrochaites*)، وpH المحلول المغذى (٣,٥، ٤,٥، ٥,٥، ٦,٥، ٧,٥)، ونسبة النترات NO_3^- إلى الأمونيوم NH_4^+ (١٠٠: صفر، و٧٠: ٣٠، و٣٠: ٧٠، وصفر: ١٠٠) على النمو والمحصول والجودة. لم يكن لـ pH المحلول المغذى

تأثير جوهرى على النمو الخضرى، لكن وجد أن الوزن الجاف للنمو الخضرى ومحتوى الكالسيوم والمغنيسيوم انخفضت بشدة عندما استعمل النيتروجين الأمونيومى — فقط — كمصدر للآزوت — وكانت أعلى تركيزات للكالسيوم والحديد والزنك والنحاس فى النباتات المطعومة مقارنة بالتركيزات فى النباتات غير المطعومة. وقد انخفض النمو النباتى والمحصول استجابة للزيادة فى الأمونيوم فى المحلول المغذى. وكان النقص فى المحصول الصالح للتسويق مع انخفاض نسبة النترات إلى الأمونيوم فى المحلول المغذى مرده إلى زيادة فى حالات الإصابة بتعفن الطرف الزهرى. وكان التأثير السلبى لزيادة نسبة الأمونيوم مصاحبًا بانخفاض فى محتوى الأنسجة النباتية من كل من الكالسيوم والمغنيسيوم. هذا.. ولم يكن تطعيم الطماطم على الأصل Maxifort فعّالاً فى التخلص من التأثير السلبى للتغذية بالأمونيوم على محصول الثمار (Borgognone وآخرون ٢٠١٣).

الفوسفور

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

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

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

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

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

وتجدر الإشارة إلى وجود علاقة عكسية بين زيادة معدلات التسميد الفوسفاتى وامتصاص النباتات لعنصر البورون؛ الأمر الذى يعنى أهمية تجنب الإفراط فى التسميد بالفوسفور.

البوتاسيوم

من أهم الأعراض الأولى التى تميز نقص عنصر البوتاسيوم فى الطماطم ظهور تجعّد دقيق على الأوراق الحديثة، بينما تكتسب الأوراق الكبيرة لونًا أخضر قاتمًا فى البداية، ولكنه سريعًا ما يتحول إلى اللون الأخضر المصفر عند حواف الوريقات ويعقب ذلك امتداد هذه الأعراض نحو مركز الوريقات بين العروق، وكثيرًا ما يتغير لون الأنسجة المتأثرة إلى اللون البرتقالى الزاهى، وتكون سهلة التقصف، ثم تتحول إلى اللون البنى، وتموت فى نهاية الأمر.

وتكون سيقان النباتات التى تعانى من نقص البوتاسيوم صلبة ومتخشبة، وتفشل فى الزيادة كثيرًا فى السمك. هذا.. بينما تبقى جذور النباتات رفيعة، وقد تصبح بنية اللون.

ولا توجد مشاكل خاصة بالتسميد البوتاسى، وإن كان من الضرورى 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 أحيانًا، 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 يؤدى 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 دورًا أساسيًّا 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 المعايرة والحموضة الكلية؛ وهو ما يعنى تحسّن طعم الثمار بزيادة التسميد البوتاسى.

كذلك يؤدى 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 الخضرى أو الزهرى لنباتات الطماطم، والتى تتمثل فى موت القمة النامية والوريقات الطرفية، مع فشل الأزهار فى العقد ومع موت البراعم الطرفية فى العناقيد الزهرية.

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

هذا.. ويُفيد الرش بالأسمدة الورقية الغنية بالكالسيوم المخلبى فى الوقاية من الإصابة بتعفن الطرف الزهرى.

ومن تلك الأسمدة، ما يلى:

السماد	الكالسيوم المخلبى (٪)
ميكروكات كالسيوم / بورون	٦
سوليد إكسترا	٧
جولدن كالبور	١١
كالسيوستار	١٤
بورامين	١٩

المغنيسيوم

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

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

العناصر الصغرى

الحديد

يؤدى نقص الحديد إلى اكتساب الأوراق القمية لنبات الطماطم لونًا أخضر باهتًا مصفرًا، مع ظهور تبرقشات صفراء بين العروق تبدأ من قاعدة الورقة المركبة وقواعد الوريقات، كما يتقزم النمو. وفى بداية تطور الأعراض تبقى عروق الأوراق خضراء اللون، وتبدو كشبكة دقيقة خضراء على خلفية صفرا 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 بعيدًا عن العروق، ثم تزداد تدريجيًّا فى المساحة إلى أن تلتحم معًا. كذلك يقل نمو المجموع الجذرى، وتكون الجذور أقصر وأقل سمكًا مما تكون عليه فى النمو الطبيعى، ويظهر بعض التلون البنى فى القمم النامية.

النحاس

من أهم أعراض نقص النحاس بطء النمو وتقزمه، والتفاف حواف الأوراق إلى أعلى نحو الداخل، مع ظهور انسفاع 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 فى الأراضى القلوية، خاصة عند زيادة التسميد الفوسفاتى. ومن أهم أعراض نقص العنصر قِصَر السلاميات، وتوقف النمو الخضرى، مع ظهور اصفرار بين العروق فى الأوراق السفلية للنبات، ومع انتشار الاصفرار فى الأوراق الأعلى بصورة تدريجية، .وتكتسب الأوراق السفلى لونًا بنيًّا فى نهاية الأمر. ومن الأعراض الأخرى التى 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

يؤدى نقص البورون إلى ضعف النمو الجذرى، 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 الجانبى، وتحدث تغيرات خلوية غير طبيعية. كما وجد أن نقص البورون يرتبط جوهريًّا بضعف الإزهار، والعقد، ونقص حجم الثمار المتكونة، مع ظهور أنسجة فلينية 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 والثانى 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 الفوسفاتى أو البوتاسى.

الموليبدنم

لا تظهر أعراض نقص الموليبدنم — غالبًا — فى الأراضى القلوية، وهى التى تكون على صورة تبرقش واضح على الأوراق السفلى للنبات.

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

وعمومًا.. فإنه يتم التسميد بالعناصر الصغرى رشًّا إما فى الصورة المخلبية (لعناصر الحديد والزنك والمنجنيز) 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 يومًا.

ولقد قدم Passam وآخرون (٢٠٠٧) عرضًا شاملاً لكلٍ من تغذية الطماطم بالعناصر المعدنية الضرورية الكبرى والصغرى، واستجابتها لكل من العناصر المفيدة والثقيلة (النيكل والسيليكون والسيلينيم والألومنيوم والكوبالت والزئبق) 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 — تدريجيًّا 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 — تدريجيًّا — 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 نسبيًّا، كما

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

كذلك وجد Wilcox وآخرون (١٩٦٢) أن نمو نباتات الطماطم ازداد طرديًّا بزيادة التسميد بالفوسفور فى درجات الحرارة المرتفعة نسبيًّا وهى ١٤، و١٦ °م، بينما لم تحدث استجابة عندما كانت حرارة التربة ١٣ °م، وذلك مع أن تركيز الفوسفور ازداد فى أنسجة النباتات بزيادة التسميد الفوسفاتى فى كل درجات الحرارة. كما توصل Davis & Lingle (١٩٦١) من دراستهما على نباتات الطماطم النامية فى محلول هوجلند المغذى — فى حرارة تراوحت بين ١٣ و٢٧ °م — إلى أن زيادة تركيز المحلول من خُمس التركيز الكامل إلى التركيز الكامل لم تصاحبها زيادة فى النمو إلا فى 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 منخفضًا بوجه عام، ولكنه يزيد زيادة كبيرة خلال مرحلة الإزهار. ويتشابه البوتاسيوم مع النيتروجين فى امتصاص النباتات له بكميات كبيرة نسبيًّا، ولكن الامتصاص يزيد بشدة خلال مرحلتى الإزهار وبداية الإثمار، ثم ينخفض قليلاً بعد ذلك.

وعلى الرغم من اختلاف أصناف الطماطم فى كمية العناصر التى تمتصها من التربة، إلا أن الكميات تتقارب عند تساوى المحصول، ويُوضح 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 فى تخطيط البرنامج التسميدى لكل من الطماطم، والمحاصيل التى تليها فى الدورة، لأن جزءًا كبيرًا من النيتروجين الممتص يعود للتربة مرة أخرى عند قلب

النموات الخضرية للطماطم فيها بعد الحصاد، بينما تُزال معظم الكميات الممتصة من الفوسفور والبوتاسيوم نهائيًا 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 الرى أو الغسيل، ونسبة ما يثبّت منها فى التربة. ويعتبر تثبيت الفوسفور هو العامل الأول المسئول عن إضافة كميات من العنصر تزيد — كثيرًا — 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^2 فى الثانية. ويبدو أن الضوء يُسرع 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) فى حالة عدم التطعيم، علمًا بان المحصول الصالح للتسويق بلغ ٥٦–٧١ طنًا للهكتار (٢٣,٥– ٣٠ طن للفدان) فى حالة التطعيم، و ٤٣–٥٣ طنًا للهكتار (١٨–٢٢,٣ طن للفدان) فى حالة عدم التطعيم (Djidonou وآخرون ٢٠١٥).

طرق التعُرف على مدى الحاجة إلى التسميد

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

تحليل التربة

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

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

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

تفسير نتيجة التحليل	الفوسفور (الاستخلاص بالبيكربونات)	البوتاسيوم (الاستخلاص بخلات الأمونيوم)	الزنك (الاستخلاص بالـ DPTA)	الأملاح الذائبة (المجون المشبع)	البورون (المجون المشبع)
منخفض	ppm ١٥ >	ppm ١٣٠ >	ppm ٠,٥ >	dS/m ٢ >	ppm ١ >
متوسط	ppm ١٥–٢٥	ppm ١٣٠–٢٠٠	ppm ٠,٥–١,٠	dS/m ٢–٤	ppm ١–٥
عالى	ppm ٢٥ >	ppm ٢٠٠ >	ppm ١,٠ >	dS/m ٤ >	ppm ٥ >

>: أقل من <: أكثر من

ppm: جزء فى المليون dS/m: ديسى سيمنز/م = ملى موه/سم

تحليل النبات

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

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

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

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

جدول (٦-٤): طرق التحليل الشائعة للعناصر الكبرى بالأوراق وتفسير نتائج التحليل (UC IPM ٢٠٠٧).

الجزء النباتى	العنصر	عند بداية الإزهار	مرحلة الإزهار الكامل
الورقة الكاملة	% N	٤,٦-٥,٢	٣,٥-٤,٥
	% P	٠,٣٢-٠,٤٩	٠,٢٥-٠,٤١
	% K	٢,٢-٣,٥	١,٦-٣,١
عنق الورقة	النيتروجين النتراتى (جزء فى المليون)	٨٠٠٠-١٢٠٠٠	٤٠٠٠-٨٠٠٠
	PO_4^-:P (جزء فى المليون)	٢٥٠٠-٣٥٠٠	٢٠٠٠-٣٠٠٠
	% K	٥,٠-٨,٠	٣,٠-٥,٠

وقد بين Beverly (١٩٩٤) أنه بالإمكان الاعتماد على تحليل العصير الخلوى المستخلص من سيقان بادرات الطماطم فى التعرف على مستوى النيتروجين فيها، حيث كان توفر النيتروجين النتراتى بتركيز لا يقل عن ٥٠٠ ميكروجرامًا/ مل من العصير (حوالى ٥٠٠ جزء فى المليون) كافيًا لمنع التوقف فى نمو البادرات.

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

كما بيّنت دراسات Hochmuth (١٩٩٤) على الطماطم وعديد من محاصيل الخضر الأخرى أن تركيز كل من النيتروجين والبوتاسيوم فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق يرتبط ارتباطًا عاليًا مع تركيز كل منهما — على التوالى — فى الأوراق الكاملة. وقد تناقص تركيز كلا العنصرين مع تقدم موسم النمو.

هذا.. إلا إنه وُجد أن تقدير تركيز النيتروجين فى الأنسجة الورقية أفضل للتخطيط للتسميد والتنبؤ بالمحصول الصالح للتسويق عن تقدير تركيز النيتروجين النتراتى فى

نسغ sap أعناق الأوراق. فعلى الرغم من وجود ارتباط عالٍ جدًّا بين التقديرين، فإنه كان بغير ذى معنى؛ نظرًا لأنهما (تقدير النيتروجين النتراتى بأعناق الأوراق وتقدير النيتروجين فى الأنسجة الورقية) ارتبطا سلبيًّا وإيجابيًّا — على التوالى — مع محصول الثمار فى معظم الحالات (Carson وآخرون ٢٠١٦).

التسميد العضوى لحقل الزراعة

لا يستخدم السماد العضوى الطازج، وإنما يتعين كمره جيدًا قبل استعماله للتخلص من بذور الحشائش وبيض الحشرات والنيماتودا، 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 جيدًا، 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 الفرتجة 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 الفرتجة بدون إضافة حامض الهيوميك (Suman وآخرون ٢٠١٧).

برنامج تسميد ألطماطم 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 فى هذه الأراضى يتوقف على التسميد الجيد الذى يجب أن يراعى فيه ما يلى:

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 فقدها بالرشح.

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

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

أولا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط

١- أسمدة تضاف قبل الزراعة:

تُضاف الأسمدة التالية فى الفج الذى يتم عمله لوضع الأسمدة: ٤٠ م^{٣} سماد بلدى متحلل أو مكمور، 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 جيدًا بالتربة، فإنه يتم الترديم عليها لتصبح تحت خط خراطيم الرى، ثم يتم رى الحقل لمدة ٣-٤ ساعات يوميًّا لمدة ثلاثة أيام قبل الزراعة، لضمان حُسن تخمر الأسمدة، ولتجنب أضرارها على الشتلة عند زراعتها (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

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

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

أ- كميات الأسمدة:

يستمر تسميد الطماطم بعد الشتل بالعناصر الأولية، وهى النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم. ويسمد الفدان الواحد بنحو ٨٠-١٠٠ كجم نيتروجينًا (N)، و٣٠ كجم فوسفورًا (P_2O_5)، و٨٠-١٠٠ 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 إضافى 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 اعتمادًا 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.. فهى لا تستفيد منها خلال تلك الفترة، كما أن الأراضى الصحراوية تعد فقيرة جدًّا فى محتواها من العناصر الغذائية إذا ما قورنت بالأراضى الثقيلة؛ ولذا.. فإن التسميد يجب أن يبدأ فى الأراضى 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 — يوميًّا — بتركيز ٠,٢٪؛ بهدف توفير علاج سريع لحالات نقص الآزوت؛ نظرًا لسرعة امتصاصها ووصولها إلى جميع أجزاء النبات فى خلال ٢٤ ساعة من عملية الرش.

وعلى الرغم من أنه يوصى دائمًا باستعمال المصادر الأمونيومية للنيتروجين — لأنها أرخص ثمنًا ولا تتعرض للفقد مع مياه الصرف مثلما تتعرض المصادر النتراتية للنيتروجين — إلا أن تحقيق ذلك يتطلب سعة تبادلية كاتيونية عالية فى التربة، وهو ما لا يتوفر فى الأراضى الرملية.

(٢) الأسمدة الفوسفاتية:

يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور فى حالة التسميد الأرضى، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الرى، حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف إليه، لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الرى ؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الرى. وقد تستخدم الأسمدة الفوسفاتية التى تذوب فى 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 الرى يبقى فى التربة قريبًا من النقاطات — مما يعنى عدم تعرض كل المجموع الجذرى للنبات إلى الفوسفور المضاف — إلا أن ذلك يكون كافيًا لقيام النباتات بامتصاص حاجتها من العنصر.

(٣) الأسمدة البوتاسية:

تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم. وإذا وُجدت صعوبة فى إذابتها فى مياه الرى فإنه يحسن خلطها جيدًا مع حامض النيتريك التجارى (المخفف بالماء) بنسبة ٤ من السماد إلى ١ من الحامض التجارى. يترك المخلوط يومًا 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 المركّز 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 سمادًا كاملاً، ويجرى ذلك على النحو التالى:

• يضاف ٢٠ لترًا من حامض الكبريتيك المركز إلى برميل يتسع لنحو ٢٠٠ لترًا، ويحتوى على ٦٠ لترًا 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 ٣/٤ — ١,٥ لتر من حامض الفوسفوريك مع التقليب المستمر، علمًا بأن الكمية المستعملة منه تقل تدريجيًّا إلى أن تصل إلى الحد الأدنى (٣/٤ لتر) قرب انتهاء موسم الحصاد.

• يضاف الماء لإكمال حجم المحلول الناتج إلى ٢٠٠ لتر.

• تكشط الرغوة والأملاح التى تتجمع على سطح المخلوط.

يكفى المحلول السمادى الناتج من هذه العملية لتسميد فدان من الطماطم بعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لمدة حوالى ١٥ يومًا، وقد تستعمل لتسميد ١٥ فدانًا 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 جاهزًا 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 الرى، بالإضافة إلى الـ ٢٥ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة.

وحتى إذا استعملت سلفات البوتاسيوم فى التسميد فإن إضافة جزء من البوتاسيوم فى صورة سماد بوتاسيوم سائل يعد أمرًا مرغوبًا فيه؛ ولذا.. يوصى بالتسميد بنحو لتر من أحد هذه الأسمدة البوتاسية السائلة ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، مع تخفيض الكمية المستعملة منها — تدريجيًّا — 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 تدريجيًّا 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 تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد بالنيتروجين نهائيًّا قبل الحصاد بنحو أسبوعين.

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

(٢) يزداد معدل التسميد بالفوسفور سريعًا بعد الزراعة إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد انقضاء نحو رُبع موسم النمو، ويبقى عند هذا المستوى المُرتفع لمدة حوالى ستة أسابيع، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائيًّا قبل انتاء الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد الفوسفاتى بنحو ٥٠٠ مل (سم^{٣}) من حامض الفوسفوريك أسبوعيًّا ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المستعملة منه - تدريجيًّا - إلى أن تصل إلى حوالى لترين أسبوعًا ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الثانى عشر بعد الشتل؛ حيث تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًّا - بعد ذلك - إلى أن تصل إلى حوالى ٣٠٠ مل فقط أسبوعيًّا فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل، ثم يتوقف التسميد الفوسفاتى - تقريبًا - 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 تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تمامًا قبل انتهاء الحصاد بنحو أسبوع أو أسبوعين.

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

ونقدم – فيما يلى – برنامجًا مقترحًا لتسميد الطماطم بالعناصر الأولية خلال مختلف مراحل النمو النباتى، ليس لتطبيقه حرفيًا، 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.

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

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 الرى بالتنقيط ست مرات أسبوعيًّا،

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 اقتصاديًّا، ويتوقف تركيب السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى، حيث يمكن استعمال سماد تركيبة ١٩–٦–٦ خلال الربع الأول من حياة النبات، يستبدل بسماد تركيبة ٢٠–٥–١٥ خلال الربع الثانى من موسم النمو، ثم بسماد تركيبه 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 نيتروجينًا، و٤٠–٥٠ كجم K_2O للفدان. أما الفوسفور؛ فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة — وهى ٣٠ كجم — كما هى، نظرًا 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 يوميًّا، ثم تزداد الكمية تدريجيًا إلى أن تصل إلى نحو ٣–٤ كجم يوميًّا فى منتصف موسم النمو، تتناقص مرة أخرى — تدريجيًّا — إلى أن تصل إلى كيلوجرام واحد للفدان يوميًّا — مرة أخرى — قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

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

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

٣– أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة:

إن أهم العناصر الكبرى الأخرى — بخلاف عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم — هى 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 الزراعى (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 فى 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 إلاّ إذا ظهرت أعراض نقص المغنيسيوم، ويلزم — حينئذ — إضافة كبريتات المغنيسيوم بمعدل ١–٢ كيلوجرام للفدان إما رشًّا، وإما مع ماء الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة أسبوعيًا 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 بنوعيها، 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 الرى بالتنقيط، لكن يفضل استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى عند توفره. ويشترط فى كلتا الحالتين عدم احتواء مياه الرى على كمية كبيرة من الفوسفات أو الكبريتات.

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

ونظرًا للتوقيت الحرج لإضافة هذا السماد — والذى لا يكون فيه النمو الخضرى الغزير أمرًا مرغوبًا 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 الرى فى مجموعتين منفصلتين، حيث تضم إحداهما الأسمدة المحتوية على الكالسيوم، بينما تشتمل الأخرى على الأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات أو الكبريتات، لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم.

ويمكن استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى، أو رائق نترات الجير المصرى رشًّا بتركيز ١٥٠–٣٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء؛ لإمداد النبات بعنصر الكالسيوم اللازم لوقف انتشار ظاهرة تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم، مع الاهتمام بتوجيه 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 تُثبت 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 كثيرًا 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 الرى، حيث تبقى بالقرب من النقاطات نظرًا 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 رشًّا على الأوراق فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥–٠,٥٠ كجم في ٤٠٠ لتر ماء للفدان. أما البورون فإنه يضاف دائمًا في صورة معدنية على صورة بوراكس إما عن طريق التربة بمعدل ٥–١٠ كجم للفدان، وإما رشًّا على الأوراق بمعدل ١–٢,٢٥ كجم في ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

هذا.. ويمكن استبدال الأسمدة المفردة – التي سبق ذكرها – بالأسمدة المركبة وهي كثيرة جدًا، 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 ٠,١٪ 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 ألاّ تزيد كمية السماد المستعملة في كل مرة عن ٣٠٠ مل (سم^3). ويفضل استعمال السماد على دفعات أسبوعية مع مياه الري، تبدأ بنحو ١٠٠ مل بعد الشتل مباشرة، وتزداد تدريجيًّا إلى أن تصل إلى ٣٠٠ مل ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الرابع عشر بعد الشتل؛ لتنخفض بعد ذلك تدريجيًّا إلى أن تصل إلى نحو ١٥٠ مل في الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل.

ثانيًا: 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 أمرًا 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 منخفضًا 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 معًا وتضف تكبيشًا 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 معًا وتضاف إما نثرًا 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 فُقِدَ السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى، يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش بدون تسميد لعدة دقائق؛ والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق، والتخلص من آثاره فى كل جهاز الرى بالرش، كما يساعد هذا الإجراء على تحريك السماد فى التربة.

٤- يمكن استخدام سماد نترات الجير (عبود) كمصدر رئيسى للتسميد بالكالسيوم والنيتروجين. يضاف السماد عن طريق التربة — تكبيشًا — إلى جانب النباتات على ٤ 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 رشًّا على النباتات (وليس مع ماء الرى 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 رشًّا 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 جيدًا 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 إحداهما أثناء تجهيز الحقل للزراعة، وتضاف الأخرى عند رية المحاياة. 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 تقليبه 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.

أولا: 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} سمادًا بلديًا 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 إحداهما 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 إحداهما 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 نيتروجينًا (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.

ونظرًا لسهولة فقد النيتروجين من التربة؛ فإنه يتعين إضافة الكمية المخصصة للفدان فى ثلاث دفعات بمعدل ٢٥-٣٠، و٢٥-٣٥، و ٣٠-٣٥ كجم N للفدان بعد حوالى ٤، و٧، و١٠ أسابيع من الزراعة، مع الترديم 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، و٢٥-٣٥ كجم K_2O_5 للفدان فى الدفعات الثلاث على التوالى.

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

الموعد	السماد البلدى (م٣)	سماد الدواجن (م٣)	P_2O_5 (كجم)	N (كجم)	K_2O (كجم)
بعد الحرثة الأولى	٧,٥-١٠	٥	٢٢,٥-٣٠	-	-
بعد ٤ أسابيع من الشتل	٧,٥-١٠	٥	٢٢,٥-٣٠	٢٥-٣٠	١٥-٢٠
بعد ٧ أسابيع من الشتل	-	-	-	٢٥-٣٥	٢٠-٢٥
بعد ١٠ أسابيع من الشتل	-	-	-	٣٠-٣٥	٢٥-٣٥
الإجمالى	١٥-٢٠	١٠	٤٥-٦٠	٨٠-١٠٠	٦٠-٨٠

وبالإضافة إلى الأسمدة التى تقدم بيانها.. فإن نباتات الطماطم تُعطى ثلاث رشات بأسمدة العناصر الصغرى الورقية بعد نحو ٤، و٧، و١٠ أسابيع من الشتل. يتراوح تركيز محلول الرش — عادة — بين ٠,١٪، و٠,١٥٪، ويلزم للفدان حوالى ٢٠٠، و٣٠٠، و٤٠٠ لتر من محلول الرش فى الرشات الثلاث على التوالى.

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

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

موعد التسميد	الأصناف والهجن المبكرة ذات العقد المركز	الأصناف والهجن القوية ذات العقد المتد
أمام ربة المحاياة بعد الشتل بنحو ١٥–٢٠ يومًا	١٥٠ كجم سلفات نشادر + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم	٢٠٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الشتل بنحو ٤٥–٥٠ يومًا	٢٠٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم	٢٥٠ كجم سلفات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الشتل بنحو ٧٠–٧٥ يومًا	٢٠٠ كجم نترات الجير أو ١٠٠ كجم نترات نشادر	٣٠٠ كجم نترات الجير أو ١٥٠ كجم نترات نشادر
بعد ٩٠ يومًا من الشتل	١٠٠ كجم نترات الجير أو ٥٠ كجم نترات نشادر	٢٠٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم
بعد الجمعة الثانية	–	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 يومًا 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.

ثانيًا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط أو بالرش

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

ولقد اقترح مركز البحوث الزراعية (٢٠١٣) برنامج التسميد التالى للطماطم فى الأراضى الرملية عند إجراء الرى بطريقة التنقيط.

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

١- ابتداء من بعد استقرار الشتلة وحتى ٣٠ يومًا من الشتل يكون التسميد كما يلى:

اليوريا بمعدل ٢ كجم مرة واحدة أسبوعيًا.

سلفات النشادر بمعدل ٣ كجم أربع مرات أسبوعيًّا.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٣ كجم مرتان أسبوعيًّا.

حامض الفوسفوريك بمعدل ٢,٥ كجم مرتان أسبوعيًّا.

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

نترات النشادر بمعدل ٤-٥ كجم ثلاث مرات أسبوعيًّا.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٦ كجم مرتان أسبوعيًّا.

حامض الفوسفوريك بمعدل ٢ كجم مرتان أسبوعيًّا.

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

نترات النشادر بمعدل ٦ كجم مرتان أسبوعيًّا.

نترات كالسيوم بمعدل ٥ كجم مرة واحدة أسبوعيًّا.

سلفات البوتاسيوم بمعدل ٨ كجم ثلاث مرات أسبوعيًّا.

حامض الفوسفوريك بمعدل ١,٥ كجم مرتان أسبوعيًّا، مع وقف التسميد بالفوسفور عند بداية الحصاد.

٤- بعد حصاد نحو ٤٠٪ - ٥٠٪ من المحصول المتوقع تُخَفَّض كميات الأسمدة المبينة تحت (٣) تدريجيًّا إلى أن يُوقف التسميد تمامًا قبل انتهاء الحصاد بنحو ١٠ أيام.

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

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

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

٢- خلال الشهر الثانى بعد الشتل يكون التسميد كما يلى:

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

أو سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٤ كجم ثلاث مرات أسبوعيًا + سماد مركب ١٣-٣-٤٣ بمعدل ٤ كجم ٣ مرات أسبوعيًا.

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 أسبوعيًا،

أو سماد مركب ١٩-١٩-١٩ أو ٢٠-٢٠-٢٠ بمعدل ٦ كجم + سماد مركب ١٣-٣-٤٣ بمعدل ٦ كجم ٣-٤ مرات أسبوعيًا.

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

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

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

- قبل الزراعة: ٢٠-٣٠ م٣ سماد بلدى + ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات + ١٠٠ كجم كبريت زراعى + ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم.
- أثناء النمو فى الحقل.. يُعطى برنامج التسميد التالى ٤ مرات أسبوعيًا، بالإضافة إلى ١٠ كجم نترات كالسيوم مرة واحدة أسبوعيًا 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 ولمدة 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 تكبيشًا بمعدل ١٥٠ كجم للفدان تضاف فى ثلاث دفعات بدءًا من بعد العقد مباشرة، ثم كل ١٥ يومًا، وتكون إضافتها بجوار النقاطات، أو قد تُضاف من خلال السمادة بمعدل ٦ كجم مرة واحدة أسبوعيًا بدءًا 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 رشًا على المجموع الخضرى أربع مرات بدءًا من نهاية الشهر الأول بعد الشتل، ثم كل ١٥ يومًا، 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 ملى موز/سم) يُفضل التسميد باليوريا كمصدر للآزوت، مع تقسيم كميات الأسمدة المستعملة

على ست مرات أسبوعيًا بدلاً من خمس، ومع مراعاة التغذية بالأحماض الأمينية والزنك المخلبى.

٤- التسميد بالكبريت بمعدل ١٠٠-١٥٠ كجم للفدان تكبيشًا عند بداية التزهير فى الأراضى العالية القلوية (مركز البحوث الزراعية ٢٠١٣).

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

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

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

مقارنة الزراعة العضوية بالتقليدية

بدا أن الزراعة العضوية تتفوق فى المحصول على الزراعة التقليدية فى الأراضى الرملية، وليس فى الأراضى الطميية، وخاصة عند ضعف التسميد الآزوتى وقلة مياه الرى، 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 إلاّ 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 عضويًا من كل من حامضى الستريك والجلوتامك. وعلى الرغم من عدم تأثر محتوى السكريات جوهريًا فإن نسبة مكافئات السكروز إلى حامض الستريك والجلوتامك ازدادت فى الثمار المنتجة عضويًا. 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).