تجدر الإشارة إلى أن درجة حرارة الهواء القريب من سطح التربة تكون ليلاً فى الأرض المكشوفة أعلى منها فى الأرض المغطاه بالبلاستيك ، 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 ؛ ففى هذه الحالة يؤدى إشعاع الحرارة التى اكتسبتها التربة أثناء النهار إلى رفع درجة الحرارة قليلاً حول النباتات ؛ مما قد يحميها من الإصابة بالصقيع ، بينما لا تتوفرهذه الحماية فى حالة استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة Geinsberg & Stewart (١٩٨٦) .

الرى

يعتبر الرى بالتنقيط أنسب نظام لرى الطماطم فى الأراضى الرملية ، ولكن يمكن رى الطماطم أيضاً بطريقة الغمر متى توفرت مياه الرى ، وكان الرى بهذه الطريقة اقتصادياً ومسموحاً به . كذلك يمكن اتباع نظام الرى بالرش مع الطماطم ، ولكن يعيبه زيادته لاحتمالات الإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية وبتشققات الثمار . ويستدل من الملاحظة والدراسات المنشورة (Sanders وآخرون ١٩٨٩) أن محصول الطماطم يكون أعلى عندما يكون الرى بالتنقيط – منه فى أى من طريقتى الرى بالغمر ، أو بالرش .

وكقاعدة عامة .. يفضل فى الأراضى الرملية الرى الخفيف على فترات متقاربة ، بحيث يجرى الرى كلما استنفذت نحو ٥٠ ٪ من الرطوبة الأرضية التى 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 مساوىء ، هى :

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 - يؤدى إلى تكوين نمو خضرى قوى قبل الإزهار ؛ الأمر الذى يسهم فى زيادة أعداد الأزهار التى يحملها النبات ، خاصة فى الأصناف الحديثة ذات النمو الخضرى المندمج التى تعطى معظم أزهارها مرة واحدة بعد نحو شهر ونصف الشهر من الشتل. ويفيد النمو الخضرى القوى قبل الإزهار - فى هذه الأصناف - على استكمال النمو الطبيعى للثمار العاقدة عليها، وقد تزيد قليلاً فى الحجم عن حجمها الطبيعى ، عند استمرار انتظام توفر الرطوبة الأرضية .

أمّا عدم الانتظام فى الرى 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 ، وتزيد 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 Mitchell وآخرون (١٩٩١) - بناء على نتائج دراسات أجريت فى كاليفورنيا - تقليل مياه الرى بغرض زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى طماطم التصنيع .

ويحتاج تنظيم رى حقول الطماطم (وغيرها من محاصيل الخضر) إلى مراقبة دقيقة للحقل ، ومرحلة النمو النباتى ، والظروف البيئية السائدة . ومن القواعد العامة التى يمكن الاسترشاد بها فى هذا الشأن مايلى :

١ - فى حالة اتباع نظام الرى بالغمر .

يجرى الشتل فى جود الماء ، ويعاد الرى بعد يوم ، ويومين فى الجو الحار ، وبعد يومين، وأربعة أيام فى الجو المعتدل والبارد . أما بعد ذلك فيترواح معدل الرى من مرتين أسبوعيا فى الجو الحار صيفاً إلى مرة واحدة أسبوعيا فى الجو البارد شتاء .

٢ - فى حالة اتباع نظام الرى بالرش :

يجرى الشتل فى وجود رطوبة مناسبة بالتربة ، ويعاد الرى بعد الشتل مباشرة ، وفى

اليوم التالى ، ثم كل يومين فى الجو الحار صيفاً إلى مرة كل ٥ - ٧ أيام فى الجو البارد شتاء .

٣ - فى حالة اتباع نظام الرى بالتنقيط :

يتم تشغيل شبكة الرى قبل الشتل ، وأثناءه ، وبعده ، ثم يروى الحقل مرتين (صباحاً ومساء) فى اليوم التالى للشتل . أما بعد ذلك .. فيتراوح معدل الرى من مرة أو مرتين يومياً فى الجو الحار إلى مرة كل يومين فى الجو البارد . ويفضل أن تكون الرية الرئيسية - التى تضاف معها الأسمدة - فى الصباح الباكر ، بينما تعطى الرية الثانية فى المساء .

يتراوح معدل الرى عادة من ٢٠ - ٢٥م٣ يوميا فى الجو الحار ، إلى نحو نصف هذه الكمية فى الجو البارد . ويعطى الحد الأدنى لكمية ماء الرى فى وجود الأغطية البلاستيكية للتربة ، وعند الزراعة تحت الأنفاق المنخفضة . ويفضل أن يكون توزيع مياه الرى بين ريتى الصباح والمساء بنسبة ٢ - ٥ ر٢ : ١ على التوالى ، على ألا تزيد مدة رية الصباح على ساعة ونصف الساعة ؛ حتى لا تغسل الأسمدة المضافة بعيداً عن منطقة نمو الجذور .

التسميد

تعد الأراضى الرملية فقيرة فى جميع العناصر الغذائية التى يحتاج إليها النبات ؛ لذا .. فإن الإنتاج الاقتصادى للطماطم - وغيرها من محاصيل الخضر - فى هذه الأراضى يعتمد على برامج التسميد المكثفة بالقدر الذى يسمح بزيادة المحصول إلى المستوى الاقتصادى الذى يتناسب مع التكلفة العالية لإنتاج الخضر - وخاصة تكلفة الحصول على مياه الرى وإقامة شبكات الرى - فى هذه الأراضى . ولتحقيق هذا الهدف يجب ألا تعانى النباتات من نقص أى من العناصر التى تحتاج إليها ، وهو أمر يمكن التأكد منه بتحليل النباتات فى بداية مرحلة الإزهار .

مستويات العناصر بالنبات

يبين جدول (٢-١) 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 . أما جدول (٢-٢) .. فإنه يعطى تفاصيل أكثر عن مستويات عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم التى يجب توفرها خلال المراحل المختلفة للإزهار والإثمار .

يلاحظ من الجدول الانخفاض المستمر فى محتوى النباتات من هذه العناصر - مع تقدمها فى العمر - حتى لو توفرت تلك العناصر بكثرة للنباتات . ويفيد التحليل المبكر والمستمر للنباتات فى اكتشاف نقص العناصر مبكراً ، وفى تصحيحه بالتسميد المناسب (Sims وآخرون ١٩٧٩) .

جدول (٢-١) : 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 ٪
المغنسيوم	٠٫٥ ٪	٠٫٣٦ - ٠٫٨٥ ٪
الكالسيوم	٢٫٥ ٪	٢٫٤ - ٧٫٢ ٪
الكبريت	١٫٦ ٪	١٫٠ - ٣٫٢ ٪
البورون	٣٥ جزءاً فى المليون	٣٢ - ٩٧ جزءاً فى المليون
الحديد	٩٠ جزءاً فى المليون	١٠١ - ٣٩١ جزءاً فى المليون
المنجنيز	٣٥٠ جزءاً فى المليون	٥٥ - ٢٢٠ جزءاً فى المليون
النحاس	١٥ جزءاً فى المليون	١٠ - ١٦ جزءاً فى المليون
الزنك	٨٠ جزءاً فى المليون	٢٠ - ٨٥ جزءاً فى المليون
المولبيدنم	٠٫٥ جزءاً فى المليون	٠٫٩ - ١٫٠ جزءاً فى المليون

جدول (٢-٢) : تركيز عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى أصناف طماطم التصنيع خلال المراحل المختلفة للإزهار والإثمار عند نقص ، هذه العناصر أو كفايتها أو وفرتها (١) .

مرحلة النمو	العنصر	تركيز العنصر فى حالة		
		النقص	الكفاية	الوفرة
بداية الإزهار	ن فى صورة ن أ٣ – جزء فى المليون	٨٠٠٠	١٠٠٠٠	١٢٠٠٠
	فو فى صورة فو أ٤ – جزء فى المليون	٢٠٠٠	٢٥٠٠	٣٠٠٠
	بو – ٪	٣	٤	٦
الثمار الأولى بقطر ٥ ر٢سم	ن فى صورة ن أ٣ – جزء فى المليون	٦٠٠٠	٨٠٠٠	١٠٠٠٠
	فو فى صورة فو أ٤ – جزء فى المليون	٢٠٠٠	٢٥٠٠	٣٠٠٠
	بو – ٪	٢	٣	٤
بداية تلون الثمار	ن فى صورة ن أ٣ – جزء فى المليون	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٤٠٠٠
	فو فى صورة فو أ٤ – جزء فى المليون	٢٠٠٠	٢٤٠٠	٣٠٠٠
	بو – ٪	١	٢	٣

(١) النسيج النباتى المستخدم فى التحليل فى جميع مراحل النمو هو عنق الورقة الرابعة من القمة النامية للنبات .

العناصر الأولية وأهميتها

١ – النيتروجين

يضاف عنصر النيتروجين على دفعات طوال مراحل النمو النباتى ، ولا يتوقف إلا قرب انتهاء موسم الحصاد بنحو ٢ – ٣ أسابيع . وتكون إضافته فى الصورتين النيتراتية ، والأمونيومية .

ويجب أن يكون هناك توازن بين الأسمدة النيتراتية والأسمدة الأمونيومية المضافة ؛ لأن الإفراط فى التسميد بالأخيرة يؤدى إلى ظهور أعراض التسمم بالأمونيا ، والتى تظهر فى البداية على شكل بقع غائرة طولية على سيقان النباتات لا تلبث أن تتحول إلى اللون البنى ، وتظهر بها نقر pits ، كما يزداد عددها لدرجة أنها قد تغطى ساق النبات تماماً . وفى

الحالات الشديدة تظهر الأعراض على أعناق الأوراق أيضاً (Maynard وآخرون ١٩٦٦) ، كما يظهر بالنباتات اصفرار وتحلل بالأوراق ، وتتجه أنصالها لأسفل (leaf epinasty) ؛ بسبب زيادة إنتاج النبات لغاز الإيثيلين (Corey وآخـرون ١٩٨٧ ، و Barker & Corey ١٩٩٠).

كذلك تؤدى زيادة التسميد الأمونيومى إلى نقص محتوى النباتات من عنصرى الكالسيوم والمغنيسيوم إلى ما دون المستوى الطبيعى ؛ الأمر الذى يسرع بظهور حالة تعفن الطرف الزهرى بالثمار (Wilcox وآخرون ١٩٧٣) .

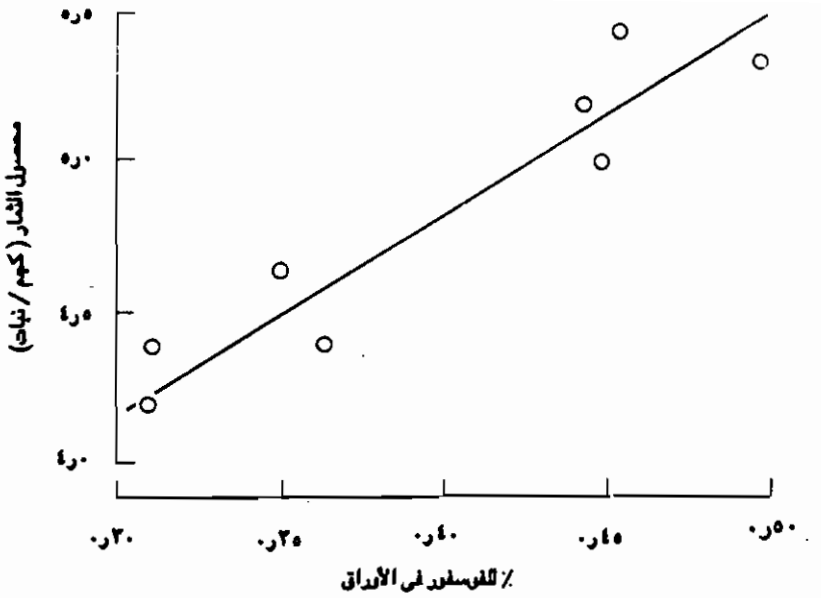
ومن الأضرار الأخرى لزيادة التسميد الآزوتى بصورة عامة .. نقص محتوى الثمار من فيتامين جـ ، ونقص صلابة جلد الثمرة وصلابة لبها (Kaniszewski وآخرون ١٩٨٧) .

٢ - الفوسفور

يؤدى تيسر الفوسفور للنبات فى بداية حياته إلى التبكير فى النضج ، وزيادة المحصول، وخاصة عندما يكون الجو بارداً ، لأن امتصاص الفوسفور يقل كثيراً 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 إلى الشتلات بوفرة فى صورة أسمدة بادئة عندالشتل ، وفى بداية برنامج التسميد مع ماء الرى .

ويبين شكل (٢-١) طردية العلاقة فى خط مستقيم بين محتوى الأوراق من الفوسفور والمحصول . ولاتتحقق النسب المرتفعة من الفوسفور فى الأوراق إلا بالتسميد الفوسفاتى الجيد ، مع تيسر العنصر لامتصاص النبات دون أن يثبت فى التربة (Adams ١٩٨٦) .

وتجدر الإشارة - فى هذا المقام - إلى أن توفير فطريات الميكوريزا التى تعرف باسم Vesicular - arbuscular mycorrhizal fungi (اختصاراً : VAMF) فى منطقة نمو الجذور يزيد من امتصاص العناصر غير المتحركة فى التربة مثل الفوسفور والزنك ، فضلا على أنها تزيد من المقاومة لبعض الأمراض ، والقدرة على تحمل ظروف الجفاف . كما قد تؤدى عدوى جذور الشتلات بهذه الفطريات قبل الزراعة إلى زيادة نسبة نجاح الشتل ، وتجانس النمو ، وتحسينه . ويتطلب إجراء العدوى فى الشتالات كميات أقل من هذه الفطريات ، مقارنة بالعدوى فى الحقل .



شكل (٢-١) : العلاقة بين محصول الطماطم ومحتوى الأوراق من الفوسفور .

ولكن يعيب على العدوى بالـ VAMF فى أحواض إنتاج الشتلات أن الشتلات تسمد بالفوسفور بوفرة (لتشجيع نمو قوى مبكر) ؛ مما يزيد تركيز الفوسفور فى النسيج النباتى ؛ الأمر الذى يثبط انتشار هذه الفطريات فى النمو الجذرى . وقد تغلب Waterer & Coltman (١٩٨٨) على هذه المشكلة بتسميد الشتلات - على فترات متقاربة - بمحاليل تحتوى على تركيزات منخفضة من الفوسفور ، بحيث تحصل فى نهاية الأمر على نفس كميات الفوسفور التى تعطاها بتركيزات عالية ، ولكن على فترات متباعدة ؛ حيث كانت هذه الشتلات غنية بالفوسفور ، مع احتفاظها بنسبةعالية من الإصابة بالـ VAMF .

٣ - البوتاسيوم

من الضرورى توفر العنصر للنبات طوال مراحل نموه ، وخاصة من بداية مرحلة الإثمار إلى ماقبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوع إلى أسبوعين . وتجدر الإشارة إلى أن أعراض نقص البوتاسيوم تظهر على النباتات عند اقترابها من النضج فى صورة اصفرار بالأوراق ، وموت حوافها أحياناً . ولايمكن التخلص من هذه الأعراض حتى مع استمرار التسميد البوتاسى . كما لم تؤد زيادة التسميد البوتاسى إلى زيادة المحصول (Sims

وآخرون ١٩٧٩) . إلا أن الإفراط فى التسميد بالبوتاسيوم يمكن أن يؤدى إلى إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى ، نتيجة منافسة كاتيون البوتاسيوم لكاتيون الكالسيوم فى الامتصاص .

برنامج التسميد

تختلف برامج تسميد الطماطم فى الأراضى الرملية كثيراً باختلاف الباحثين ، وباختلاف المنتجين وخبراتهم وإمكاناتهم ، ولايتوفر حالياً ما يمكن اعتباره برنامجا نموذجياً للتسميد فى الأراضى الرملية .. لا للطماطم ، ولا لأىٍ من محاصيل الخضر الأخرى . ويعد البرنامج الذى نقدمه فى هذا الكتاب وسطاً بين التوصيات المتحفظة ، وبين مستويات التسميد المغالى فيها من قبل كثير من منتجى الطماطم .

وتبعاً لهذا البرنامج .. فإنه يوصى بتسميد الطماطم - فى الأراضى الرملية - على النحو التالى :

١ - أسمدة تضاف قبل الزراعة وتخلط بالسماد العضوى

سبقت مناقشة هذا الأمر (التسميد السابق للزراعة) فى الفصل الأول ضمن موضوع : إعداد الحقل وطرق الزراعة ، وأوضحنا كميات تلك الأسمدة وطريقة إضافتها . ولأن هذا التسميد السابق للزراعة يعد جزءاً أساسياً من برنامج التسميد ؛ لذا .. نعيد إيجاز الكميات الموصى بها للفدان فيما يلى :

أ - ٣٠م٣ من السماد البلدى (سماد الماشية) ، أو نحو ١٥م٣ من سماد البلدى مع ٥م٣ من سماد الكتكوت (زرق الدواجن) .

ب - ٢٠ كجم نيتروجيناً (١٠٠ كجم سلفات نشادر) ، و٤٥ كجم P_2O_5 (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى) ، و ٢٠ كجم K_2O (٤٠ كجم سلفات بوتاسيوم) .

جـ - ٥ كجم مغ أ (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم) ، و ٥٠ كجم كبريتاً زراعياً (لخفض pH التربة) .

٢ - أسمدة عناصر أولية تضاف عن طريق التربة ، أو مع ماء الرى بعد الزراعة :

يستمر تسميد حقول الطماطم - بعد الزراعة - بالعناصر الكبرى بمعدل حوالى ١٠٠ كجم نيتروجيناً (N) ، و ١٥ كجم فوسفوراً (P_2O_5) ، و ٨٠ كجم بوتاسيوم (K_2O) للفدان على النحو التالى :

أ - تستخدم اليوريا وسلفات الأمونيوم (بنسبة ١ : ١ من النيتروجين المضاف) كمصدر للنيتروجين خلال الشهر الأول بعد الزراعة ، ثم تستخدم سلفات الأمونيوم - منفردة - أو بالتبادل مع نترات الأمونيوم بعد ذلك . وتتوقف النسبة المستخدمة من النيتروجين النتراتى على درجة الحرارة السائدة ؛ حيث تنتفى الحاجة إليه فى الجو الدافىء (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف) ، بينما تزيد الحاجة إليه (فى حدود ٢٥ - ٥٠ ٪ من كمية النيتروجين الكلى المضافة) فى الجو البارد (Hochmuth ١٩٩٢ أ) . ومع ذلك .. فقد أوضحت معظم الدراسات - التى أجريت على تسميد عدد من محاصيل الخضر فى أراضٍ رملية بولاية فلوريدا الأمريكية - عدم وجود فروق يعتد بها بين استخدام مصادر النيتروجين النتراتية والأمونيومية فى التسميد (Hochmuth ١٩٩٢ ب) .

هذا .. وتحصل نباتات الطماطم على كميات إضافية من النتيروجين تقدر بنحو ٤٠ كجم للفدان من كل من : حامض النيتريك الذى يستخدم فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات (بنسبة ٢ فى الألف كلما دعت الضرورة) ، وإذابة سلفات البوتاسيوم (كما سيأتى بيانه) ، ومن نترات الجير التى تستخدم كمصدر إضافى للكالسيوم .

ب - يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى ، أو التربل سوبر فوسفات كمصدر للفوسفور فى حالة التسميد الأرضى ، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الرى ؛ حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف ؛ لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الرى ؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الرى .

جـ - تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم ، ويلزم - فى حالة إضافتها مع ماء الرى - عمل عجينة من السماد مع حامض النيتريك بنسبة ٤ - ١ ، وتركها يوماً كاملاً قبل إذابتها فى الماء ، وأخذ الرائق للتسميد به .

كذلك يمكن استخدام أحد الأسمدة السائلة كمصدر للبوتاسيوم . ونظراً لأن مايوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزاً لامتصاص النبات ، ولا يفقد منه شيء ؛ لذا .. يمكن - عند استخدامها - تخفيض كمية البوتاسيوم (K_2O) الموصى بها إلى النصف ؛ فيستعمل منها مايكفى لإضافة نحو ٤٠ كجم K_2O للفدان مع الرى ، بالإضافة إلى الـ ٢٠ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة .

د - توزع كميات عناصر النتيروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى :

(١) يزداد معدل التسميد بالنيتروجين - تدريجياً - إلى أن يصل إلى أقصى معدل له عند الإزهار وبداية مرحلة الإثمار ، ثم تتناقص الكمية التى يسمد بها تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد نهائياً قبل الحصاد بنحو أسبوعين .

(٢) يزداد معدل التسميد بالفوسفور سريعاً بعد الزراعة إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد انقضاء نحو ربع موسم النمو ، ثم تتناقص الكمية المضافة تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائياً قبل انتهاء الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع .

(٣) يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له عندما يصبح قطر أوّل الثمار العاقدة على النبات - حوالى ٣ سم ، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تماماً قبل انتهاء الحصاد بنحو أسبوع واحد أو أسبوعين .

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

(١) فى حالة الرى السطحى :

تخلط الأسمدة معاً وتضاف - على فترات أسبوعية - تكبيشاً إلى جانب النباتات ، وعلى مسافة حوالى ٧ سم من قاعدتها . ويمكن إضافة الأسمدة سراً إلى جانب النباتات عندما تكبرفى الحجم وتتشعب جذورها .

(٢) فى حالة الرى بالرش :

تخلط الأسمدة معاً وتضاف نثراً حول قاعدة النباتات على فترات أسبوعية . كذلك يمكن التسميد بالآزوت مع ماء الرى بالرش خلال النصف الثانى من حياة النبات ، حينما تكون جذوره قد تشعبت فى الحقل إلى درجة تسمح بأكبر استفادة ممكنة من الأسمدة المضافة التى تتوزع مع ماء الرى فى كل الحقل . ويلزم فى هذه الحالة تشغيل جهاز الرى بالرش أولا بدون سماد ، لمدة تكفى لبل سطح التربة ، وبل أوراق النبات ، وإلا فقد 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 لمدة ١٥ دقيقة ، بغرض غسل السماد من على الأوراق ، وتحريكه فى التربة، والتخلص من آثاره فى جهاز الرى بالرش .

(٣) فى حالة الرى بالتنقيط :

يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - عادة - ست مرات أسبوعياً ، ويخصص اليوم السابع للرى بدون تسميد . وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية :

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

(ب) يخصص يومان للتسميد الآزوتى ، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا.

(جـ) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى ، والفوسفاتى ، والبوتاسى ، ثم تعاد الدورة ... وهكذا .

ويمكن - فى حالة التسميد مع الرى بالتنقيط - أن تحل الأسمدة المركبة السائلة أو السريعة الذوبان محل الأسمدة التقليدية ، إذا كان استخدامها اقتصاديا ، ويتوقف تركيب السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى ؛ حيث يمكن استعمال سماد تركيبه ١٩ - ٦ - ٦ خلال الربع الأول من حياة النبات ، يحلّ محله سماد تركيبه ٢٠ - ٥ - ١٥ فى مرحلة الإزهار وبداية الإثمار ، ثم بسماد تركيبه ١٥ - ٥ - ٣٠ عندما يصبح قطر الثمار الأولى حوالى ٣سم ، وإلى ماقبل 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 ، ولايفقد منها شيء ؛ لذا .. يمكن عند استخدامها خفض كمية عنصرى النتروجين والبوتاسيوم الموصى بهما إلى نحو ٦٠ كجم نيتروجين ، و٤٠ كجم K_2O للفدان . أما الفوسفور فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة – وهى ١٥ كجم P_2O_5 للفدان – كما هى ؛ نظراً لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حالة .

ويكفى – عادة – نحو كيلو جرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة للفدان يوميا ، ثم تزاد الكمية تدريجياً إلى أن تصل إلى نحو ٣ – ٤ كجم يومياً فى منتصف موسم النمو ، ثم تتناقص مرة أخرى – تدريجيا – إلى أن تصل إلى كيلو جرام واحد للفدان يومياً – مرة أخرى – قبيل انتهاء موسم الحصاد .

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

وللمقارنة .. نعرض – فى جدول (٢–٣) – التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم الموصى به فى ولاية فلوريدا الأمريكية للطماطم المزروعة تحت نظام الرى بالتنقيط ، وفى وجود الأغطية البلاستيكية للتربة (عن Hochmuth ١٩٩٢) . يتبين من الجدول تقارب كميات الأسمدة الموصى بها فى فلوريدا مع الكميات المقترحة فى هذا الكتاب ، عند استخدام الأسمدة السائلة ، أو الأسمدة المركبة السريعة الذوبان . أما عند استخدام الأسمدة التجارية البسيطة المقترحة ، والمستخدمة – فعلاً – فى مصر ت.. فإن كميات هذه الأسمدة تزيد كثيراً عما هو مذكور فى جدول (٢–٣) ، وهو أمر يشيع فى فلوريداً كذلك ، حيث يذكر Hochmuth (١٩٩٢ – ب) أن الطماطم تسمد هناك – فعلا – بنحو ١٢٦ كجم نيتروجيناً للفدان ، برغم أن الكمية الموصى بها هى ٢ ر٧٥ كجم للفدان .

وتجدر الإشارة إلى أن موسم نمو الطماطم حُدِّدَ فى الجدول بـ ١٤ أسبوعاً فقط (أى أقل من ثلاثة شهور ونصف الشهر) ، بينما تبقى الطماطم فى الأرض – فى مصر – مدة خمسة شهور على الأقل .

جدول (٢-٣) : برنامج التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم الموصى به فى ولاية فلوريدا الأمريكية للطماطم المزروعة – بطريقة الشتل – تحت نظام الرى بالتنقيط ، وفى وجود الأغطية البلاستيكية للتربة .

الكمية الكلية من العنصر السمادى (كجم / فدان)		تطور النمو المحصولى		معدل التسميد (كجم / فدان / يوم)	
نيتروجين (N)	بوتاسيوم (K_2O)	المرحلة	الأسابيع	نيتروجين (N)	بوتاسيوم (K_2O)
٧٥ر٢	٦٢ر٥	١	٢	٠ر٥٠	٠ر٤٠
		٢	٣	٠ر٧٠	٠ر٦٠
		٣	٧	٠ر٩٥	٠ر٨٠
		٤	١	٠ر٧٠	٠ر٦٠
		٥	١	٠ر٥٠	٠ر٤٠

وقد أوضح Hochmuth أنه يتعين – فى حالة زيادة موسم النمو عن الحدود المبينة فى الجدول – إعادة توزيع عدد الأسابيع على مختلف مراحل النمو – بنفس النسبة – مع إعطاء كل مرحلة نفس معدلات التسميد الموصى بها ، مع ما يترتب عليه ذلك من تغيرات فى كميات الأسمدة الكلية الموصى بها للفدان ؛ ويعنى ذلك تغيير كميات الأسمدة التى يوصى بها للطماطم التى تبقى فى الحقل خمسة شهور – كما فى مصر – بنسبة ٥٠ ٪ ؛ لتصبح حوالى ١١٣ كجم نيتروجيناً ، و ٩٤ كجم بوتاسيوم للفدان .

هذا ... ويتعين عدم التسميد – مع ماء الرى – بالأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات (مثل حامض الفوسفوريك) ، أو الكبريتات (مثل سلفات الأمونيوم ، وسلفات البوتاسيوم) عند احتواء مياه الرى على تركيزات عالية من الكالسيوم ، لكى لايترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم .

٣ – أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة

إن أهم العناصر الكبرى الأخرى – بخلاف عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم – هى عناصر : الكبريت ، والمغنسيوم ، والكالسيوم .

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت - أساسا - من كبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، وسوبر فوسفات الكالسيوم ، والجبس الزراعى (الذى قد يستخدم لإصلاح الأراضى الشديدة القلوية - مع الغمر - كل سنتين) ، والكبريت 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 .

كذلك يحصل النبات على حاجته من المغنيسيوم من سلفات المغنسيوم التى تضاف قبل الزراعة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة ، سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية (النيتروجين ، والفوسفور ، و البوتاسيوم) ، أم الأسمدة الورقية ؛ ولذا ... لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم إلا إذاظهرت أعراض نقص العنصر ، ويسمد - حينئذ - بكبريتات المغنسيوم بمعدل ٥ كجم للفدان ؛ إما رشاً ، وإما مع ماء الرى بالتنقيط ، مع تكرار المعاملة أسبوعيا إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر .

أما الكالسيوم .. فيحصل النبات على معظم حاجته منه من سوبر فوسفات الكالسيوم ، ومن الجبس الزراعى الذى قد تعامل به التربة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيها .

ولتجنب إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى (وهو عيب فسيولوجى يرجع إلى نقص عنصر الكالسيوم) .. يضاف سماد نترات الجير (عبود) عن طريق التربة - تكبيشا - 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 ٢ر٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان . ويستخدم بعض الزراعيين رائق سماد نترات الجير (عبود) مع ماء الرى بالتنقيط؛ لسد حاجة النباتات من عنصر الكالسيوم .

ويراعى - دائما - عدم إضافة الأسمدة المحتوية على الكالسيوم - إلى ماء الرى - مع

الأسمدة التى تحتوى على أيون الفوسفات أو الكبريتات ، لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم .

٤ - أسمدة العناصر الصغرى

تستجيب الطماطم - وغيرها من محاصيل الخضر - للتسميد بالعناصر الصغرى : الحديد ، والزنك ، والمنجنيز ، والنحاس ، ولكنها تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة ، أو مع ماء الرى ، لأن هذه العناصر تثبت فى الأراضى القلوية ، فى حين أن جميع الأراضى الصحراوية قلوية ؛ لذا ... لايفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبية .

ويمكن إضافة ملح الكبريتات لهذه العناصر بطريقة الرش بمعدل ١ - ٥ر١ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان . وإذا استخدمت الصور المخلبية لهذه العناصر رشا على الأوراق .. فإنها تستعمل بمعدل ٢٥ر٠ - ٥٠ر٠ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

أما عنصر البورون فإنه يضاف دائما فى صورة معدنية على صورة بوراكس ؛ إما عن طريق التربة بمعدل ٥ - ١٠ كجم للفدان ، وإما رشا على الأوراق بمعدل ١ - ٢,٢٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التى سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جدا . تعطى رشة واحدة من أى من هذه الأسمدة فى المشتل قبل تقليع الشتلات بنحو أسبوع . أما فى الحقل الدائم فتعطى أربع رشات ؛ تكون أولاها بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع ، ثم كل ثلاثة أسابيع بعد ذلك .

معاملات خاصة متنوعة

دُرس تأثير عديد من المركبات الكيميائية والمعاملات الفيزيائية على نمو وتطور نباتات الطماطم ، ومدى قدرتها على تحمل الظروف البيئية القاسية ، ونذكر - فيما يلى - تأثير بعض هذه المعاملات .

١ - أدت معاملة الشتلات - وهى فى المشتل - بأى من منظمات النمو : داميتوزايد Da-