الفصل الثالث

إنتاج شتلات الخضر

يعد استخدام الشتلات فى الزراعة إحدى طرق التكاثر الجنسى ؛ لأن البذور تستخدم فى إنتاج الشتلات فى غالبية المحاصيل ، إلا أن بعض الخضر تنتج شتلاتها بطرق التكاثر الخضرى ؛ مثال ذلك : البطاطا ، والفراولة .

وتنتج الشتلات بزراعة البذور فى مكان خاص يعرف بـ «المشتل» ، وبعد أن يصل نمو البادرات إلى الحجم المناسب ، فإنها تنقل إلى الحقل الدائم .

مزايا وعيوب استخدام الشتلات فى الزراعة

المزايا

لاستخدام الشتلات فى الزراعة ـ بدلا من الزراعة فى الحقل مباشرة ـ عديد من المزايا التى يمكن إيجازها فيما يلى:

١ ـ خفض نفقات الإنتاج ؛ نظراً لأن فترة نمو النباتات فى المشتل (والتى تتراوح عادة بين ٤ و ١٠ أسابيع حسب المحصول ، ودرجة الحرارة السائدة) لا تَشْغَل النباتاتُ أثناءها إلا مساحة محدودة من الأرض ، وفى ذلك توفير فى الأرض ، والمجهود الذى يبذل فى رعاية النباتات .

وتجدر الإشارة إلى أن الفدان الواحد من المشتل ينتج عددًا من الشتلات يتراوح بين نحو ١٠٠ ألف شتلة فى الطماطم ، و٢٥٠ ألف شتلة فى الفلفل والكرنب ، و٧٥٠ ألف شتلة فى البصل (Ware & MaCollum ١٩٨٠) . كما أن الشتلات التى تنتج من فدان واحد من المشتل يمكن أن تستخدم فى زراعة نحو ١٠ أفدنة من البصل

والهليون ، و٢٠ ـ ٤٠ فدانًا من الكرنب والقنبيط والبروكولى ، و١٠٠ ـ ٢٠٠ فدانًا من الطماطم .

٢ ـ يمكن انتخاب النباتات السليمة الخالية من الإصابات المرضية لشتلها ، واستبعاد النباتات غير المرغوب فيها .

٣ ـ إمكانية زراعة الخضروات التى تحتاج إلى موسم نمو طويل ودافئ عندما تكون فترة الدفء قصيرة ، وذلك بالاستفادة من فترة نمو النباتات بالمشتل مع تدفئة المشاتل .

٤ ـ الإنتاج المبكر للخضروات بإنتاج الشتلات فى أماكن مُدفأة ، والاستفادة من الأسعار المرتفعة للمحصول المبكر .

٥ ـ إمكانية زراعة أكثر من محصول واحد فى نفس الحقل فى الموسم الواحد ؛ بتوفير الحقل أثناء فترة نمو الشتلات بالمشاتل .

٦ ـ سهولة خدمة النباتات فى المشتل ـ وهو مساحة محدودة ـ أكثر مما فى الحقل .

٧ ـ إمكانية حماية النباتات من التقلبات الجوية فى المشتل ، بينما يصعب أو يستحيل ذلك تحت ظروف الحقل .

٨ ـ إمكانية التوفير فى التقاوى عند الزراعة بالمشتل ، ولذلك أهمية كبيرة بالنسبة للأصناف الهجين التى ترتفع أسعار تقاويها .

٩ ـ تؤدى عملية تقليع النباتات بغرض شتلها إلى زيادة تفريع الجذور بعد الشتل ؛ وبالتالى زيادة تشعب المجموع الجذرى للنباتات المشتولة . ولا تحدث تلك الزيادة فى نمو الجذور فى النباتات التى تربى فى أوعية لا يعاد استخدامها ؛ مثل : الأصص الورقية ، وأصص جفى ٧ ، أو ما شابه ذلك .

١٠ ـ قد يؤدى الشتل ـ أحيانًا ـ إلى زيادة طفيفة فى المحصول المبكر والمحصول الكلى ، خاصة إذا أُخذ فى الحسبان أن الشتلات تنتج تحت ظروف متحكم فيها ، وأنها تشتل على المسافة المرغوبة ، وهما أمران لا يسهل تحقيقهما فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل .

ومن جهة أخرى . . فإن عملية الشتل ينتج عنها دائمًا توقف مؤقت فى النمو Ckecking in growth عقب الشتل مباشرة ، وقد يدوم التوقف لفترة طويلة ، ويصحبه تأخير فى النضج ، ونقص فى المحصول الكلى إذا شتلت النباتات وهى كبيرة ، ولكن إذا شتلت النباتات فى العمر المناسب ، فإن فترة التوقف المؤقت عن النمو تكون قصيرة ، وسرعان ما يزول أثرها بسبب الزيادة التى تحدث فى تفريع الجذور بعد تقليع النباتات من المشتل .

ويمكن القول إنه عند تساوى عدد النباتات فى وحدة المساحة ، وعند استخدام شتلات قوية النمو ومؤقلمة جيدًا . . فإن الزراعة بالشتلات تغل ـ عادة ـ محصولا أعلى قليلا من الزراعة بالبذور مباشرة ، كما قد يزيد ـ كذلك ـ المحصول المبكر عند استعمالها .

العيـــــوب

هناك عيوب لاستخدام الشتلات فى الزراعة ، وهى :

١ ـ قد تنتقل بعض مسببات الأمراض من منطقة إلى أخرى مع الشتلات ؛ مثل: نيماتودا تعقد الجذور ، وفطريات الذبول .

٢ ـ وكما سبق الذكر . . فإن الخضروات تتعرض لتوقف مؤقت فى النمو عقب شتلها ، وتتوقف شدة هذا التوقف ومدته على العوامل الآتية :

أ ـ عدد مرات نقل النباتات ، وما يتبع ذلك من زيادة تقطيع الجذور: فأحياناً تُفرّد النباتات من الخطوط المتزاحمة على مسافات أوسع (حوالى ٣ × ٣سم) ، وتسمى هذه العملية بـ « التفريد Pricking off » ، وبعد أن تبلغ الحجم المناسب للشتل ، فإنها تنقل إلى المكان المستديم .

ب ـ حجم النباتات عند الشتل: فكلما ازداد حجمه ، ازداد التوقف فى النمو عند الشتل .

جـ ـ مدة بقاء النبات معرضًا للنقص فى كمية الماء التى يمتصها ؛ نتيجة لتقطيع الجذور .

د ـ الظروف البيئية التى تؤثر على معدل النتح قبل أن يكوّن النبات جذوراً جديدة .

هـ ـ نسبة أو مقدار الجذور المتبقية بالشتلة بدون تقطيع بعد تقليعها من المشتل .

و ـ مقدرة الجذور المتبقية على امتصاص الماء .

ز ـ سرعة تكوين الجذور الجديدة عقب الشتل .

ح ـ معدل النمو الطبيعى للنبات ؛ حيث تتعرض النباتات السريعة النمو عند الشتل لأضرار أكبر من تلك التى تتعرض لها النباتات البطيئة النمو (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

٣ ـ لا يفضل ـ غالبًا ـ الزراعة بطريقة الشتل عند الرغبة فى إجراء الحصاد آليا . فمثلا . . وجد Cooksey وآخرون (١٩٩٤) أن نباتات فلفل البابريكا المشتولة كان حصادها آليا أصعب من حصاد تلك المزروعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم ؛ لأنها كانت أقوى نموا ، وأكثر تفرعًا ، وأقل تركيزًا فى النضج .

تقسيم الخضر حسب قدرتها على تحمل عملية الشتل

يمكن شتل جميع النباتات وهى مازالت فى طور البادرة عقب الإنبات مباشرة ، لكن الشتل لا يتم تجاريا بهذه الطريقة ؛ لأنه لا يحقق المزايا المرجوة منه ، بالإضافة إلى صعوبة تداول النباتات وهى فى هذه المرحلة من النمو ، كما يمكن شتل جميع النباتات أيضاً إذا كانت نامية فى أوعية خاصة ؛ مثل: الأصص الورقية ، وأصص البيت موس ، وأقراص الجفى ؛ لأنها تكون محتفظة بجذورها كاملة داخل أوعية النمو .

لكن عند الحديث عن تقسم النباتات حسب تحملها لعملية الشتل ، فإننا نعنى بذلك مقدرة الشتلات التى يتراوح عمرها عادة بين ٤ ، و١٠ أسابيع ، والتى تقلع من المشاتل بدون صلايا ـ على تحمل عملية الشتل . وتقسم النباتات تبعاً لذلك إلى ٣ مجاميع كالتالى:

١ ـ نباتات تتحمل الشتل ، مثل: الطماطم ، والخس ، والصليبيات .

٢ ـ نباتات تحتاج إلى عناية خاصة عند شتلها ؛ لأنها أقل تحملا لعملية الشتل ؛ مثل : الباذنجان ، والفلفل ، والبصل ، والكرفس .

٣ ـ نباتات لا تتحمل الشتل ؛ مثل: البقوليات ، والقرعيات ، والذرة السكرية .

وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد من الخضر ما يتحمل الشتل بصورة جيدة ، لكنها لا تشتل أبدًا فى الزراعة التجارية ؛ مثال ذلك : البنجر ، والجزر .

طبيعة القدرة على تحمل الشتل

يلاحظ أن النباتات التى لا تتحمل الشتل يكون نموها الخضرى كبيرًا بصورة عامة . كما توجد علاقة قوية بين مقدرة النباتات على تحمل الشتل ، وبين مقدرتها على تكوين جذور جديدة بعد الشتل ؛ فقد تميزت النباتات التى تتحمل الشتل بسرعة أكبر فى تكوين الجذور ، لكن ذلك كان محددًا بعاملين ؛ أولهما: كمية الغذاء المخزن فى النبات ، وهو الذى يستخدم فى بناء أنسجة الجذور الجديدة ، وثانيهما عمر النبات ؛ حيث يقل معدل تكوين الجذور الجديدة مع تقدم النبات فى العمر .

وقد أرجع النقص فى معدل تكوين الجذور الجديدة مع تقدم النبات فى العمر إلى أنه يحدث ترسيبًا لكل من السيوبرين suberin ، والكيوتين cutin فى جُدر خلايا البشرة الداخلية (الإندوديرمز) والقشرة ؛ لأنه يؤدى إلى تقليل امتصاص الماء ، وتصبح المنطقة التى يحدث فيها هذا الترسيب غير ذات فائدة فى امتصاص الماء وتوصيله إلى الأوعية الخشبية .

وقد وجد ارتباط بين سرعة ترسيب السيوبرين فى جدر خلايا الجذور وبين مقدرة النباتات على تحمل الشتل ، فبينما حدث الترسيب فى أجزاء الجذور التى عمرها ٣ أيام فقط فى الفاصوليا ، لم يحدث الترسيب فى جذور نباتات الطماطم والكرنب إلا بعد أن وصل عمر الجذور إلى ٥ ـ ٦ أسابيع ، ولذلك تأثيره الكبير فى المقدرة على امتصاص الماء .

ففى حالة الفاصوليا حدث الترسيب فى أجزاء الجذور التى عمرها ٣ أيام وهى مازالت نشطة فى الامتصاص ، أى فى منطقة الشعيرات الجذرية . أما فى الطماطم والكرنب ، فإن أجزاء الجذور التى أصبح عمرها ٥ ـ ٦ أسابيع كانت بطبيعتها غير قادرة على امتصاص الماء ؛ لأن منطقة الشعيرات الجذرية كانت قد انتقلت بعيدًا عنها ؛ أى إن الترسيب لم يكن مؤثراً على امتصاص الرطوبة (Loomis ١٩٢٥) .

مراقد البذور (المشاتل) الحقلية

الشروط التى يجب توافرها فى مراقد البذور الحقلية

يجب أن تتوفر الشروط التالية فى مراقد البذور الحقلية:

١ ـ أن تكون تربتها خصبة لوجود أعداد كبيرة من النباتات التى تستمد غذاءها من طبقة من التربة يبلغ عمقها حوالى ٨سم .

٢ ـ أن تكون خالية من مسببات الأمراض ، خاصة تلك التى تعيش فى التربة ؛ مثل : النيماتودا ، وفطريات وبكتيريا الذبول .

٣ ـ أن تكون خالية من الأملاح الضارة والحشائش .

٤ ـ تفضل الأراضى الطمية الرملية ، أو الخفيفة عموماً ، كما تفضل الأراضى العضوية ـ إن وجدت ـ لمشاتل الكرفس والخس . ولا تصلح الأراضى الطينية الثقيلة كمراقد للبذور ؛ لأنها تصبح صلبة وتتشقق عند جفافها ، وتصبح لزجة عندما تكون رطوبتها مرتفعة .

وإذا تطلب الأمر استخدام الأراضى الثقيلة كمراقد للبذور ، وجبت تغطية البذور ـ التى تزرع فى سطور ـ بخليط من الرمل والسماد البلدى (الحيوانى) القديم المتحلل بنسبة ١ : ١ .

٥ ـ يجب تسميد أرض المشتل جيدًا بالسماد البلدى القديم المتحلل بمعدل ١٥ ـ ٢٠م٣ / فدان ، والأسمدة الكيميائية بمعدل: ١٠ ـ ٢٥كجم N ، و٤٠ ـ ٦٠ كجم P_2O_5 ، و٢٠كجم K_2O / فدان مع خلط الأسمدة بتربة المشتل خلطًا جيدًا قبل الزراعة .

ولتحضير السماد البلدى اللازم . تقام كومة من طبقات التربة والمخلفات الحيوانية بنسبة ٣ : ١ ، مع استبدال جزء من التربة بالرمل إذا كانت تربة المشتل ثقيلة . تجهز الكومة قبل الحاجة إليها فى المشتل بسنة كاملة ، وترطب من آنٍ لآخر لتشجيع تحلل المادة العضوية ، كما يجب ـ أيضًا ـ تقليبها من آنٍ لآخر لجعلها تامة التجانس ، وتُغربل قبل إضافتها إلى مراقد البذور فى مناخل ذات ثقوب واسعة نسبيا للعمل على تمام تجانسها ، وللتخلص من الأجزاء الكبيرة بالمخلوط .

ومن الضرورى أن يكون السماد البلدى قديمًا وتامّ التحلل ، حتى لا يُحدث أضرارًا بالنباتات من جَرَّاء تحلله فى المشتل ، وحتى لا يُلوث أرض المشتل ببذور الحشائش وبجراثيم الأمراض التى تكثر بالأسمدة البلدية غير المتحللة ، ويؤدى التحلل إلى التخلص منها .

وفى حالة وجود أى شك لاحتمال تلوث السماد البلدى ببذور الحشائش أو جراثيم الأمراض ، فإنه يجب الاكتفاء بالأسمدة الكيميائية عند تسميد المشاتل . وينصح ـ فى هذه الحالة ـ باستخدام البيت موس المعدل فى ملء سطور الزراعة .

يخلط البيت موس مع الرمل بنسبة ٣ بيت: ١ رمل ، ويعدل قبل خلطه بإضافة نحو ٢كجم كربونات كالسيوم ناعمة ، و٢٠٠ جم سلفات بوتاسيوم ، و٢٠٠ جم سوبر فوسفات ، و٤٠٠ جم نترات أمونيوم لكل بالة بِيت .

زراعة المشاتل الحقلية

تكون زراعة المشاتل الحقلية فى أحواض مساحتها ٢×٢ ، أو ٢×٣ ، أو ٣×٣م نثراً أو فى سطور . وتفضل الزراعة فى سطور (شكل ٣ ـ ١) عن الزراعة نثرًا ؛ وذلك للأسباب التالية :

١ ـ تكون الزراعة فى سطور أكثر انتظامًا .

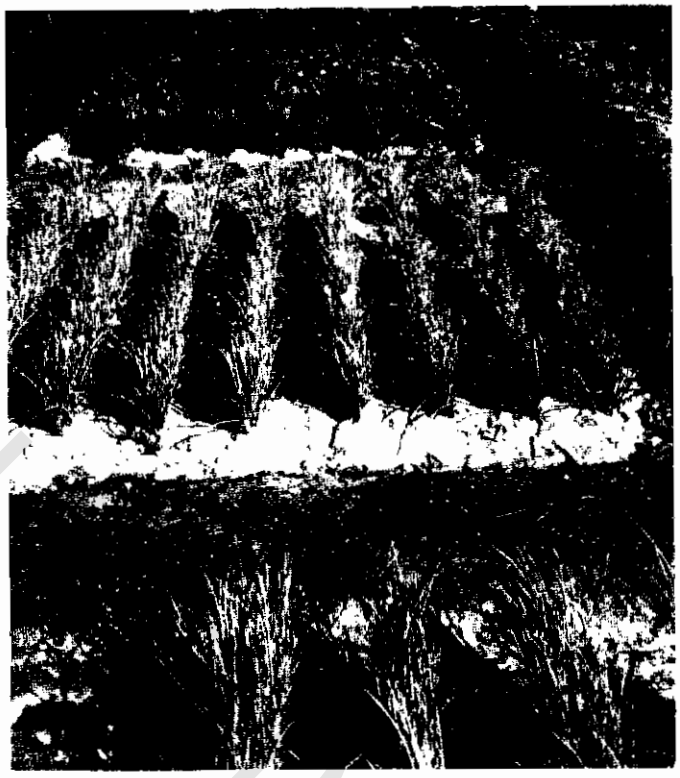
٢ ـ يسهل على البادرات رفع غطاء التربة وهى معًا فى السطر ، مما لو كانت متناثرة بالحوض .

٣ ـ يمكن مكافحة الحشائش بسهولة وبكفاءة أكبر .

٤ ـ تجد النباتات المساحة الكافية للنمو .

٥ ـ تصل أشعة الشمس إلى سطح التربة ؛ مما يقلل من حالات الإصابة بالذبول الطرى .

٦ ـ يمكن تقليع الشتلات بسهولة أكبر عند إعدادها للشتل (استينو وآخرون ١٩٦٣) .



شكل (٣ ـ ١): مشتل حقلى مزروع بالبصل فى سطور .

وتجب مراعاة أن تكون كثافة الزراعة بالقدر المناسب . ويتوقف ذلك على درجة حرارة التربة ؛ نظراً لأن نسبة الإنبات تكون منخفضة نسبيا فى كل من الحرارة المنخفضة والحرارة الشديدة الارتفاع .

هذا . . وتؤدى الزراعة الكثيفة إلى إنتاج شتلات طويلة ورهيفة spindly ، فضلاً على زيادة التكاليف بسبب ضرورة إجراء عملية خف للبادرات فى هذه الحالة .

وتفضل أحياناً زراعة البذور مبعثرة فى خطوط عريضة ؛ لإنتاج شتلات جيدة النمو ، وسميكة السيقان stocky .

هذا . . ويمكن الحصول على شتلات جيدة عندما تكون كثافة النباتات نحو ٣٠ نباتًا / متر طولى ، ولكن جرت العادة على زراعة نحو ٣٠٠ ـ ٤٠٠ بذرة / متر طولى ، ثم الخف على نحو ٢٠٠ نبات بعد الإنبات .

وعموماً . . فإن الكيلو جرام الواحد من البذور يزرع ـ عادة ـ فى مساحة:

١١٠ م^{٢} (١,٥ قيراطًا) بالنسبة للطماطم والفلفل والباذنجان والكرنب والقنبيط .

٢٢٥ م^{٢} (٣,٠ قيراطًا) بالنسبة للخس .

٣٥٠ م^{٢} (٤,٥ قيراطًا) بالنسبة للكرفس .

ويتراوح عمق الزراعة المناسب بين ١ و ٢ سم حسب طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة ؛ فتكون الزراعة أعمق فى الأراضى الخفيفة ، وفى درجات الحرارة المرتفعة (الإدارة العامة للتدريب ـ وزارة الزراعة ١٩٧٣) .

ويمكن الاستعانة بجدول (٣ ـ ١) . فى تحديد المساحة التى يتعين زراعتها من المشاتل الحقلية عند اختلاف كثافة الزراعة فى كل من المشتل والحقل الدائم .

جدول (٣ ـ ١): تحديد المساحة التى تجب زراعتها من المشاتل الحقلية على ضوء كثافة الزراعة فى كل من المشتل والحقل الدائم (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

كثافة الزراعة فى المشتل (عدد النباتات فى المتر المربع)	٢٥٠		٤٠٠			٢٥٠				
عدد النباتات فى كل هكتار من المشتل (بالمليون)(أ)	٢,٥		٤,٠			٥,٥				
نسبة الشتلات الصالحة للاستعمال (٪)	٨٠	٧٠	٦٠	٨٠	٧٠	٦٠	٨٠	٧٠	٦٠	
العدد الصالح للاستعمال (بالمليون)	٢,٠	١,٧٥	١,٥	٣,٢	٢,٨	٢,٤	٤,٤	٣,٨٥	٣,٣	
المساحة التى يمكن زراعتها (بالهكتار) من هذا العدد من الشتلات عندما تكون كثافة الزراعة فى الحقل الدائم:										
١٧٠٠٠ بالهكتار (٩٠سم × ٩٠سم)	١١٨	١٠٣	٨٨	١٨٨	١٦٥	١٤١	٢٥٩	٢٢٦	١٩٤	
٢٧٠٠٠ بالهكتار (٦٠سم × ٦٠سم)	٧٤	٦٥	٥٥	١١٨	١٠٤	٨٩	١٦٣	١٤٣	١٢٢	
٤٧٠٠٠ بالهكتار (٤٥سم × ٤٥سم)	٤٢,٥	٣٧	٣٢	٦٨	٥٩,٥	٥١	٩٤	٨٢	٧٠	
١٠٨٠٠٠ بالهكتار (٣٠سم × ٣٠سم)	١٨,٥	١٦	١٤	٣٠	٢٦	٢٢	٤١	٣٥,٦	٣٠,٥	
٣٢٠٠٠٠ بالهكتار (١٠سم × ٣٠سم)	٦,٢٥	٥,٥	٤,٧	١٠	٨,٨	٧,٥	١٣,٧	١٢	١٠,٣	

(أ) الهكتار = ١٠٠٠٠م^{٢} = ٢,٣٨ فدانا .

معاملات المشاتل والتقاوى لمكافحة الآفات فى المشاتل الحقلية

نظراً لكثرة الآفات التى تتعرض لها النباتات فى المشاتل الحقلية ، فإنه ينصح باتباع ما يلى :

١ ـ لمقاومة الحشائش المعمرة والسعد يرش الإيناييد ٧٢٪ بمعدل ٤ ـ ٥ لترات للفدان على الأرض الناعمة ، ثم يقلب جيدًا ، وتروى الأرض . ولا تزرع البذور قبل مضى ١ ـ ١,٥ شهراً من المعاملة .

٢ ـ لمقاومة الحشائش الحولية يرش الإيناييد ٥٠٪ بمعدل ٤ كجم للفدان قبل الزراعة .

٣ ـ لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور يستعمل النيماكور ١٠٪ محببًا ، أو فوريدان ١٠٪ محببًا ، أو التيمك ١٠٪ محببًا ، أو الفايدت ١٠٪ محبب بمعدل ٤٠ كجم للفدان نثراً على الأرض مع التقليب الجيد ، ثم زراعة البذرة ، والرى مباشرة .

٤ ـ لمكافحة الآفات الحشرية ، مثل: الحفار ، أو الدودة القارضة ، أو النطاط يستعمل طعم سام مكون من أندرين ٥٠٪ قابل للبلل بمعدل ١كجم للفدان ، أو أندرين ١٩,٥٪ مستحلب بمعدل ٢,٥ لتراً للفدان مع ٢٥ كجم ردة ناعمة تخلط بنحو ٣٠ لتر ماء ، ثم ينثر المخلوط بعد رى المشتل مباشرة .

٥ ـ لمكافحة مرض سقوط البادرات تعامل البذور قبل الزراعة بالفيتافاكس أو الكابتان بمعدل ١,٥ جم لكل كيلو جرام من البذور (الإدارة العامة للتدريب ـ وزارة الزراعة ١٩٨٣) .

إنتاج شتلات الخضر فى أوعية خاصة بها، وفى بيئات خاصة لنمو الجذور

تستخدم لإنتاج شتلات الخضر كافة الأوعية التى سبق بيانها فى الفصل الثانى . تملأ هذه الأوعية ببيئة الزراعة المناسبة ، وتنمو فيها الشتلات حتى تصبح جاهزة للشتل .

تنقل الشتلات إلى الحقل الدائم بجذورها كاملة وما حولها من مخلوط التربة ؛ وبذلك تكون فرصة نجاح عملية الشتل ـ وخاصة فى الأراضى الصحراوية ـ أكبر بكثير

مما فى حالة تقليع النباتات من تربة المشاتل الحقلية . كما يمكن بهذه الطريقة شتل النباتات التى لا يمكن شتلها بالطرق العادية ؛ مثل القرعيات .

وتجدر الإشارة إلى أن معظم الماء الذى يفقد بالنتح ـ خلال اليومين الأول والثانى بعد الشتل ـ يكون من الشتلة ذاتها عندما تكون جذورها عارية ، بينما يكون من احتياطى الماء الموجود فى صلية الجذور عندما تكون جذورها بصلايا .

عند استعمال الصناديق (الطاولات) فى الزراعة ، فإنها تملأ بالخلطة المجهزة ، ثم يضغط عليها ـ خاصة عند الأركان وحول الجوانب ـ لتجنب انهيار الخلطة فى هذه الأماكن مستقبلا . تلى ذلك إضافة المزيد من الخلطة لملء الصندوق ، ثم يسوى سطح التربة فى الصندوق مع مستوى القمة بإمرار قطعة من الخشب مثلا . يلى ذلك استخدام لوحة خشبية ـ أبعادها كأبعاد الصندوق الداخلى ـ يضغط بها على التربة ؛ بحيث تصبح مستوية ، وعلى مستوى أقل قليلا من حافة الصندوق . وقد يُستبدل بهذه هذه اللوحة لوحة التسطير ؛ التى تفيد أيضاً فى عمل سطور الزراعة .

هذا . . وقد تبقى الشتلات فى نفس الحوض لحين شتلها فى الحقل ، أو قد يعاد شتلها فى حوض آخر على أبعاد أكبر ؛ حيث تبقى بها لحين الشتل فى الحقل .

وفى الحالة الأولى ـ أى عند بقاء الشتلة فى نفس الحوض لحين شتلها بالحقل ـ يجب أن تكون المسافة بين كل سطرٍ والسطر الذى يليه نحو ١٠سم ، مع زراعة ١٥ ـ ٣٠ بذرة / ١٠ سم طولية من السطر .

أما فى حالة تفريد البادرات فى أحواض أخرى ، فإن المسافة بين كل سطر والآخر تكون نحو ٥سم ، مع زراعة ٣٠ ـ ٤٠ بذرة/ ١٠ سم طولية . وعند بدء ظهور الورقة الحقيقية الأولى ـ حيث يكون طول النبات ٥ ـ ٧ سم ـ تجرى عملية التفريد Pricking off ، فتروى الأحواض جيدًا قبل اقتلاع البادرات التى تقتلع بعد الرى بأكبر قدر من التربة ، ويعاد شتلها فى أحواض أخرى على مسافات أوسع ٣ × ٣ ، أو ٤ × ٤ ، أو ٥ × ٥سم .

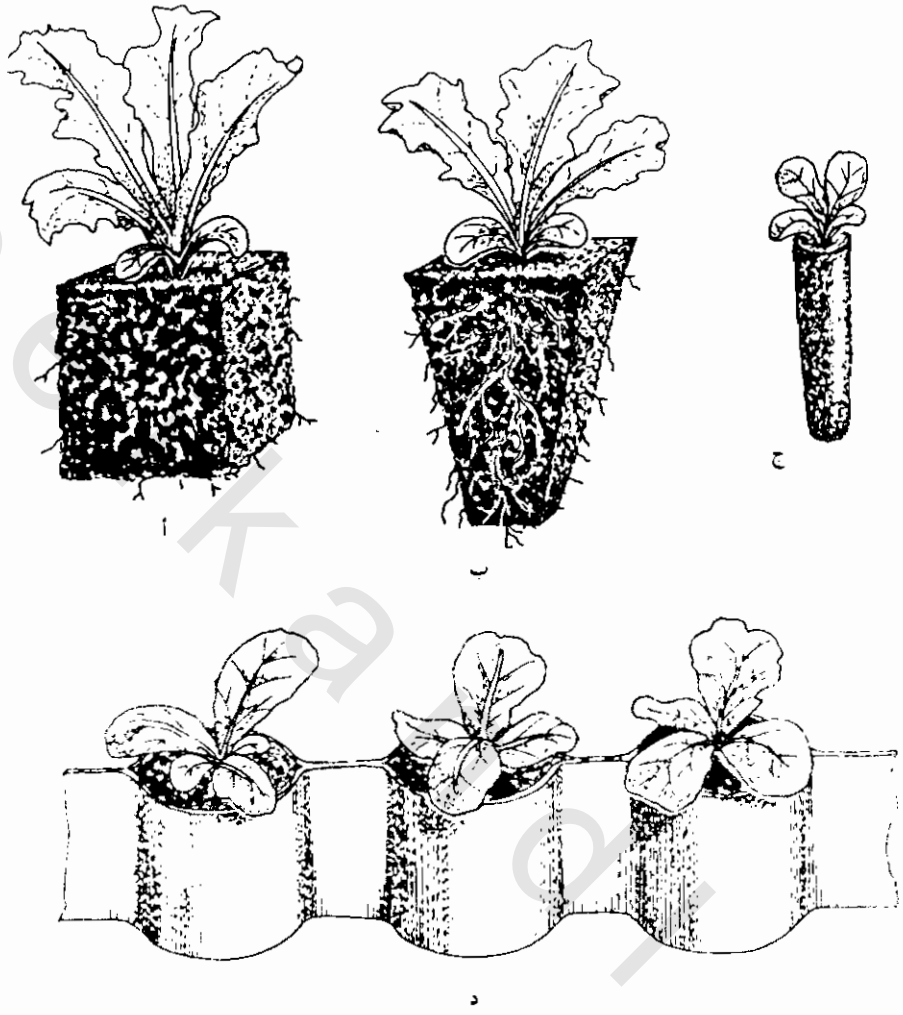
ويستخدم القلم الرصاص أو الأصبع فى عمل الحُفَر التى تفرد فيها البادرات ، لكن يفضل استعمال لوحة التفريد spotting board لضمان حسن توزيع مسافات الزراعة .

وتتوقف المسافة بين البادرات فى السطر وبين السطور بعضها وبعض على المدة التى تبقى خلالها الشتلات بأحواض الشتلة . يعاد ـ أحياناً ـ تفريد البادرات مرة أخرى على مسافات أوسع ٨ × ٨ ، أو ١٠ × ١٠سم ، لكن ذلك غالباً ما يكون فى قَصارٍ ورقية ، حتى لا تتأثر جذور النباتات عند الشتل .

عند إجراء عملية التفريد يجب التأكد من ضغط التربة جيدًا حول الجذور ، ويجب أن يكون الضغط إلى أسفل نحو الجذور ، لا فى اتجاه ساق النبات ، لأن الساق تكون رهيفة ، وتتأذى بسهولة من الضغط عليها . وبعد عملية التفريد يجب رى النباتات جيدًا ، وتظليلها ، إلى أن تستعيد نموها ونشاطها من جديد .

وليس لعملية التفريد تأثير إيجابى على المحصول ؛ فبرغم أنها تزيد من تفريغ الجذور ، إلا أنه يصاحبها توقف مؤقت فى النمو . والهدف الأساسى من إجرائها هو الاستغلال الأمثل للمساحات المخصصة لإنتاج الشتلات بالصوبات وبالمراقد المُدفأة والباردة (Banadyga & Wells ١٩٦٢) .

إما إنتاج الشتلات فى صَوانٍ (طاولات) الإنتاج السريع للشتلات Speedling trays ، فيتم بزراعة بذرة واحدة (فى حالة بذور الهجن المرتفعة الثمن) ، أو بذرتين (فى حالة الأصناف العادية) فى كل حفرة بالصينية ، على أن تخف على بادرة واحدة بكل حفرة بعد الإنبات . وعند الشتل تقلع الشتلات بسهولة ؛ وذلك بجذبها إلى أعلى من قاعدة الساق ، فتخرج جذورها كاملة مع صلية من بيئة الزراعة . ويساعد وجود البِيت موس فى الخلطة على تماسك كل بيئة الزراعة فى كتلة واحدة (شكل ٣ ـ ٢) .



شكل (٣ ـ ٢) : أمثلة لبعض طرق إنتاج الشتلات: (أ) فى مكعب البيت ، (ب) فى آنية الإنتاج السريع للشتلات speadling tray ، (جـ) تقنية شتلة السدادة Techniculture plug (وهى شبيهة بالـ speedling tray) ، (د) فى حزام من الأصص الورقية يعرف باسم Bandolier system (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

ولإنتاج الشتلات فى الأصص الورقية لا يتطلب الأمر أكثر من فرد شريط الأصص

فى المكان المخصص لإنتاج الشتلات وملئه ببيئة الزراعة (شكل ٣ ـ ٣) ، ثم زراعة البذور بنفس الطريقة السابقة .

شكل (٣ ـ ٣) : إعداد الأصص الورقية للزراعة . يفرد شريط الأصص أولا فى المكان المخصص لإنتاج الشتلات ، ثم يملأ بخلطة الزراعة ، وتستعمل فرشاة فى جعل الخلطة على مستوى واحد فى كل الأصص .

ولا يختلف إنتاج الشتلات فى أصص جفى ٧ Jiffy 7 عن الطريقتين السابقتين ، فتزرع البذور بعد رصّ الأقراص وبلّها بالطريقة التى سبق شرحها فى الفصل الثانى ، وتترك النباتات حتى تصل إلى الحجم المناسب للشتل ، وتبرز الجذور من خلال الشبكة المحيطة بكتلة البيت (شكل ٢ ـ ١١) .

هذا . ومن الأهمية بمكان أن توضع أوانى الزراعة أيا كانت (أصص جفى ، أم أصص ورقية ، أم مكعبات تربة ، أم أوانى الإنتاج السريع للشتلات) على شريحة من البوليثيلين ؛ لأن ذلك يحقق المزايا التالية :

١ ـ ضمان عدم نمو الجذور فى التربة ؛ وبالتالى عدم تقطيعها عند نقلها إلى الحقل .

٢ ـ عدم إصابة النباتات بأى من الآفات التى قد توجد فى التربة ؛ مثل فطريات الذبول ، وأعفان الجذور ، والنيماتودا .

٣ ـ سهولة نقل أعداد كبيرة من الشتلات إلى الحقل ؛ لتواجدها على شريحة بلاستيكية واحدة ؛ فيمكن بذلك حملها إلى الصوانى (الطاولات) التى تخصص لذلك الغرض .

إنتاج شتلات الخضر على نطاق تجارى واسع

يفضل بعض المزارعين شراء احتياجاتهم من شتلات الخضر من جهات أو شركات ذات خبرة فى هذا المجال . وتقوم هذه الشركات بإنتاج الشتلات بأعداد هائلة تصل إلى مئات الملايين سنويا حسب تعاقدات سابقة مع المزارعين ؛ لتوريد الشتلات فى مواعيد معينة حسب رغبة المزارعين . وعادة ما تكون هذه الشركات فى مناطق تتوفر بها الظروف البيئية المناسبة لإنتاج الشتلات ، أو تتوفر لديها إمكانات الزراعة المحمية لإنتاج الشتلات فى غير موسمها .

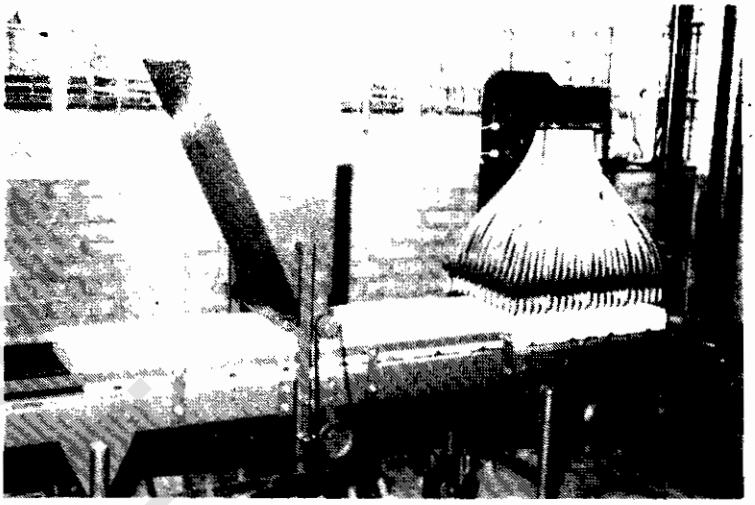
ففى الولايات المتحدة ـ مثلا ـ تنتج الولايات الجنوبية مئات الملايين من شتلات الخضر الصيفية للزراعة فى الولايات الشمالية بمجرد تحسن الظروف الجوية فى بداية الربيع .

وفى مصر تقوم وزارة الزراعة وبعض الشركات بإنتاج شتلات الخضر لمن يرغب من المزارعين نظير زيادة طفيفة على ثمن التقاوى . ويضمن المزارع بذلك حصوله على شتلات جيدة فى الموعد المناسب له ، وخاصة من الأصناف الهجين التى تكون تقاويها مرتفعة الثمن ، ويخشى عليها من الإصابة بمرض سقوط البادرات (الذبول الطرى) الذى قد يقضى عليها فى المشاتل ، أو من التعرض للذبابة البيضاء التى تنقل إليها فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم .

ونظراً لأن الإنتاج التجارى للشتلات يتطلب ـ عادة ـ إنتاج ملايين الشتلات خلال فترة زمنية وجيزة ـ الأمر الذى قد يصعب تحقيقه بالطرق التقليدية ـ لذا اتجهت

الشركات الكبيرة نحو ميكنة عملية ملء أوعية نمو النباتات ببيئات الزراعة وزراعتها . ويوضح شكل (٣ ـ ٤) طريقة زراعة البذور آليا على المسافات المرغوبة . ويستخدم لذلك قرص متصل بجهاز تفريغ ، وبه ثقوب أصغر قليلاً من حجم البذور ، وعلى الأبعاد المرغوبة للزراعة . يوضع القرص على البذور ، وبتشغيل جهاز التفريغ تتعلق بذرة بكل ثقب . وعند وضع القرص على سطح آنية الزراعة وإيقاف التفريغ ، تسقط البذور على سطح المهاد ؛ حيث تُغَطَّى بعد ذلك بالقليل من بيئة الزراعة . كما يوضح شكل (٣ ـ ٥) آلة أكثر كفاءة تقوم بتوزيع البذور على أماكنها فى طاولات الزراعة مباشرة .

شكل (٣ ـ ٤) : آلة لزراعة البذور فى أوعية إنتاج الشتلات . تتكون الآلة من قرص متصل بجهاز تفريغ ، وبه ثقوب أصغر قليلا من حجم البذور ، وعلى الأبعاد المرغوبة للزراعة . تعلق البذور بالثقوب عند تشغيل جهاز التفريغ ؛ حيث يمكن إسقاطها بسهولة على سطح مهاد الزراعة بوضع القرص على سطح المهاد ، ثم إيقاف التفريغ .



شكل (٣ ـ ٥): آلة تقوم بتعبئة طاولات الزراعة وتوزيع البذور على العيون مباشرة.

درجات الحرارة المناسبة لإنتاج شتلات الخضر

يجب أن تتوفر لشتلات الخضر درجات الحرارة المناسبة لنموها ، كما هو مبين فى جدول (٣ ـ ٢) ؛ لأن درجات الحرارة الشديدة الانخفاض تؤدى إلى بطء شديد فى الإنبات والنمو ، وقد تتهيأ بعض النباتات ذات الحولين للإزهار المبكر إذا تعرضت لدرجات الحرارة المنخفضة . هذا بالإضافة إلى أن الحرارة المنخفضة تضر كل الخضر الصيفية الحساسة للبرودة . أما الحرارة المرتفعة ، فإنها تؤدى إلى إنتاج شتلات رفيعة وطويلة ورهيفة spindly .

ويمكن القول ـ إجمالا ـ إن خضر الجو البارد تلزمها درجة حرارة قدرها ١٦ ـ ١٨°م نهارًا ، و١٠ ـ ١٣°م ليلا . أما خضر الجو الدافئ ، فتلزمها حرارة أعلى من ذلك بنحو خمس درجات مئوية .

عمليات خدمة ورعاية المشاتل

حتى يمكن الحصـــول على شتلات قوية النمو ، خالية من الأمراض يجب توفير الرعاية التالية للمشاتل :

جدول (٣ ـ ٢): درجات الحرارة المناسبة لانتاج شتلات الخضر .

المحصول	درجة حرارة النهار (مْ)	درجة حرارة الليل (مْ)
البروكولى	١٦ ـ ١٨	١٣ ـ ١٦
كرنب بروكسل	١٦ ـ ١٨	١٣ ـ ١٦
الكرنب	١٣ ـ ١٦	١٠ ـ ١٣
الكرفس	١٨ ـ ٢١	١٦ ـ ١٨
الباذنجان	٢١ ـ ٢٧	١٨ ـ ٢١
الخس	١٣ ـ ١٦	١٠ ـ ١٣
القاوون	٢١ ـ ٢٤	١٦ ـ ١٨
البصل	١٦ ـ ١٨	١٣ ـ ١٦
الفلفل	١٨ ـ ٢١	١٦ ـ ١٨
الطماطم	١٨ ـ ٢١	١٦ ـ ١٨
البطيخ	٢١ ـ ٢٧	١٨ ـ ٢١

١ ـ تجب مكافحة الأمراض والحشرات والحشائش جيدًا من بداية الإنبات .

٢ ـ يجب تجنب محاولة دفع النباتات إلى النمو السريع غير الطبيعى عن طريق التسميد الغزير ، أو برفع درجة الحرارة .

٣ ـ يعتبر الخف عملية ضرورية لمنع تزاحم النباتات . وتتراوح المسافة التى تترك ـ عادة ـ بين النباتات من ٢/١ سم على أقل تقدير إلى ٣ سم ، وهى المسافة المفضلة .

٤ ـ يجب توفير درجة الحرارة المناسبة لنمو الشتلات بزراعتها فى المراقد المدفأة ، أو الباردة ، أو فى الصوبات ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة . . . إلخ .

٥ ـ يجب توفير التهوية الكافية للنباتات عند إنتاجها فى الصوبات ، أو فى المراقد المدفأة أو الباردة ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية . وتزداد الحاجة إلى التهوية بازدياد عمر النبات ، وبارتفاع درجة الحرارة .

٦ ـ الرى :

تجب العناية بالرى قبل ظهور البادرات ؛ حتى لا تجرف البذور مع ماء الرى ، أو

تتعجن التربة . ويجب تجنب جفاف مراقد البذور فى أى وقت ، أو زيادة رطوبتها إلى درجة التشبع إلا فى حالات خاصة ، كما فى الكرفس ؛ فالرطوبة يجب أن تظل دائمًا فى المجال الملائم .

ويلاحظ أن بقاء سطح التربة رطبًا بصفة دائمة يشجع على الإصابة بمرض الذبول الطرى (سقوط البادرات) ؛ وعليه . . فإنه يلزم بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة ـ أن ينظم الرى بحيث يكون غزيراً ، ثم تترك المراقد دون رى إلى أن يبدأ ظهور أعراض الحاجة إلى الرى على البادرات .

تزداد الحاجة إلى الرى بطبيعة الحال فى الأيام الحارة أو الصافية ، عنها فى الأيام الباردة ، أو الأيام الملبدة بالغيوم . ويحسن عدم رى المشاتل فى الأيام الملبدة بالغيوم إلا عند الضرورة .

ويفضل رى المشاتل فى الصباح ؛ لأن الرى وقت الظهيرة يزيد من فرصة الإصابة بلفحة الشمس sunscald . وفى حالة الرى فى المساء . ربما لا تجف النباتات قبل حلول الليل ، كما يعمل الرى فى هذا الوقت على خفض درجة حرارة أرض مرقد البذور ، بينما من مزايا الرى المبكر إعطاء الفرصة لأن ترتفع درجة حرارة أرض المرقد بفعل حرارة وسط النهار ، وقبل أن يحل المساء .

هذا . . ويجب رى المراقد رية غزيرة قبل إجراء عملية الشتل ؛ حتى يمكن تقليعها بسهولة مع كمية كبيرة من التربة عالقة بها .

٧ ـ التسميد :

يمكن تسميد المراقد أثناء إعدادها للزراعة كما سبق بيانه ، كما يمكن ـ عند الحاجة ـ إضافة الأسمدة بعد الإنبات نثرًا ، أو مع ماء الرى .

٨ ـ يجرى أحيانًا للشتلات المُفَرّدة فى الأحواض الخشبية أو المعدنية أو البلاستيكية عملية فصل للتربة فى مكعبات blocking قبل الشتل بعشرة أيام ؛ وذلك بتقطيع جذور النباتات بإمرار نصل سكين مثلاً فى التربة بين النباتات ، بحيث يصبح كل نبات محاطاً بكتلة من التربة مساحتها ٣ × ٣ سم تقريبًا . وتؤدى هذه العملية إلى تقطيع الجذور الكبيرة ، وتشجيع تكوين جذور جانبية جديدة .

٩ ـ إجراء عملية التقسية hardening قبل الشتل بنحو ٧ ـ ١٠ أيام (حسب فترة بقاء النباتات فى المشتل) ؛ وذلك بتقليل الرى ، وتعريض النباتات لظروف الحقول المكشوفة بتخفيض التدفئة أو التظليل تدريجيا (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

تأثير عمر الشتلة ـ عند الشتل ـ على النمو والمحصول

يختلف تأثر النمو النباتى بعمر الشتلة باختلاف المحصول ، ومن أمثلة ذلك ما يلى:

١ ـ أدى استعمال شتلات خس بعمر سبعة أسابيع إلى زيادة المحصول المبكر مقارنة باستعمال شتلات عمرها ٣ ـ ٦ أسابيع ، وقل التباين فى وزن الرؤوس عندما كانت الشتلات فى عمر ١٣ أو ١٦ يومًا ، مقارنة بعمر ٢٥ يومًا .

٢ ـ تساوى محصول الكرنب الصينى عندما كان عمر الشتلات ٣ ـ ٦ أسابيع .

٣ ـ لم يختلف محصول القنبيط الصالح للتسويق عند استعمال شتلات عمرها ٥ ـ ٨ أسابيع .

٤ ـ أنتجت شتلات الهليون التى كانت فى عمر ٨,٥ أسبوعًا نباتات أقوى نموا خضريا من تلك التى كان عمرها ٦ أو ٧ أسابيع ، ولكنها تساوت مع الشتلات التى كان عمرها ١٠ أسابيع .

٥ ـ أعطت شتلات الفلفل ـ التى كان عمرها ٦٠ يومًا ـ محصولا مبكرًا أعلى من الشتلات التى كانت أصغر عمرًا .

٦ ـ لم يختلف محصول الطماطم المبكر أو الكلى عندما استعملت شتلات يتراوح عمرها بين أسبوعين و ستة أسابيع ؛ ولذا . . أُوصى باستعمال شتلات صغيرة لتقليل صدمة الشتل ، ولتخفيض تكلفة إنتاج الشتلات (Leskovar وآخرون ١٩٩١أ) . وبالمقارنة . . حصل Weston & Zandstra (١٩٨٩) على أعلى محصول كلى من الطماطم عندما استعملت شتلات عمرها ٤ ـ ٥ أسابيع .

ويتضح من دراسات Leskovar & Cantliffe (١٩٩١ب) فى هذا الشأن أن نمو نباتات الطماطم تَسَاوَى ـ فى الزراعة الربيعية ـ بولاية فلوريدا الأمريكية ـ عندما استعملت شتلات فى عمر ٤ ـ ٦ أسابيع ، ولكن استعمال شتلات فى عمر ٤ ـ ٥

أسابيع أعطى أعلى محصول مبكر من الثمار الكبيرة ، واستعمال شتلات عمرها ٤ أسابيع أعطى أعلى محصول كلى من الثمار الكبيرة ، هذا بينما تساوى المحصول عندما استعملت شتلات فى عمر ٢ ـ ٥ أسابيع فى الزراعة الخريفية .

تقدمات فى عمليات رعاية المشاتل

الـــرى

تم منذ أواخر الثمانينيات تطوير نظام جديد لرى مشاتل الخضر المحمية عرف بنظام الجزر والمد ، أو الانحسار والتدفق Ebb and Flow System ، وفيه يُعاد استخدام مياه الرى ؛ مما يُسهم فى توفير الماء .

وتبعًا لهذا النظام فإن صوانى الشتلة توضع على أسلاك شبكية تثبت على مسافة ٢٠سم فوق مستوى أرضية من الخرسانة . ويتم الرى كل ٢ ـ ٣ أيام برفع الماء إلى مستوى صوانى الزراعة لمدة ١٥ ـ ٤٥ دقيقة ، ثم يُعاد مستوى الماء إلى ما كان عليه أو يخزن فى «تانك» لهذا الغرض .

وإلى جانب التوفير فى الماء . . فإن هذا النظام يوفر كذلك فى استعمال الأسمدة التى تُفقد فى ماء الصرف عند إجراء الرى بالطرق المألوفة ، كما يوفر استعمال المبيدات التى لا تغسل من على النباتات ؛ مثلما يحدث عند الرى بالرش أو الرذاذ .

وقد أوصى Leskovar وآخرون (١٩٩٤) باتباع هذا النظام فى رى الطماطم ، شريطة عدم الإفراط فى تقسية النباتات ـ بتعريضها لشدٍّ رطوبى عالٍ ـ قبل الشتل .

التحكم فى مستوى التسميد وأهميته

إن خفض كميات العناصر السمادية المتاحة لامتصاص النباتات فى المشاتل يعد ـ حاليا ـ أكثر الطرق شيوعًا للحد من النمو النباتى ؛ بهدف زيادة قدرة النباتات على تحمل الشتل ، وخاصة بعد حظر استخدام الآلار ٨٥ لهذا الغرض ، بعد اكتشاف تأثيره فى الإصابة بالسرطان . هذا إلا أن الشتلات التى تتعرض لتلك المعاملة يكون استعادتها لنموها بطيئًا بعد الشتل ـ حتى لو توفر لها النيتروجين بكميات كافية بعد الشتل مباشرة ـ الأمر الذى يترتب عليه نقص المحصول المبكر .

وقد شاع منذ منتصف الثمانينيات إخضاع الشتلات لما جرى العرف على تسميته بالتكيف الغذائى للبادرات قبل الشتل Pretransplant Natritional Conditioning ؛ حيث تُسمّد النباتات فى المشاتل المحمية بنظام محكم يجعلها تستعيد نموها سريعًا بعد الشتل فى الحقل ؛ فلا يتأثر المحصول المبكر . وقد جُرِّب ذلك بنجاح فى عديد من محاصيل الخضر ؛ منها الكرفس ، والبروكولى ، والخس ، والطماطم ، والقاوون ؛ حيث تعطى المشاتل مستويات عالية ـ لكنها متوازنة ـ من كل من النتيروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

وقد وجد Schultheis & Dufault (١٩٩٤) أن صدمة الشتل تزداد بزيادة التسميد الآزوتى فى المشتل ، ولكن هذا التأثير يقل مع تقدم النمو النباتى فى الحقل ؛ حيث لم يكن لمستوى التسميد بالآزوت فى المشتل أية تأثيرات على المحصول المبكر أو الكلى أو صفات الجودة فى الثمار ؛ ولذا . . أوْصَى الباحثان بتسميد مشاتل البطيخ بمستوى منخفض من النيتروجين (٢٥مجم/ لتر) والفوسفور (٥ مجم/لتر) ؛ حيث يؤدى ذلك إلى التحكم فى النمو النباتى وإنتاج نباتات قوية تتحمل التداول ، دون أن يؤثر ذلك على المحصول أو نوعية الثمار .

كما وجد Hunt وآخرون (١٩٩٤) أن تفضيل حشرة خنفساء كلورادو للتغذية على بادرات الطماطم تناسب طرديا مع مستوى النيتروجين فى أوراقها ، ولكن تركيز الفوسفور والبوتاسيوم لم يكن له أية تأثيرات . وأوضح الباحثون أن تقسية النباتات لمدة خمسة أيام قبل شتلها فى الحقل قلل من إقبال تغذية خنفساء كلورادو عليها بعد الشتل . وكانت دراسات سابقة قد أوضحت ارتباط شدة الإصابة بالحشرة طرديا مع التسميد الآزوتى أو مستوى الأزوت فى النموات الخضرية لكل من الطماطم والبطاطس .

وبالمقارنة . . وجد Weston & Zandstra (١٩٨٩) أن مستويات التسميد الأزوتى المتوسطة والمرتفعة لشتلات الطماطم المنتجة فى الصوبات أعطت محصولا مبكرًا عاليًا عند زراعتها فى الحقل ، ولكن لم يكن للنيتروجين أو الفوسفور المضاف عند إنتاج الشتلة تأثير على المحصول الكلى فى الحقل .

عدوى الشتلات بفطريات الميكوريزا

تستفيد الشتلات ـ كما فى النباتات البالغة ـ من وجود فطريات الميكوريزا Mycorhiza حول جذورها (يراجع لذلك الفصل الثامن) ، التى توفر للنباتات قسطًا كبيرًا من احتياجاتها من العناصر الغذائية ، وخاصة تلك التى لا تتحرك فى التربة ؛ مثل الفوسفور والزنك .

وقد وجد Waterer & Coltman (١٩٨٨) أن زيادة التسميد الفوسفاتى لشتلات الطماطم والبصل التى تمت عدواها بفطر الميكوريزا Glomus aggregatum أدت إلى زيادة الوزن الرطب للنباتات ومستوى الفوسفور فى النموات الخضرية ، ولكنها أضعفت اتصال الفطر بالجذور (إصابته لها) . إلا أن تكرار التسميد بمستوى منخفض من الفوسفور أنتج شتلات أقوى نموا ومصابة جيدًا بفطر الميكوريزا ، الذى ينتقل مع الشتلات إلى الحقل .

أقلمة أو تقسية الشتلات

الأقلمة Acclimation أو التقسية Hardening هى عملية يُراد منها تهيئة الشتلات لتحمل الظروف البيئية غير المناسبة بعد الشتل ؛ كدرجات الحرارة المرتفعة ، أو المنخفضة ، أو الرياح الجافة ، أو نقص الرطوبة الأرضية ، أو الأضرار التى قد تتعرض لها النباتات أثناء عملية الشتل . وهى قد تكون أقلمة للحرارة المنخفضة Cold Acclimation ، أو للحرارة العالية Heat Acclimation . . . إلخ .

وبالنسبة لنباتات الجود البارد التى تتحمل البرودة بطبيعتها ، فإن الأقلمة تجعلها أكثر تحملا للبرودة ، وبمعدل يتناسب مع مقدار النقص فى نموها نتيجة لعملية الأقلمة . أما بالنسبة لنباتات الموسم الدافئ ، فإنها لا تكتسب سوى قدر ضئيل من التأقلم ضد البرودة . ولكن كلا النوعين من النباتات يختزن فى أنسجته المواد الكربوهيدراتية التى تساعده على تكوين جذور جديدة بعد الشتل .

طرق الاقلمة

تعتمد كل طرق الأقلمة على تعريض النباتات لظروف تؤدى إلى تقليل معدل النمو الخضرى ، وزيادة المخزون النباتى من المواد الكربوهيدراتية . وتختلف طرق الأقلمة

obeikandl.com

التى يمكن اتباعها حسب نوع المشتل والوسائل المتبعة لحماية الشتلات به . ويمكن إجمال أنواع المشاتل فيما يلى:

١ ـ المشاتل الحقلية المكشوفة .

٢ ـ المشاتل الحقلية المظللة .

٣ ـ المشاتل المحمية فى الصوبات البلاستيكية أو الزجاجية .

٤ ـ المراقد المدفأة ومشاتل الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

ويستخدم مع كل نوع من المشاتل ما يناسبه من طرق الأقلمة التالية:

١ ـ تقليل مياه الرى:

يتم ذلك بطريقة تدريجية ؛ بتقليل الكمية التى تعطى فى الرية الواحدة مع زيادة الفترة بين الريات ، لكن يجب ألا تترك النباتات دون رى إلى أن تذبل وتجف . وقد وجد Brown وآخرون (١٩٩٢) أن نقص الرطوبة الأرضية جعل شتلات الطماطم أقصر ، أو مساوية فى الطول لتلك التى رشّت مرتين بالآلار بتركيز ٢٥٠٠ جزءٍ فى المليون ، ولكن الوزن الجاف للشتلات فى حالة معاملة التعرض للشدّ الرطوبى كان أقل منه فى معاملة الرش بالآلار .

٢ ـ تعريض النباتات لدرجات حرارة منخفضة:

يتم ذلك ـ أيضاً ـ بصورة تدريجية ، فَتُعرض النباتات لدرجات حرارة أقل من الدرجة المثلى للنمو . وتجدر ملاحظة أن النباتات تفقد فى اليوم الدافئ ما تكون قد اكتسبته من أقلمة فى يومٍ باردٍ .

ويجب عدم تعريض النباتات لدرجات حرارة شديدة الانخفاض ، أو تعريضها للحرارة المنخفضة لمدة طويلة ، وخاصة فى حالة النباتات ذات الحولين ؛ لأن هذه المعاملة تهيئها للإزهار ، وتعرضها للإزهار المبكر ، فتفقد قيمتها التجارية .

ويتم خفض الحرارة بتقليل التدفئة مع زيادة التهوية فى الصوبات أو فى المراقد المدفأة ، أو بنقل النباتات إلى مراقد غير مدفأة .

ومما تجدر ملاحظته أن التعريض للبرودة ليس ضروريا ، وأن أية معاملة تؤدى إلى إيقاف النمو يمكن أن تفى بالغرض . وهو أمر يمكن تحقيقه بتقليل الرى ؛ وعليه . . فإن نقل النباتات من الصوبة أو من المراقد المدفأة ليس أمرًا ضروريا إلا عند الحاجة إلى المساحات التى تشغلها النباتات لأغراض أخرى .

٣ ـ فى المرقد الحقلية المكشوفة يصعب التحكم فى الرطوبة الأرضية فى المواسم الممطرة . وفى هذه الحالات يمكن تقليل امتصاص النباتات للرطوبة برفعها قليلا بشوكة أو بتقطيع جذورها من الجانبين بإمرار نصل حاد فى التربة على بعد نحو ٣ سم من خط النبات . ويحسن تقطيع الجذور من أحد الجانبين أولا ، ثم بعد نحو ٣ أيام من الجانب الآخر .

٤ ـ فى حالة المراقد الحقلية المظللة تجرى الأقلمة بتعريض النباتات لضوء الشمس المباشر بصورة تدريجية برفع شباك التظليل ، وزيادة المساحة غير المظللة من المشتل تدريجيا .

ويفيد وقف التسميد ـ وخاصة بالنيتروجين ـ قبل عملية الأقلمة مباشرة وأثناءها . كما يفيد التسميد الجيد بالفوسفور خلال فترة الأقلمة . ولكن يجب التسميد بأحد الأسمدة السائلة المركبة قبل الشتل بيومين ، أو استعماله عند الشتل كمحلول سمادى بادئ .

يجب أن تجرى جميع طرق الأقلمة بصورة تدريجية ، وإلا انتفى الغرض منها ، وهو عدم تعريض البادرات الرهيفة لتغير مفاجئ يقضى عليها .

كما يجب ألا تزيد فترة الأقلمة على ٧ ـ ١٠ أيام ، نظراً لأن زيادتها على ذلك تجعل النباتات بطيئة فى استعادة نموها الطبيعى بعد الشتل . وفى حالة الطماطم تؤدى المغالاة فى الأقلمة إلى تقليل المحصول المبكر . وعمومًا . . يفضل أن يظل معدل النمو معتدلا طوال فترة إنتاج الشتلة عن جعله سريعًا فى البداية ، ثم إيقاف النمو فجأة بمعاملات أقلمة شديدة .

هذا . . وتتبع طرق الأقلمة أيضًا عند الرغبة فى وقف نمو الشتلات لأى سبب كان ؛ كأن تكون قد كبرت فى الحجم ، وأصبحت صالحة للشتل قبل أن يُعَدَّ الحقلُ

للزراعة ، أو كأن يكون الجو مازال باردًا خارج البيوت المحمية أو المراقد المدفأة بدرجة لا يمكن معها شتل النباتات .

التغيرات المصاحبة لعملية الاقلمة

تؤدى الأقلمة إلى إحداث التغيرات التالية بالبادرات:

١ ـ تغيرات مورفولوجية :

أ ـ نقص معدل نمو النباتات:

يقل النمو النباتى أثناء عملية الأقلمة . وقد تبين أن حدوث شد رطوبى بالأوراق قدره ـ ٢ بار يبطئ من زيادتها فى الحجم ، بينما تؤدى زيادة الشد إلى ما بين ـ ٨ إلى ـ ١٢ بارًا إلى وقف نمو الأوراق فى عدد من الأنواع النباتية ؛ ولذا . . تكون النباتات المؤقلمة أصغر حجمًا من النباتات غير المؤقلمة عند الشتل .

هذا إلاّ أن النباتات المؤقلمة تستعيد نموها ـ بعد الشتل ـ أسرع من النباتات غير المؤقلمة . وتتوافق سرعة استعادتها لنموها مع زيادة فى معدل نمو جذورها وأجزائها الهوائية .

ب ـ تكتسب الأوراق لونًا أخضر داكنًا ، وتكون أصغر من مثيلاتها غير المؤقلمة التى من نفس العمر .

جـ ـ يظهر لون أحمر وردى على النبات ، وخاصة على السيقان وأعناق الأوراق وعروقها .

٢ ـ تغيرات تشريحية:

تحدث زيادة فى سمك طبقة الأديم Cuticle مع زيادة سمك الطبقة الشمعية على أوراق الكرنب وبعض النباتات الأخرى .

٣ ـ تغيرات فسيولوجية:

أ ـ زيادة نسبة الغرويات المحبة للماء hydrophyllic colloids فى النبات .

ب ـ نقص نسبة الماء الحر فى النبات ، وهو الماء القابل للتجمد .

جـ ـ زيادة نسبة السكريات .

د ـ زيادة نسبة المادة الجافة:

أدت التقسية لفترة قصيرة (٣ أيام) إلى زيادة مخزون النباتات من المواد الكربوهيدراتية ، وكان هذا التأثير واضحًا ـ فقط ـ فى النباتات السهلة الشتل . وبزيادة مدة الأقلمة لعدة دورات (٦ ، أو ٩ ، أو ١٢ يومًا . . . إلخ) حدث نقص فى مخزون المواد الكربوهيدراتية وفى فاعلية عملية الأقلمة ذاتها .

هـ ـ نقص معدل النتح من وحدة المساحة من الورقة ؛ ولذلك علاقة بفشل الثغور فى الانفتاح حتى بعد انتهاء حالة الشد الرطوبى .

وقد تبين أن نقص معدل النتح فى النباتات المؤقلمة بتعريضها لشد رطوبى ، وفشل ثغورها فى الانفتاح حتى بعد انتهاء حالة الشد الرطوبى له علاقة بالارتفاع الكبير الذى يحدث فى مستوى حامض الأبسيسيك بالشتلات أثناء تعريضها لمعاملة الأقلمة ، والذى لا يعود إلى حالته الطبيعية إلا ببطءٍ شديدٍ بعد انتهاء عملية الأقلمة .

و ـ نقص معدل البناء الضوئى:

يقل معدل البناء الضوئى أثناء عملية الأقلمة ، ولكن زيادة مقاومة الثغور ـ نتيجة للأقلمة ـ يكون أكثر تأثيرًا على النتح منه على البناء الضوئى؛ ذلك لأن معامل انتشار بخار الماء فى الهواء أقل من معامل انتشار غاز ثانى أكسيد الكربون . كما أن المقاومة الرئيسية لحصول النبات على ثانى أكسيد الكربون لا تكون عند الثغور وإنما فى الغشاء المائى المحيط بالخلايا فى داخل النبات . وكما فى حالة النمو . . فإن النباتات المؤقلمة تبدأ استعادة نشاطها فى البناء الضوئى أبكر ـ بعد الشتل ـ من النباتات غير المؤقلمة (عن McKee ١٩٨١) .

ز ـ زيادة مقدرة نباتات الموسم البارد على تحمل درجات الحرارة المنخفضة التى تقل عن درجة التجمد : فنباتات الكرنب المؤقلمة تتجمد على حرارة ـ ٥,٦° م ، بالمقارنة بدرجة ـ ٢,١° م التى تتجمد عليها النباتات غير المؤقلمة . أما نباتات الموسم الدافئ ـ كالطماطم ـ فلا تزداد مقدرتها على تحمل البرودة .

هذا . . ولا يدوم تأثير الأقلمة بعد الشتل أكثر من المدة التى استغرقتها عملية

الأقلمة ، كما تحدث التغيرات أثناء الأقلمة ، وتعود النباتات إلى حالتها الطبيعية بعد الشتل بصورة تدريجية .

ويتضح من أبحاث Rosa (١٩٢١) أن معظم التغيرات التى تحدث نتيجة الأقلمة فى الكرنب (وهى الزيادة فى نسبة المادة الجافة ، والنقص فى نسبة الرطوبة ، والنقص فى نسبة الماء القابل للتجمد فى حرارة ـ ٥°م) تحدث بعد يومين من الأقلمة فى المراقد الباردة ، ويتبع ذلك تغير أقل عند زيادة الأقلمة إلى ٤ أيام ، ثم تغيرات قليلة جدا عند زيادتها إلى ٦ أيام أو أكثر . أى إن إجراء الأقلمة لمدة أسبوع يكون كافيًا ويفى بالغرض .

وقد تؤدى زيادة الأقلمة على الفترة الكافية إلى نتائج عكسية ؛ حيث قد ينخفض المحصول المبكر ، ولكن هذا التأثير لا يظهر إلا عند زيادة الأقلمة عما ينبغى لها ، ويتناسب النقص فى المحصول المبكر مع شدة الأقلمة .

علاقة التغيرات التى تحدث أثناء الاقلمة بقدرة النباتات على تحمل عملية الشتل

يعد نقص معدل النمو وصغر حجم الأوراق وحجم النبات وزيادة الطبقة الشمعية على الأوراق فى النباتات المؤقلمة من أهم التغيرات التى تؤدى إلى نقص معدل النتح فى النباتات المؤقلمة ، عنه فى النباتات غير المؤقلمة ، ويساعد ذلك على تحمل النباتات لعملية الشتل؛ نظراً لأن مقدرتها على امتصاص الرطوبة الأرضية تكون منخفضة بعد الشتل بقليل ، كما أن تراكم المواد الكربوهيدراتية ـ خاصة السكريات ـ فى النبات يجعلها أكثرة مقدرة على تحمل عملية الشتل؛ نظراً لأن هذه المواد تستخدم فى تكوين الجذور الجديدة التى يحتاج إليها النبات بعد الشتل .

أما بالنسبة لزيادة مقدرة نباتات الموسم البارد على تحمل الصقيع ، فإنها ترجع إلى نقص نسبة الماء الحر القابل للتجمد ، وزيادة نسبة الغرويات المحبة للماء عند الأقلمة ، كما أن النباتات المؤقلمة تكون أكثر مقاومة لكل من البلزمة Plasmolysis ، وسرعة العودة إلى الحالة الطبيعية deplasmolysis ؛ الأمر الذى يجعل بروتوبلازم خلاياها أقل تعرضًا للضرر الذى يحدث ـ عادة ـ عند الصقيع .

كما أن زيادة سمك الطبقة الشمعية على أوراق الكرنب ذات أهمية فى حمايتها من أضرار الصقيع . فقد وجد أن النباتات التى يتكون بها طبقة شمعية أشد سمكًا على

obeikandi.com

أسطح أوراقها تكون هى الأكثر مقاومة لتكوين بلورات ثلجية فى أنسجتها ، وهى التى تحدث بها ظاهرة تحت التبريد under cooling ، وهى ظاهرة هامة تلعب دوراً كبيراً فى تحمل النباتات لأضرار الحرارة المنخفضة (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

ويتضح كذلك من أبحاث Rosa (١٩٢١) على الكرنب أن النباتات المؤقلمة ـ سواء بالتعريض لدرجات الحرارة المنخفضة ، أم بتقليل الرطوبة الأرضية ـ تظل أكثر مقدرة على تحمل درجات الحرارة المنخفضة ؛ نظراً لأن نسبة الماء القابل للتجمد فيها تكون أقل مما هى فى النباتات غير المؤقلمة .

وقد سبقت الإشارة إلى زيادة مستوى حامض الأبسيسيك فى النباتات المؤقلمة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى إغلاق الثغور ، ونقص معدل النتح منها .

رش الشتلات بالمحاليل السكرية كبديل للأقلمة

يمكن لأوراق وسيقان نباتات الطماطم أن تمتص السكروز من خلال أنسجة البشرة السليمة إذا رشت النباتات بمحلول مخفف من السكروز . وقد أوضحت دراسات Smith & Zink (١٩٥١) أن نباتات الطماطم المؤقلمة جزئيا أو غير المؤقلمة كانت قادرة على امتصاص وتخزين واستعمال السكروز عند رش الأوراق بمحلول مائى من السكروز ، كما كانت النباتات المعاملة بهذه الطريقة أكثر قدرة على تحمل صدمة الشتل ، وأكثر مقدرة على تحمل الظروف التى تزيد من استهلاك المواد الكربوهيدراتية (كتخزين الشتلات مدة ٥٠ ساعة فى الظلام ، أو تعريضها لدرجات حرارة مرتفعة) . أما النباتات المؤقلمة جيداً ، فلم يكن للرش بالسكروز تأثير عليها .

كما أوضحت دراسات Levitt (١٩٥٩) أن رش نباتات الكرنب بالسكريات السداسية والخماسية أدى إلى زيادة أقلمة النباتات وتحملها للصقيع ، ولكن بدرجة أقل مما يحدث فى حالة أقلمة النباتات بتعريضها لدرجة حرارة منخفضة . هذا . . برغم أن الزيادة فى الضغط الآسموزى كانت فى حالة الرش بالسكريات السداسية أكبر منها بالأقلمة العادية ؛ وعليه . . فإن الزيادة التى تحدث فى السكريات فى النباتات المؤقلمة

obeikandi.com

لا تشكل سوى جزء من التغيرات التى تحدث نتيجة الأقلمة . هذا . . وقد كانت معاملات الرش بكل من الدكستروز ، أو الفراكتوز ، أو الرايبوز بتركيز ٠,٥ مولار .

يتضح مما تقدم أنه ينصح برش الشتلات بمحلول السكروز عندما لا تكون النباتات مؤقلمة جيدًا ، أو عند الرغبة فى شحنها لمسافات بعيدة ، أو عندما يكون الشتل فى الجو الحار .

تقدمات فى عملية تقسية الشتلات ووقف استطالتها

تعد عملية استطالة الشتلات نوعًا من الأقلمة التى تجرى بهدف إبطاء النمو الطولى للشتلة ، وإحداث زيادة فى النمو الجذرى ، وسمك الساق ، وحجم الأوراق المتكونة ، وزيادة محتوى النباتات من المادة الجافة بهدف زيادة قدرتها على تحمل الشتل .

ويعتبر وقف نمو الشتلات ضروريا فى الحالات التى يتأخر فيها إعداد الحقل للزراعة ، أو عندما لا تكون الظروف البيئية مناسبة للشتل ، كما تزداد الحاجة إلى وقف نمو الشتلات فى الجو الحار الرطب ، وفى الزراعات الكثيفة ، وبدونها تصبح الشتلات رهيفة ورفيعة وطويلة ، ولا تتحمل الشحن (عند الإنتاج التجارى للشتلات بغرض البيع للغير) ، أو الشتل .

ومع إمكانية الحد من نمو الشتلات بوقف الرى ، أو بتقطيع الجذور على أحد جانبى النباتات بإمرار آلة حادة فى التربة ـ كما أسلفنا ـ إلا أنه غالبا ما يصاحب تلك المعاملات تقزمٌ للنباتات ، وعدم استعادتها لنموها النشيط سريعًا بعد الشتل .

وقد لجأ الباحثون فى البداية إلى استعمال منظمات النمو فى الحد من نمو الشتلات طوليا ، ولكن ـ مع زيادة الوعى بأضرار بعض منظمات النمو على صحة الإنسان ـ اتجه الباحثون إلى الطرق الفيزيائية للحد من نمو الشتلات .

المعاملة بمنظمات النمو

استخدمت مثبطات النمو النباتية على نطاق تجارى واسع؛ بهدف منع استطالة الشتلات والحد من نموها ، وكان الآلار Alar (الـ B995 ، أو B-nine ، أو الـ daminozide ، أو SADH) أكثرها استعمالا ؛ لأنه يؤدى إلى تقصير

السلاميات وزيادة سمك السيقان . ويكفى الرش به مرة واحدة أو مرتين بمعدل ٢,٢٥ كجم لكل ٤٠٠ لتر ماء للمشاتل الحقلية . أما المشاتل المحمية . . فيكفيها الرش بمعدل ١,٢٥ كجم لكل ٤٠٠ لتر ماء . ويكفى ١٠٠ ـ ٢٠٠ لتر ماء من محلول الرش لكل فدان من المشتل ، مع تغطية الشتلات جيداً بالمحلول . تعطى الرشة الأولى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى إلى الرابعة ، ثم تعطى الرشة الثانية بعد أسبوعين من الأولى .

وبالرغم من أن هذه المعاملة تفيد فى زيادة قدرة الشتلات على تحمل الشحن والشتل ، وزيادة تركيز الإزهار والإثمار (نشرة Uniroyal Chemical) . . إلا أنه لم يعد يوصى بها ، وتوقف استعمال الآلار لهذا الغرض ، بعد أن تبين أنه من المركبات التى تساعد على الإصابة بالسرطان .

كذلك أدت المعاملة فى مشاتل الطماطم بأى من منظمى النمو : الإثيفون Ethephon ، والكلورمكوات Chlormequat إلى تثبيط نمو الشتلات ، وخفض معدل النتح ، وتأخير عقد الثمار بنحو ١٠ أيام دون التأثير على المحصول الكلى . وبالمقارنة . . فقد أدى تقليم الشتلات إلى تأخير عقد الثمار بنحو ٢٠ يوماً (Pisarczy & Splittstoesser ١٩٧٩) . ويذكر أن معاملة شتلات القنبيط بالكلورمكوات أدت إلى زيادة نسبة نجاح الشتل ، وتبكير النضج ، وزيادة تجانسه (عن McKee ١٩٨١) .

ويُذكر أن رش نباتات الطماطم والفلفل بالإثيفون أدى إلى سرعة نمو الجذور بعد الشتل ، وسرعة التغلب على صدمة الشتل (عن Wittwer ١٩٨٣) .

كذلك وُجد أن رش البادرات بحامض الأبسيسك قبل الشتل مباشرة يؤدى إلى تقليل صدمة الشتل وزيادة المحصول (عن Yamazaki وآخرين ١٩٩٥) .

المعاملات الفيزيائية

إن تعريض النباتات وهى فى المشتل لظروف قاسية ميكانيكية Mechanical Stress يساعد فى التغلب على مشكلة الشتلات الطويلة الرهيفة .

ويمكن تلخيص الوسائل الفيزيائية التى اتبعها الباحثون بهدف التحكم فى نمو الشتلات ، فيما يلى:

١ ـ تعريض البادرات لشدّ رطوبى ، وقد سبقت مناقشة ذلك .

٢ ـ خفض معدلات التسميد كما أسلفنا بيانه .

٣ ـ ملامسة النموات الخضرية ـ برفق ـ brushing بأجسام صلبة .

٤ ـ هزّ أوانى الشتلات دورانيا أو بطريقة ترددية .

٥ ـ حك البادرات .

٦ ـ تعريض البادرات لتيار من الهواء السريع .

٧ ـ رش النباتات بالماء .

٨ ـ المحافظة على حرارة منخفضة ليلا .

٩ ـ تعريض النباتات لإضاءة ذات نسبة عالية من الأشعة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء .

١٠ ـ إعاقة نمو البادرات بوضع شريحة من الأكريلك Plexiglas الشفاف فوقها دون أن تحمل عليها (عن Samimy ١٩٩٣) .

ونُلقى ـ فيما يلى ـ الضوء على اتجاهات الباحثين فى تناولهم لتلك المعاملات.

الاهتزاز والتعريض لتيار من الهواء

لاحظ الباحثون أن النباتات التى تتعرض لدفع الرياح غالبًا ما تكون سيقانها وأوراقها أصغر حجمًا ، وأقل فى وزنها الجاف والرطب من النباتات التى لا تكون عرضة للرياح . وقد عزى ذلك إلى ما تحدثه الرياح من زيادة فى معدلات التنفس والنتح ، ونقص فى معدل البناء الضوئى والمحتوى المائى للنبات .

وقد دُرس التأثير الميكانيكى للرياح بعدة وسائل عُرِّضت فيها النباتات لتيارات هوائية ، أو لاهتزازت ، أو للرش بالماء ، أو للحلك عليها . ووجد أن الاهتزازات الدورانية gyratory shaking للنباتات تُحدث فى النباتات تأثيرات مماثلة للتأثيرات التى تحدثها الرياح . فمثلا . . كانت نباتات الطماطم التى عُرّضت لمعاملة الاهتزاز الدورانى بمعدل ٢٨٢ دورة فى الدقيقة لمدة ٣٠ ثانية يوميا . . كانت أقل نموا من غير المعاملة .

obeikandl.com

وتبعًا لـ Heuchert & Mitchell (١٩٨٣) فإن تعريض بادرات الطماطم للاهتزاز الدورانى ـ بمعدل ١٧٥ دورة فى الدقيقة لمدة خمس دقائق يوميا خلال فصل الشتاء ـ أدى إلى نقص المساحة الورقية ، وطول الساق ، والمحتوى المائى للنبات ، والوزن الجاف لكل من السيقان والأوراق ، ولكن هذه المعاملة كانت غير فعالة عندما أجريت صيفًا . وكان تعريض النباتات للاهتزاز الدورانى لمدة ٥ ـ ٢٠ دقيقة مرتين أو ثلاث مرات يوميا أكثر فاعلية صيفًا وشتاءً .

كما وجد Heuchert وآخرون (١٩٨٣) أن معاملة الاهتزاز الدورانى لشتلات الطماطم النامية فى ظروف إضاءة ضعيفة أدت إلى إبطاء النمو القمى والإبطى لسيقان النباتات ، ونقص استطالة أعناق الأوراق ، بينما أدت إلى زيادة متانة أنسجتها ، ومرونتها ، وقللت من قابليتها للتمزق مقارنةً بالنباتات التى لم تُعْطَ هذه المعاملة . كما أحدثت المعاملة زيادة فى نسبة السيليلوز فى ألياف السيقان .

حك البادرات أو ملامستها بأجسام صلبة

تستجيب البادرات لمعاملات حكها أو ملامستها بأجسام صلبة ـ وكذلك تعريضها للاهتزاز ـ إلى إحداث ما يعرف باسم thigmotropic response ، الذى يؤدى إلى تقليل استطالة السلاميات من خلال تمثيل الإيثيلين (عن Erwin & Heins ١٩٩٥) .

نذكر فى هذا الشأن دراسات Latimer & Thomas (١٩٩١) التى أجريت فى مشتل تجارى ، والتى قام فيها الباحثان بتعريض نباتات طماطم صنف صنى Sunny وهى فى عمر أسبوعين (أى فى مرحلة امتداد الفلقات) لأنبوبة من البولى فينيل كلورايد (PVC) تمر فوقها وملامسة لها برفق (Brushing) لمدة خمسة أسابيع بمعدل ٥٠ مرة يوميا ازدادت تدريجيا لتصل إلى ٧٠ مرة يوميا خلال الأسبوعين الرابع والخامس من عمر الشتلات . أدت هذه المعاملة إلى نقص نمو النباتات وتحسين مظهرها؛ فقد انخفض معدل نمو الساق بنسبة ٣٧٪ ، والأوراق بنسبة ٣١٪ مقارنة بمعاملة الشاهد ، وكانت النباتات ذات لون أخضر أكثر قتامة وأكثر قدرة على تحمل عمليات التداول من النباتات غير المعاملة .

وفى دراسة أخرى قام Latimer وآخرون (١٩٩١) بتعريض بادرات الخيار من عدة

أصناف لعمود معلق (معاملة الـ brushing) لمدة ١,٥ دقيقة مرتين يوميا لمدة ١٢ يومًا ؛ حيث أدت هذه المعاملة إلى نقص نمو النباتات وزيادة وزنها الجاف ، كما أدت إلى نقص عدد الأزهار المؤنثة والثمار المتكونة على الفروع الجانبية التى نمت من الأجزاء التى تعرضت للمعاملة من الساق الرئيسية ، إلا أن ذلك لم يؤثر على المحصول الكلى إلا فى صنف واحد من أربعة أصناف .

كما وجد Tanaka (١٩٩١) فى اليابان أن تعريض بادرات الطماطم الكثيفة الزراعة للاحتكاك بقماش ثقيل عمودى عليها (مثل ستارة ثقيلة متحركة) أدى إلى نقص نسبة طول النباتات إلى وزنها الجاف ، وخاصة عندما كانت كثافة المشتل ١٠٠٠ نبات بالمتر المربع ، (مقارنة بكثافة ١٥٠٠ أو ٤٠٠ نبات بالمتر المربع) . وقد أدت المعاملة إلى إنتاج نباتات لا يزيد طولها على ٢٥سم ، مع زيادة نسبة الشتلات التى تراوح طولها بين ١٥ و ٢٥سم ، مقارنة بمعاملة الشاهد التى أنتجت شتلات تراوح طولها بين ٥ و ٤٠سم .

وفى دراسة أجريت على الخس والقنبيط وجد Pontinen & Voipio (١٩٩٢) أن تعريض البادرات لشد ميكانيكى ـ بتعريضها للاحكتاك برفق بورق ثقيل لمدة ١,٥ دقيقة يوميا ، أو بـ «الخيش» لمدة خمس دقائق يوميا (معاملات brushing) ـ كان أفضل من تعريضها لمراوح هوائية من اتجاه واحد ، أو للاهتزاز لمدة خمس دقائق يوميا ؛ حيث أدت معاملات الـ brushing إلى نقص طول النبات وطول وعرض الورقة الأولى فى المحصولين ، كذلك أدت هذه المعاملات فى القنبيط إلى نقص الوزن الطازج للنباتات وزيادة وزنها الجاف .

وقد قارن Latimer & Beverly (١٩٩٤) تأثير ملامسة بادرات الخيار والكوسة والبطيخ ـ برفق ـ بقائم خشبى (شد ميكانيكى) ، أو تعريضها لشد رطوبى على نموها . أجريت معاملة الشد الميكانيكى بترتيب وضع أحواض الشتلة على ألواح خشبية بحيث تتلامس الـ ٥ ـ ١٠سم العليا من نمواتها الخضرية مع عمود خشبى يمر فوقها ٤٠ مرة ـ خلال فترة دقيقة ونصف ـ مرتين يوميا . أما معاملة الشد الرطوبى فقد أجريت بمنع الرى ، إلى أن تظهر أعراض الذبول بوضوح على النباتات لمدة ساعتين يوميا ، واستمرت هذه المعاملات إلى حين الشتل .

أدت معاملة الشد الميكانيكى إلى نقص نمو بادرات الخيار والكوسة ، بينما أدت معاملة الشد الرطوبى إلى نقص نمو جميع الأنواع المعاملة . وقد أدت المعاملتان إلى التحكم فى النمو النباتى دون أن يكون لها تأثيرات سلبية على النباتات الكبيرة بعد ذلك .

وفى دراسة أخرى قام Latimer & Oetting (١٩٩٤) بمعاملة بادرات الطماطم ، والباذنجان ، والبطيخ بالـ brushing ؛ وذلك بتمرير قائم خشبى بحيث يلامس النباتـات فى ثلثها العلوى فقط ٤٠ مرة ، مع تكرار المعاملة مرتين يوميا ابتداء من بعد نحو ١٠ ـ ١٤ يومًا من الزراعة ، أو بتعريضها للعطش بحيث تظهر أعراض ذبول واضحة على النباتات لمدة ساعتين يوميا ، وبعد انتهاء المعاملات بأسبوع قاما بعدوى النباتات إما بالتربس Frankliniella occidentalis ، وإما بالمن Myzus persicae فى محاولة لدراسة تأثير هاتين المعاملتين على الإصابة الحشرية .

وقد وجد الباحثان أن كلتا المعاملتين ـ الـ brushing والشد الرطوبى ـ أحدثتا نقصًا فى طول النباتات وفى الوزن الجاف لجميع المحاصيل . كما أدت معاملة الـ brushing إلى نقص أعداد التربس فى جميع المحاصيل وأعداد المن فى الطماطم . هذا بينما لم يؤثر الشد الرطوبى على أعداد المن ، ولم يكن تأثيره منتظمًا على أعداد التربس .

هذا . . إلا أن معاملة ملامسة البادرات ـ برفق ـ بأجسام صلبة (معاملة الـ brushing) ليست مجدية مع كل النباتات ؛ ففى الفلفل . . أحدثت معاملة الـ brushing ٨٠ مرة يوميا زيادة كبيرة جدا فى نسبة الشتلات التى ظهرت عليها أضرار ميكانيكية ؛ حيث تراوحت بين ٤٨٪ و ٩٣٪ . وبرغم أن تخفيض عدد الاحتكاكات إلى ٤٠ مرة يوميا صاحبه نقص فى معدل الأضرار الميكانيكية التى لحقت بالبادرات ، إلا أن النقص فى معدل نموها ـ حينئذ ـ لم يكن ذا قيمة فى تحسين صلاحية الشتلات للشتل (Latimer ١٩٩٤) .

ومن معاملات الشدّ الميكانيكى الأخرى ما وجده Samimy (١٩٩٣) من أن إعاقة نمو بادرات الطماطم بوضع شريحة شفافة من الأكريلك Plexiglas فى طريق نموها ١٥ ساعة ليلا لمدة ١٢ يومًا ، (انتهت المعاملة عندما كانت النباتات بعمر شهر ، وكانت الشريحة محملة على قوائم ، وليس على النباتات) . . أدت هذه المعاملة إلى نقص نمو البادرات بنسبة ٢١٪ وزيادة سمك الساق بنسبة ٢٠٪ مقارنة بمعاملة الشاهد .

وبعد انتهاء معاملة إعاقة النمو بنحو شهر ونصف الشهر كانت النباتات المعاملة مازالت أقصر بنسبة ١٨٪ ، وأسمك بنسبة ٩٪ عن النباتات غير المعاملة .

ومن أهم عيوب معاملات حك البادرات أو ملامستها بأجسام صلبة ـ بهدف تقليل معدل استطالتها ـ احتياج هذه الطريقة إلى أيدٍ عاملة كثيرة ، بالإضافة إلى ما تحدثه من أضرارٍ للنباتات .

ازدياد الفرق بين درجتى حرارة الليل والنهار

يفيد تعريض البادرات لحرارة منخفضة نهاراً مع حرارة مرتفعة ليلا فى إنتاج نباتات مندمجة وأكثر قدرة على تحمل الشتل . كما وُجد أن تعريض بادرات الطماطم والخيار لحرارة منخفضة وقت شروق الشمس أدى إلى وقف استطالتها .

وقد وجد Grimstad (١٩٩٥) أن تعريض بادرات الخيار لحرارة منخفضة فى نهاية الليل كان أفضل من تعريضها للحرارة المنخفضة فى بداية الفترة الضوئية ؛ حيث أنقصت طول النباتات بمقدار ٢٤٪ مقارنة بمعاملة الشاهد . ولكن الطماطم كانت أكثر استجابة لمعاملة التعريض للحرارة المنخفضة فى بداية الفترة الضوئية ؛ حيث أدت إلى نقص طول النباتات بمقدار ٢٨٪ مقارنة بالكنترول . ولم يكن لهذه المعاملات أية تأثيرات على المحصول المبكر أو نوعية الثمار فى كلٍ من الخيار والطماطم .

كما تبين أن التطور المورفولوجى فى عديد من الأنواع النباتية يرتبط ـ بدرجة عالية ـ بالفرق بين درجتى الليل والنهار فى حدود المجال الحرارى ١٠ ـ ٢٦°م . ويعرف هذا التأثير للتباين بين حرارتى الليل والنهار على التطور المورفولوجى للنباتات باسم Thermomorphogensis . (من الأصول اليونانية: therme بمعنى حرارة ، و morphos بمعنى النوعية أو الطراز form ، و gignesthai بمعنى ولادة to be born) .

ويستفاد من هذه المعاملة فى إبطاء استطالة النباتات فى كل من المشاتل ، ومزارع الأنسجة ، وحجرات النمو (عن Erwin & Heins ١٩٩٥) .

التحكم فى طول الفترة الضوئية والموجات الضوئية

أدت المعاملة بالضوء الأحمر ، أو زيادة الفترة الضوئية بلمبات فلورسنتية (نيون) ـ

فى نهاية النهار ـ إلى نقص نمو البادرات فى المشاتل ، ولكن اختلفت الأنواع المحصولية فى شدة تأثرها بأطوال الموجات الضوئية ، حيث كان تأثر الفلفل ـ مثلاً ـ بدرجة أكبر من تأثر الطماطم .

وقد درس Graham & Decoteau (١٩٩٥) تأثير زيادة شدة الإضاءة فى نهاية النهار باستعمال لمبات فلورسنتية لمدة ساعة ـ فى المشتل ـ على نمو بادرات الفلفل ، والنمو الخضرى والثمرى للنباتات بعد الشتل ، ووجدا أن النباتات المعاملة كانت أقصر وذات أوراق أصغر من نباتات الشاهد . كما أدت المعاملة إلى نقص النمو الخضرى فى الحقل فى مرحلة بداية الإثمار ، ولكنها لم تؤثر على المحصول الكلى .

تقليم الشتلات

يتم ـ أحيانًا ـ التحكم فى حجم الشتلات بإزالة أجزاء من الجذر ، أو من الساق ، أو من كليهما ، إما أثناء إنتاج النباتات ، وإما قبل شتلها مباشرة . وتعرف هذه العملية بـ « التقليم pruning » .

وتجرى عملية التقليم بإحدى ثلاث طرق كما يلى :

١ ـ إزالة قمة النباتات Topping :

يتضمن ذلك إزالة البرعم الطرفى ، وبعض البراعم الإبطية ، والأوراق الطرفية ، ولا تجرى هذه العملية إلا على شتلات الطماطم والفلفل . وتؤدى المعاملة التى تجرى أثناء نمو البادرات فى المشتل إلى إنتاج نباتات قصيرة قوية وأكثر تجانسًا وأكثر صلاحية للحصاد الآلى . كما أنها تسمح بتأخير شتل النباتات إن لم تكن الظروف مواتية للشتل .

ويتبين من نتائج الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن أن إزالة قمة نباتات الطماطم قبل شتلها بأسبوعين لم يؤثر على نسبة نجاح الشتل أو محصول الثمار ، ولكنها أدت إلى نقص المحصول المبكر . ولكن إذا تأخر الشتل كثيرًا فإن إزالة قمة النباتات تؤدى إلى زيادة المحصول المبكر كذلك . وقد أدت إزالة قمة النباتات قبل الشتل بيومين إلى نقص المحصول بنسبة ٣٣٪ ، ولذا . . يجب أن يمر وقت كافٍ بين إزالة القمة

النباتية والشتل للسماح بالتئام الجروح وبدء تكوين نموات جديدة . وقد حصل على نتائج مماثلة فى الفلفل (عن Mckee ١٩٨١) .

وقد قام Kraus (١٩٤٢) بتقليم جزء من المجموع الخضرى لشتلات كل من: الخس ، والقنبيط ، والكرفس ، والفلفل ، والبصل ، وتوصل إلى النتائج الآتية :

أ ـ لم تحدث أية زيادة فى نسبة نجاح النباتات فى عملية الشتل نتيجة لتقليم الشتلات

ب ـ أدى التقليم الجائر إلى تأخير تكوين الرءوس فى الخس ، وإلى تقليل المحصول المبكر فى القنبيط ، ولم يتأثر المحصول فى باقى الخضروات التى دُرست .

جـ ـ كان فقد الماء بالنتح من النبات أكثر ـ فى النباتات غير المقلمة ـ منه فى النباتات المقلمة ، وكان ذلك راجعًا إلى الأسباب الآتية:

(١) كان النمو الخضرى أكبرفى النباتات غير المقلمة .

(٢) كان لدى النباتات غير المقلمة مخزون أكبر من المواد الكربوهيدراتية بالأوراق ؛ ساعد النبات على تكوين جذور جديدة بسرعة بعد الشتل ؛ مما زاد من مقدرة النبات على امتصاص الماء ؛ ومن ثم أدى إلى زيادة النتح . كما كانت النباتات غير المقلمة أكثر قدرة على تمثيل المواد الغذائية اللازمة لنمو الجذور .

ويتبين من ذلك أن تقليم الشتلات بإزالة قمتها النامية يضر بالنباتات ، ولا يوصى به .

كما وجد أيضًا أن تقليم جذور وأوراق البصل أدى إلى نقصٍ كبيرٍ فى المحصول .

وبالنسبة للطماطم . . فإن عملية التقليم تضر أيضًا بكل من المحصول المبكر والمحصول الكلى . وبرغم أن إزالة القمة النامية وجزءًا من الساق يؤديان إلى تشجيع نمو الأفرع الجانبية مبكرًا ، إلا أنه ثبت بالدراسة أن إجراء هذه العملية فى وقت مبكر ـ والنباتات فى عمر ٦ أسابيع ـ لا ينتج عنها أى تأثير جوهرى على المحصول الكلى أو المحصول المبكر ، وأن إجراءها فى وقت متأخر ـ والنباتات فى عمر ٧ ـ ٨ أسابيع ـ يحدث نقصًا جوهريا فى كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى .

وقد يساعد تقليم النباتات الكبيرة الطويلة الرفيعة leggy على تسهيل عملية الشتل ـ خاصة فى حالة الشتل الآلى ـ كما يساعد على تجنب الأضرار التى تحدث للنباتات بفعل هزّ الرياح لها ، لكن هذه العملية لا ينصح باتباعها أيضًا إلا إذا كانت النباتات زائدة الطول ورفيعة بشكلٍ ملحوظ ؛ لأن الجزء المزال من النبات يحتوى على مخزون هام من المواد الكربوهيدراتية يكون النبات فى أمس الحاجة إليه بعد الشتل ؛ لتكوين جذور جديدة بسرعة ، خاصة عندما لا تكون النباتات قد سبق تفريدها ؛ وبالتالى لم تكوّن مجموعًا جذريا كثيفًا متفرعًا .

٢ ـ التشذيب Trimming :

يعنى بذلك إزالة أجزاء من الأوراق العليا للنبات ، مع ترك البراعم دون الإضرار بها . ويستدل ـ من الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن ـ على أن عملية التشذيب تؤدى إلى نقص المحصول المبكر والكلى ، أو أنها تكون عديمة التأثير ولا فائدة منها ، كما أنها لا تؤثر على نسبة نجاح الشتل . كذلك أدى تشذيب أو تقليم الجذور إلى زيادة صدمة الشتل وتأخير النضج ، ولكن تشذيب الأوراق كان أكثر تأثيرًا على المحصول من تشذيب الجذور .

٣ ـ التوريق الجزئى Partial Defoliation :

يقصد بهذه العملية إزالة أوراق كاملة دون الإضرار بالبرعم الطرفى أو بالبراعم الإبطية . وهى تجرى ـ أحيانا ـ وقت الشتل؛ بهدف زيادة نسبة نجاح الشتل ، وخاصة فى الجو الجاف ؛ حيث تؤدى إلى نقص كمية الماء المفقودة بالنتح مقارنة بالنباتات غير المورقة . وقد تفيد عملية التوريق فى تسهيل إجراء عملية الشتل ، ولكن إجراءها لتحقيق هذا الهدف وحده لا يكون اقتصاديا ؛ لأنها تؤدى ـ كذلك ـ إلى نقص المحصول (عن McKee ١٩٨١) .

مواصفات الشتلة الجيدة

تكون الشتلة جيدة عندما تصل إلى الحجم المناسب ، ويتوقف ذلك على المحصول . وعمومًا . . يجب أن يكون النمو الجذرى جيدًا ومتشعبًا ، وأن يتراوح طول النمو الخضرى بين ١٠ و ١٥سم ، وألا تكون ساق البادرة عصيرية أو

متخشبة ، بل وسطًا بين ذلك . ويفضل أن تكون الأوراق جيدة النمو وذات لونٍ أخضر داكن ، بالإضافة إلى ضرورة خلو الشتلة من الآفات .

وقد تؤدى عملية الأقلمة إلى اصفرار الأوراق السفلى بالشتلة . وقد تتلون عروق الورقة أو ساق الشتلة بلون أخضر مشوب بالأحمر أو البنفسجى ، لكن هذه الأعراض سريعًا ما تزول ، وتستعيد النباتات نموها الطبيعى عقب الشتل .

وتتوقف الفترة اللازمة لوصول النبات إلى الحجم المناسب للشتل على المحصول ودرجة الحرارة السائدة ، فتطول فترة بقاء النبات فى المشتل فى الجود البارد ، وتقل فى الجو الحار ، وتتراوح عمومًا بين:

٤ و ٦ أسابيع فى الصليبيات .

٦ و ٨ أسابيع فى الباذنجانيات الثمرية .

٨ و ١٢ أسبوعًا فى الكرفس والبصل .

٤٠ و ٤٥ أسبوعًا فى الهليون .

مواصفات الشتلات التى لا يجوز استعمالها

عندما تكون الشتلة طويلة ورهيفة وضعيفة ، أو متقزمة ، أو متخشبة ، أو ذات نمو جذرى ضعيف ، أو مصابة بالأمراض ؛ فإنه لا يجوز استخدامها فى الزراعة ، لأن النتيجة المؤكدة لذلك هى ضعف المحصول ، وفشل الزراعة . وفيما يلى شرح للعوامل التى تؤدى إلى ظهور أى من الحالات السابقة الذكر ؛ حتى يمكن تجنبها أو معالجة الأمر إذا استدعى الحال استخدامها فى الزراعة .

الشتلات الطويلة الرهيفة الضعيفة

تؤدى أى من العوامل الآتية ـ منفردة أو مجتمعة ـ إلى أن تصبح البادرات رهيفة (leggy) :

١ ـ تزاحم البادرات فى المشتل .

٢ ـ زيادة الرطوبة الأرضية لفترة طويلة .

obeikandl.com

٣ ـ عندما يميل الطقس إلى الحرارة المرتفعة مع زيادة الرطوبة الأرضية .

٤ ـ انخفاض شدة الإضاءة أو التظليل .

وبصفة عامة . فإن النباتات النامية فى الصوبات ، أو فى المراقد الباردة أو المدفأة (خاصة تلك التى تكون مزدحمة ، والتى تنمو فى جو مُلَبَّد بالغيوم) تكون رهيفة وعصيرية ، وذات سلاميات طويلة بشكل غير طبيعى ، ويقل بها الكلوروفيل ، ويكون نموها الخضرى ذا لونٍ أخضر شاحب مصفر ، ويسود فيها تكوين الأنسجة البارنشيمية ، ويقل تكوين الجذر الخلوية الملجننة أو المسوبرة .

كما يكثر فى مثل هذه الظروف مرض الذبول الطرى ؛ حيث تهاجم الفطريات المسببة له أنسجة النباتات الضعيفة ـ بسهولة ـ بالقرب من مستوى سطح التربة .

ولا تصلح هذه الشتلات للشتل ، وغالباً ما تموت ؛ نظراً لنقص محتواها من الغذاء المخزن الذى يحتاج إليه النبات عقب الشتل لتكوين الجذور الجديدة . وتفيد عملية الأقلمة فى تحسين وضع مثل هذه النباتات إلى حد ما (Walker ١٩٦٩ ، و Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

الشتلات المتقزمة

يجب استبعاد الشتلات المتقزمة النمو عند الشتل . وقد يرجع التقزم إلى أحد العوامل التالية :

١ ـ انخفاض درجة الحرارة ، وفى هذه الحالة يكون النمو الجذرى طبيعيا ، ويظهر لون أخضر مشوب بالحمرة ، أو بنفسجى بعروق الأوارق ، وعلى قاعدة ساق النبات .

٢ ـ الإصابة بالأمراض ، سواء بالجذور (أعفان الجذور) ، أم بقاعدة الساق (عفن الرقبة) ، أم بالنمو الخضرى .

٣ ـ زيادة تركيز الأملاح :

وفى هذه الحالة تتحلل بعض الأنسجة الورقية وتتلون بلونٍ أسود . وقد ترجع زيادة تركيز الأملاح إلى تعقيم التربة فى درجة حرارة أعلى من ٧١ م° ، أو إلى زيادة التسميد . وتجب ـ إن أمكن ـ إزالة الأملاح الزائدة بالغسيل الجيد لتربة المشتل .

٤ ـ نقص العناصر ، وأهمها فى المشتل عنصرا الآزوت والفوسفور . ويؤدى نقص الآزوت إلى تلون الأوراق ـ خاصة السفلية منها ـ بلونٍ أصفر ، بينما يؤدى نقص الفوسفور إلى ظهور لون قرمزى بالأوراق ، خاصة على السطح السفلى وبالعروق والساق .

الشتلات المتخشبة

يرجع تخشب الشتلات إلى التمادى فى عملية الأقلمة ، ويتوقف نمو هذه الشتلات لفترة أطول بعد الشتل . ويحتاج الأمر إلى تشجيع النباتات على النمو عقب الشتل بتسميدها بالمحاليل البادئة ، وهى محاليل مخففة لبعض الأسمدة تضاف إلى جانب جذور النباتات أثناء شتلها .

ضعف النمو الجذرى

قد يرجع ضعف النمو الجذرى للشتلات إلى:

١ ـ سوء التهوية ؛ بسبب زيادة الرطوبة الأرضية ، أو رداءة الصرف .

٢ ـ نقص مستوى التسميد .

٣ ـ زيادة ملوحة التربة .

٤ ـ انخفاض درجة الحرارة .

٥ ـ تخلف مواد سامة فى تربة المشتل بعد التعقيم ، أو بعد مكافحة الحشائش بالمبيدات (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

الإصابة بالأمراض

يعتبر مرض الذبول الطرى أو تساقط البادرات أهم أمراض المشاتل . فهذا المرض يقضى على النباتات وهى مازالت فى طور البادرة ، وربما لا تموت بعض البادرات ، لكنها تظل مصابة بالفطر عند قاعدة الساق . وغالبًا ما تتطور الإصابة فى هذه النباتات بعد شتلها .

والعامل الرئيسى المسبب لانتشار مرض تساقط البادرات هو ارتفاع الرطوبة الأرضية فى أرض المشتل بصفةٍ دائمةٍ ، خاصةً عندما يصاحب ذلك ارتفاع فى درجة الحرارة .

ويمكن أحيانًا مشاهدة نمو أخضر طحلبى على سطح التربة فى المشاتل . ويعتبر ذلك دليلا أكيدًا على زيادة الرطوبة ، وضعف التهوية ، ويصاحبه فى الغالب ظهور مرض تساقط البادرات .

أما آفات الجذور ـ مثل : النيماتودا ، وفطريات الذبول ـ فهذه يجب تجنبها تمامًا ؛ حتى لا تنتشر هذه الآفات من المشتل إلى الحقول بواسطة الشتلات المصابة .

تخزين وشحن الشتلات

إذا استدعى الأمر تأخير زراعة الشتلات لمدة يوم أو يومين بعد تقليعها ، فمن المستحسن أن تحفظ جذورها فى بيت موس مبلل بالماء ، مع تركها فى مكان مظلل . وإن لم يتوفر البيت موس ، فإنه ينصح بلف الشتلة بالخيش ، وخاصة حول الجذور والسيقان ، وتركها فى مكان مظلل ، مع تنديتها بالماء باستمرار حتى لا تجف الجذور . ولكن قد يؤدى بقاء الشتلات على هذا الوضع ـ فترة طويلة ـ إلى استهلاك الغذاء المخزن فيها بالتنفس ، وفقدها للكوروفيل ؛ وبالتالى ضعفها وصعوبة استعادتها نشاطها سريعًا بعد الشتل .

وإذا توفرت الإمكانات ، فمن الممكن حفظ الشتلات بصورة جيدة لمدة ٣ ـ ٤ أيام فى حرارة ١٠ ـ ١٥°م . ويؤدى التخزين فى حرارة ٤°م إلى ضعف النباتات بعد الشتل . وتوضع جذور الشتلات أثناء التخزين فى بيت موس مبلل ، أو قد تبقى عارية فى أكياس بلاستيكية مثقبة . وفى كلتا الحالتين تُربط الشتلات فى حزم (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

وقد أوضحت دراسات Yamazaki وآخرين (١٩٩٥) إمكانية المحافظة على النوعية الجيدة لشتلات الخيار والفلفل ـ أثناء تخزينها على حرارة ١٥°م أو ٢٠°م وهى نامية فى الأصص ـ برشها قبل التخزين بحامض الأبسيسيك بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون . أدت هذه المعاملة إلى خفض معدل النتح ومنع استطالة السلاميات (وهو الأمر الذى حدث عند تخزين الشتلات ـ فى هذه الظروف ـ بدون معاملة بحامض الأبسيسيك) ، ومنع ذبول البادرات (وهو ما حدث عند التخزين على حرارة ٢٠°م بدون معاملة) .

وعند الرغبة فى نقل الشتلات لمسافات بعيدة ـ كما هى الحال عند بيع إنتاج المشاتل التجارية ـ فلابد من وضعها فى صناديق خشبية ، أو بلاستيكية ، أو فى أقفاص من الجريد ، مع فرش أرضية العبوة وجوانبها بالقش المبلل ، ولف جذور كل حزمة من الشتلات بالقش المبلل ، أو إحاطتها بالبيت موس المبلل . وترص الحزم فى العبوة فى طبقات تفصل بينها طبقات من القش ، أو البيت موس المبلل ، ثم تغطى آخر طبقة بنفس الطريقة ، وتندى الصناديق بالماء على فترات . ويمكن بذلك حفظ الشتلات لمدة يومين .

obeikandl.com