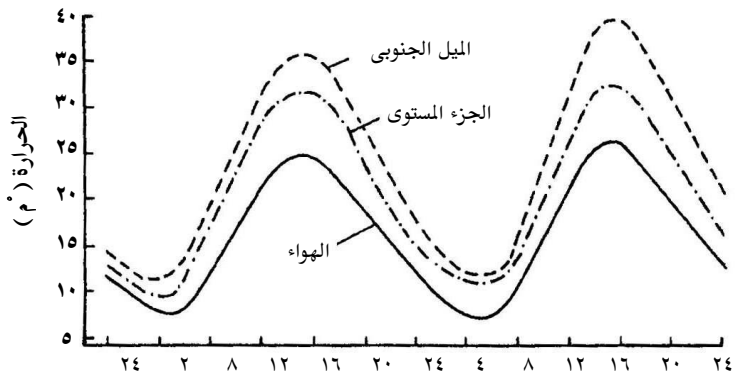


شكل (١٢-٣): درجات حرارة التربة على عمق ١٢ مم من سطح التربة خلال فصل الربيع فى نصف الكرة الأرضية الشمالى عندما يكون اتجاه الخطوط شرقى – غربى.

ومن بين الوسائل المستحدثة المستخدمة فى التحكم فى كثافة الزراعة: استخدام شرائط البذور والبذور المغلفة، والزراعة بطريقة الـ plug-mix، وباستخدام معدات الزراعة على مسافات محددة precession seeders، وزراعة البذور وهى محملة فى سوائل خاصة.

ويتحدد اختيار الموعد المناسب للزراعة بعوامل كثيرة، أهمها المحصول، والصنف المزروع، والظروف البيئية السائدة، ومتطلبات الأسواق. وتتم الاستعانة بنظام الوحدات الحرارية فى تحديد مواعيد الزراعات المتتابعة من نفس المحصول لتأمين استمرار توفر المعروض منه للتسويق.

الشتل

الأمور التى يتعين مراعاتها عند الشتل

عند إجراء عملية الشتل تجب مراعاة الأمور التالية:

١- يجب رى مراقد البذور – سواء أكانت مراقد حقلية، أم أحواضًا خشبية، أم بلاستيكية – رية خفيفة فى اليوم السابق للشتل؛ وذلك لتسهيل تقليعها بأكبر جزء من المجموع الجذرى، وبجزء من التربة أو مخلوط الزراعة حول الجذور.

أما فى حالة أقراص جيفى، فيجب ريها رية غزيرة قبل الشتل مباشرة، كذلك تروى الشتلات النامية فى الأصص الورقية، أو أصص البيت، أو طاولات النمو السريع للشتلات (الشتّالات)، أو مكعبات البيت رية غزيرة قبل الشتل؛ لأن رى الحقل بعد الشتل مباشرة لا يفيد كثيرًا فى بل مكعبات البيت وغيرها من الأوعية المماثلة قبل عدة أيام.

وقد أوضحت دراسات Cox (١٩٨٤) فى هذا المجال نقص محصول الخس والكرات أبو شوشة بشكل جوهرى فى حالة عدم رى مكعبات البيت قبل الشتل، مع تأخير الرى بعد الشتل. كما وُجد أن اعتماد جذور القنبيط على الرطوبة — التى تتوفر فى صلية الجذور عند الشتل — كان أكثر من الاعتماد على الرطوبة فى تربة الحقل المحيطة بالصلية.

٢- يجب دائمًا شتل النباتات فى نفس يوم تقليعها. وخلال الفترة من التقليع حتى الشتل تجب المحافظة على الجذور رطبة، والنموات الخضرية جافة نسبيًّا مع وضعها فى الظل. أما إذا استدعى الأمر ترك النباتات دون شتل حتى اليوم التالى، فيجب لف جذورها مع بيت موس مبلل، أو أية مادة شبيهة.

٣- يجب أن تكون الأرض مُعدة جيدًا؛ إذ إن تثبيت النباتات جيدًا فى التربة والتأكد من ملامسة حبيبات التربة لجذور النباتات يعد أمرًا ضروريًّا لنجاح الشتل، ولا يمكن تحقيق ذلك إذا كانت التربة مليئة بالقلاقيل (كتل التربة) وغير معدة جيدًا.

٤- أفضل الشتلات هى — باستثناء الخس والكرفس — ما يبلغ طولها نحو ١٥ سم موزعة بالتساوى بين المجموعين الجذرى والخضرى، وما يتراوح عمرها من ٦ إلى ١٠ أسابيع. ويمكن الاستفادة من الشتلات الأكبر حتى ٢٠ سم بنجاح، ولكن الشتلات الأطول من ذلك يصعب شتلها، وتزداد نسبة فشلها.

والأهم من الحجم هو خلو الشتلة من الأمراض، وقوة نموها، وصدقها للصنف. وعليه .. يجب التخلص من كل الشتلات التى تظهر عليها أعراض غير طبيعية قبل الشتل.

٥- أفضل جو للشتل هو الذى يصاحبه نقص فى معدل النتح، ويحدث ذلك عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نسبيًّا، وشدة الإضاءة منخفضة، والهواء ساكنًا، والرطوبة النسبية

مرتفعة؛ أى فى الأيام الملبدة بالغيوم. كما يفضل الشتل بعد الظهيرة لإعطاء النباتات فرصة لتتعود على البيئة الجديدة خلال فترة ارتفاع الرطوبة النسبية أثناء الليل. كما يكون الشتل ناجحًا أيضًا بعد – أو قبل – المطر الخفيف مباشرة (Ware & MaCollum ١٩٨٠).

معاملة الشتلات بمضادات النتح

يفيد استخدام مضادات النتح Antitranspirants فى زيادة فرصة نجاح عملية الشتل، وهى مركبات تعمل على زيادة المقاومة لفقد الماء من الأسطح النباتية، إما بتكوين حاجز فيزيائى (غشاء)، وإما بتحفيز انغلاق الثغور.

تتم المعاملة بالمركبات المكونة للأغشية – وهى فى صورة مستحلبات مائية – إما برشها على النباتات، وإما بغمس الشتلات فيها. وبعد تبخر الماء الحامل لمضاد النتح، فإن المركب يتبقى كغشاء يغطى سطح الورقة، ويعمل كحاجز ضد فقد بخار الماء منها. ويكون تأثير هذا الغشاء فى منع فقد الرطوبة أكثر وضوحًا أثناء انفتاح الثغور. ومن المركبات المستخدمة لهذا الغرض السيليكون Silicone، وكلوريد البولى فينيل Polyvinyl Chloride وعدة شموع، وكحولات ذهنية

ومن البديهى أن معاملة الشتلات قبل تقليعها من المشتل – وهى مازالت محتفظة برطوبتها – يعد أكثر فاعلية من معاملتها بعد فقدها لجزء كبير من رطوبتها بعد الشتل.

هذا .. ولم يكن لاستعمال مضادات النتح أية تأثيرات على نجاح شتل النباتات ذات الصلايا (عن McKee ١٩٨١).

غمس جذور الشتلات فى المواد المحبة للرطوبة

تفيد عملية غمس جذور الشتلات فى ملاط رقيق القوام من التربة قبل الشتل فى منع جفاف الجذور، وتوفير بعض الرطوبة لها، وتهيئة الظروف لتأمين اتصال جيد بين التربة والجذور بعد الشتل. ويراعى دائمًا عدم السماح بجفاف "روبة" التربة على الجذور قبل الشتل.

ويمكن أن يحقق غمس الجذور فى مواد جيلاتينية محبة للرطوبة – مثل معقد البولى يورونيد Polyuronide Complex (مثلاً: الألجينيت Alginate) – نتائج مماثلة للنقع فى الروبة.

وتوضح نتائج إحدى الدراسات فى هذا الشأن (Henderson & Hensley ١٩٨٦) أنه لم يكن لغمس جذور الشتلات فى "جل" محب للرطوبة Hydrophilic Gel بتركيز ٧,٤ جم/لتر – قبل الشتل فى مخلوط من الرمل والتربة الطميية الرملية الناعمة بنسبة ١ : ١ – لم يكن لذلك تأثير على التوازن المائى داخل النبات بعد الشتل. ولكن إضافة الجل إلى مخلوط التربة ذاته بمعدل ٣ كجم/م^{٣} من المخلوط أحدث زيادة جوهرية فى التوازن المائى بالأوراق، علمًا بأن الجل المستخدم كان: Starch-hydrolyzed polyacrylonitrile copolymer + KOH.

المحاليل البادئة

تحتوى المحاليل البادئة Starter Solutions – عادة – على أسمدة بتركيز ٠,١–٠,٢٪، وتضاف إلى الشتلات بمعدل رُبع لتر إلى نصف لتر لكل نبات عند الشتل. وتؤدى زيادة تركيز المحلول البادئ إلى زيادة الضغط الأسموزى حول الجذور؛ مع ما يترتب على ذلك من احتمالات موت الشتلات.

تفيد المحاليل البادئة فى تقليل صدمة الشتل والفترة التى تتطلبها الشتلات لاستعادة نموها النشيط بعد الشتل. ثبت ذلك فى عديد من الخضر؛ منها: الطماطم، والكرنب، والقنبيط. وتفيد إضافة المحاليل البادئة فى توفير العناصر اللازمة لتجديد جذور النباتات، علمًا بأن تلك العملية تكون سريعة خلال الأيام الثلاثة الأولى التى تعقب الشتل؛ ولذا .. فإن الشتلات التى تكون جذورها "عارية" تستفيد من استعمال المحاليل البادئة بدرجة أكبر من الشتلات ذات الصلايا الجذرية.

يعد عنصر الفوسفور أهم العناصر اللازمة لنمو الجذور فى المحاليل البادئة، ولكن وجود توازن بين العناصر الكبرى يعد أمرًا ضروريًّا لتحقيق أقصى استفادة ممكنة من كل عنصر منها.

وتمشيًّا مع ما تقدم ذكره من مزايا لاستعمال المحاليل البادئة، فإنها تؤدى غالبًا إلى زيادة المحصول المبكر. أما تأثيرها على المحصول الكلى فهو ضعيف أو معدوم، ونادرًا ما يكون كبيرًا.

وبما أن استعمال المحاليل البادئة لا يكون مؤثرًا فى الأراضى الخصبة، فإن تأثيرها يكون كبيرًا فى الأراضى الرملية الفقيرة.

وعمومًا .. يوصى بأن يستخدم فى تحضير المحاليل البادئة أسمدة غنية بالفوسفور (مثل ١٠-٥٢-١٧، و ١٠-٥٨-٦) فى حالة الطماطم والفلفل، وأسمدة متوسطة فى محتواها الفوسفاتى (مثل ١٦-٣٣-١٦، و ١٠-٣٤-صفر) فى حالة الكرنب والقنبيط، والخيار، والقاوون (عن McKee ١٩٨١). وتجدر الإشارة إلى أن استعمال المحاليل البادئة لا يكون مجديًّا عند التسميد الفوسفاتى الجيد، أو عندما تكون التربة غنية بالفوسفور (Grubinger وآخرون ١٩٩٣).

علاقة اتجاه نمو التفرعات الجذرية باتجاه نمو الأوراق الفلقية

تتميز بعض الأنواع النباتية بنظام خاص فى الاتجاه الذى تنمو فيه الجذور الجانبية. فتنمو الجذور الجانبية فى بنجر السكر دائمًا فى اتجاه شرقى — غربى، وتنمو فى قمح الشتاء وحشيشتى flaxweed، و stink weed دائمًا فى اتجاه شمالى — جنوبى. أما القمح الربيعى، والشعير الربيعى .. فإن تفرعاتهما الجذرية تنمو فى جميع الاتجاهات. وقد قدمت بعض التفسيرات لذلك؛ منها الاستجابة للمجال المغنطيسى magnetotropism، وللجاذبية والمغناطيسية معًا geomagnetotropism، وذلك بالإضافة إلى التأثير الوراثى، وتأثير الممارسات الزراعية.

وفى دراسة أجراها Dufault وآخرون (١٩٨٧) على عدة أصناف من الفلفل الحلو .. وجدوا ارتباطًا قويًّا بين اتجاه نمو الأوراق الفلقية، واتجاه نمو التفرعات الجذرية. وقد حاولوا الاستفادة من هذه الظاهرة فى التحكم فى اتجاه نمو التفرعات الجذرية؛ بحيث تكون فى الاتجاه المناسب للتخطيط، ولإجراء العمليات الزراعية.

كان التخطيط فى هذه الدراسة فى اتجاه شمالى – جنوبى، وشتلت النباتات بحيث كان اتجاه الأوراق الفلقية مع اتجاه التخطيط، أو عموديًّا عليه، أو عشوائيًّا دون التزام باتجاه معين. وقد عزقت المعاملات بعد ذلك إما عزقًا عميقًا (٩ سم)، وإما سطحيًّا (٣ سم) بعد ٣، و ٥، و ٧ أسابيع من الشتل.

وقد أوضحت الدراسة أن أقل محصول كلى ومحصول مبكر كان فى المعاملة التى شتلت فيها البادرات؛ بحيث كانت الأوراق الفلقية فى اتجاه خط الزراعة، ثم معاملة الشتل العشوائى، بينما كان أعلى محصول فى المعاملة التى شتلت فيها البادرات بحيث كانت الأوراق الفلقية فى اتجاه شرقى – غربى؛ أى متعامدة على خط الزراعة. وقد أدى العزق العميق إلى نقص المحصول، بالمقارنة بالعزق السطحى. وعندما درسوا اتجاه نمو الجذور عند الزراعة بالبذرة مباشرة .. وجدوا أن التفرعات الجذرية تنمو فى أى اتجاه (إن إنها monodirectional).

وقد فسّر الباحثون نتائج هذه الدراسة على أساس أن البادرات التى شتلت بحيث كانت أوراقها الفلقية فى اتجاه شرقى – غربى – نمت معظم تفرعاتها الجذرية متعامدة على اتجاه التخطيط، فاستفادت بذلك – بدرجة أكبر – من الأسمدة التى أضيفت إلى جانب النباتات فى اتجاه التخطيط، ومن الرى السطحى خلال قنوات الرى. كما كانت جذور هذه النباتات بعيدة عن وسط الخط حيث تتجمع الأملاح، إلا أن العزق العميق أدى إلى تقطيع جزء كبير من جذور هذه النباتات؛ نظرًا لأن نموها كان فى مكان العزق إلى جانب خط الزراعة.

وقد استخلص الباحثون من ذلك أنه قد يمكن التحكم فى اتجاه النمو الجذرى عند الشتل عن طريق شتل البادرات – بحيث تكون أوراقها الفلقية فى اتجاه النمو الجذرى المرغوب – وعند الزراعة بالبذرة مباشرة فى الحقل الدائم؛ وذلك بالإبقاء على البادرات التى تكون أوراقها الفلقية فى الاتجاه المرغوب، مع خف البادرات الأخرى.

طريقة الشتل

قد يجرى الشتل فى وجود الماء، أو تروى الشتلات بعد الشتل مباشرة، وقد يكون يدويًّا أو آليًّا.

والشتل فى وجود الماء هو الطريقة المتبعة فى مصر، ولكن يعيبه عدم ضمان بقاء الشتل فى الوضع الصحيح، كما قد تُغَطَّى القمة النامية للنباتات بالطين؛ مما يؤدى إلى موتها. بالإضافة إلى الصعوبات الناتجة من المرور فى الأرض وهى موحلة، وهدم الخطوط نتيجة لذلك.

وفى حالة الرى بعد الشتل، فإنه يلزم رى الحقل قبل الشتل بعدة أيام؛ حتى لا تكون الأرض شديدة الجفاف. وبعد أن تصل الرطوبة الأرضية إلى الدرجة المناسبة (أى بعد أن تكون الأرض مستحرثة) يجرى الشتل الذى يمكن أن يتم فى هذه الحالة يدويًّا أو آليًّا.

وإذا كان من المتوقع تأخر الرى لعدة ساعات بعد الشتل فإنه يفضل غمس الجذور فى ملاط رقيق من التربة (روبة) قبل الشتل مباشرة، وهو ما يعرف باسم Puddling.

والشتل اليدوى يتم إما فى وجود الماء، أو فى الأرض المستحرثة. ففى حالة الشتل فى وجود الماء تغرس الشتلة من جذرها بالأصبع فى الطين، ويثبت جذرها بكتلة تربة صغيرة جافة. أما الشتل اليدوى فى الأرض المستحرثة، فإنه يجرى بعمل حفرة لكل نبات عند حد الماء توضع بها الشتلة، ويثبت حولها بالتراب جيدًا. ويلزم رى الحقل بعد الشتل أولاً بأول، خاصة فى الأيام الحارة.

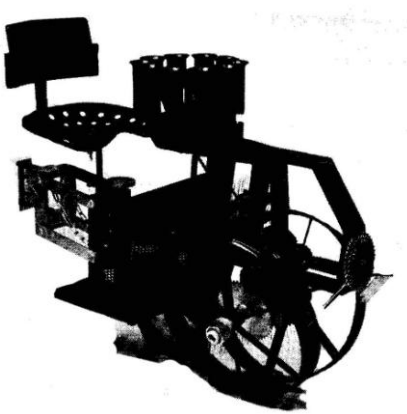
ولا يجوز تأخير الرى لحين الانتهاء من شتل مساحة كبيرة إلا فى الأيام الملبدة بالغيوم، وفى الظروف التى لا تشجع على النتح السريع، وعندما لا تكون التربة جافة قبل الشتل، أو عندما يضاف بعض ماء الرى إلى كل حفرة عند الشتل؛ حيث تثبت الجذور فى الحفرة أولا بقليل من التراب، ثم يضاف الماء إلى الحفرة، وبعد اختفائه تملأ بقية الحفرة بتربة جافة. والغرض من ذلك هو منع تصلب التربة المشبعة بالرطوبة حول

ساق النبات بعد جفاف التربة. والأفضل الاستعاضة عن الماء المضاف بالمحاليل السمادية البادئة starter solutions. ويكفى لذلك نحو ١٠٠–٢٠٠ مل من المحلول السمادى/نبات. ويعطى ذلك دفعة قوية لنمو النباتات، وزيادة فى المحصول، خاصة فى الأراضى الفقيرة أو غير المسمدة جيدًا، ولكن ينصح بإضافة المحاليل البادئة، حتى لو كانت التربة مسمدة جيدًا.

بعد الانتهاء من عملية الشتل اليدوى يتم الرى إما بالطريقة العادية عبر قنوات المصاطب، وإما بالرش حسب الطريقة المتبعة.

وفى حالة اتباع طريقة الرى بالتنقيط فإن تشغيل شبكة الرى يبدأ قبل الشتل بنحو ١٠ ساعات، ويستمر بعد الشتل لمدة حوالى ساعتين أخريين.

وفى حالة الشتل الآلى تقوم الآلة بفتح خط واحد (شكل ١٢–٤) أو خطين، ويقوم عاملان راكبان على الآلة بإسقاط الشتلات فى الأماكن المخصصة لها من الآلة، ثم تقوم الآلة بإضافة بعض الماء أو محلول سمادى إلى جانب النبات، وضم التربة حوله. ويتم تحديد مسافة الشتل آليًّا كذلك. ويعطى الشتل الآلى نتائج جيدة عندما تكون التربة مخدومة جيدًا وليست شديدة الجفاف. ويمكن بهذه الطريقة زراعة ١٠ أفدنة يوميًّا، ولا يتطلب الأمر سوى سائق جرار وعاملين معه لإسقاط الشتلات.



شكل (١٢–٤): شتّالة آلية.

وسواء أكان الشتل آليًّا أم يدويًّا، فإنه يجب أن يكون على عمق يزيد بمقدار ٣–٥ سم عن العمق الذى كانت عليه النباتات فى المشتل. ويجب أن تبقى القمة النامية مكشوفة تمامًا، كما يجب أن يكون الشتل عميقًا إلى درجة تمنع الساق من الانحناء على سطح التربة والتعرض للإصابة بلفحة الشمس، أو للأضرار الناتجة من الاحتكاك بسطح التربة؛ نتيجة تعرضها للهز بفعل الرياح. هذا .. بالإضافة إلى أن بعض النباتات – كالطماطم – تُكَوِّن جذورًا عرضية تخرج من منطقة الساق المدفونة فى التربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

ويستفاد من دراسات Vavrina وآخرين (١٩٩٤) على الفلفل أن الشتل حتى مستوى الورقتين الفلقيتين، أو الورقة الحقيقية الأولى – مقارنة بالشتل إلى مستوى قمة صلية الجذور – أدى إلى تقليل صدمة الشتل؛ حيث كانت النباتات أسرع نموًّا، وأكثر محصولاً.

ومن المزايا التى يحققها الشتل العميق – خاصة فى الجو الحار – أن الجذور فى بداية حياة النبات تكون عميقة فى التربة؛ الأمر الذى يحميها من التقلبات التى تحدث فى الطبقة السطحية من التربة فى كل من درجة الحرارة والرطوبة الأرضية، ويبعدها عن الحرارة العالية التى تكتسبها الطبقة السطحية من التربة خلال النهار.

وأدى شتل الفلفل عميقًا حتى مستوى الورقتين الفلقيتين أو حتى مستوى الورقة الحقيقية الأولى إلى تقليل رقاد النباتات، مقارنة بالشتل حتى مستوى سطح صلية جذور الشتلة؛ علمًا بأن الرقاد أخَّر النضج، لكن لم يؤثر عمق الشتل على محصول الثمار (Mangan وآخرون ٢٠٠٠).

ويستدل من دراسة أجريت على الطماطم، ما يلى (Vavrina ٢٠٠٨):

عمق الشتل	محصول القطفة الأولى (كرتونة وزن ٢٥ رطل/فدان)	محصول الثمار الكبيرة الحجم (كرتونة وزن ٢٥ رطل/فدان)
مجرد تغطية صلية الجذور	٦٥٨	٥٣٦
حتى الأوراق الفلقية	٨٧١	٦٦٤
حتى الورقة الحقيقية الأولى	١٠٨١	٩١٢