تابع جدول (٧-١)

مرحلة النمو	الطماطم	الخيار	القاوون	الفلفل	الباذنجان	الفاصوليا
الحرارة المناسبة للنمو الخضرى (°م)						
الهواء ليلاً	١٢-١٥	١٨-٢٠	١٣-١٦	١٤-١٦	١٦-١٨	١٦-١٨
الهواء نهارًا	١٨-٢٢	١٥-٣٠	٢٥-٣٦	٢٣-٢٧	٢٣-٢٧	٢٠-٢٥
التربة	١٥-١٨	٢٠-٢٢	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠
الحرارة المناسبة للإزهار والعقد (°م)						
الهواء ليلاً	١٤-١٦	١٦-١٨	١٦-١٨	١٦-١٨	١٦-١٨	١٦-١٨
الهواء نهارًا	٢٢-٢٨	٢٣-٣٠	٢٥-٣٠	٢٣-٢٧	٢٣-٢٧	٢٠-٢٥
التربة	١٦-٢٠	٢٠-٢٢	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠	١٨-٢٠
الحرارة المنخفضة (°م) التى لا يتحملها المحصول لأكثر من ٦ ساعات	٤	٦	٥	٥	٥	٤
الحرارة الصغرى (°م) التى لا يتحملها المحصول لأكثر من ٥ أيام	٨	١٢	١١	١٠	١٠	٨
الرطوبة النسبية المناسبة (/)	٦٥-٦٠	٧٥-٨٥	٥٠-٦٠	٦٠-٧٠	٦٠-٧٠	٦٠-٧٠

عمليات إعداد الأرض للزراعة

يتضمن تجهيز الصوبات للزراعة ما يلى.

١- التخلص من بقايا المحصول السابق.

٢- الحرث.

٣- التمشيط والتسوية

٤- التخلص من الأملاح المتراكمة من الزراعة السابقة بالغسيل بالماء.

٥- إضافة الأسمدة السابقة للزراعة، وهى تكون غالبًا فى الحدود التالية لكل صوبة مناسبة

٢م^{٣} سبلة كتكوت

٥٠ كجم سوبر فوسفات.
٢٥ كجم سلفات نشادر.
٢٥ كجم سلفات البوتاسيوم.
٥ كجم سلفات مغنيسيوم.
٢٥ كجم كبريت زراعى.

٦- تعقيم التربة.
٧- إقامة المصاطب بارتفاع ٣٠ سم.
٨- فرد أنابيب الرى بالتنقيط واختبار النقاطات.
٩- تغطية المصاطب بالملش.
١٠- تخمير الأسمدة والمصاطب بالرى لمدة حوالى ٢٤ ساعة على ثلاثة أيام متتالية.

تأمين نظام جيد للصرف

يلزم – بداية – تأمين نظام صرف (بزل) جيد للصوبات قبل استخدامها فى الزراعة. وفى معظم الدول العربية تقام البيوت المحمية على أراضٍ رملية عالية المسامية والنفاذية؛ لا تحتاج إلى عمل نظام خاص للصرف فيها. ولكن عندما تكون تربة البيوت المحمية ضعيفة النفاذية، أو عندما يكون منسوب الماء الأرضى مرتفعًا، فإنه من الضرورى توفير نظام جيد للصرف، وأفضلها الصرف المغطى، ولكن يمكن إنشاء مصارف مكشوفة بين الصوبات ضمن شبكة مصارف المزرعة.

وفى مصر تعتمد ٨١٪ من الصوبات على الصرف الطبيعى، بينما يعتمد نحو ٥٪ منها على طريقة الصرف المغطى، و ٧٪ على مصارف خاصة مكشوفة، و ٧٪ على المصارف العمومية (عن مشروع الزراعة المحمية – مركز البحوث الزراعية – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٢).

غسيل الأملاح من التربة

تتبع طريقة الرى بالتنقيط غالبًا فى الزراعات المحمية. وتؤدى هذه الطريقة إلى

تراكم الأملاح على سطح التربة وعلى الرغم من أن تراكم الأملاح يكون بعيدًا عن منطقة نمو الجذور — طالما أن النقاطات تعمل بانتظام — إلا أن توقف الرى بعد انتهاء المحصول يتبعه تحرك أفقى للأملاح باتجاه النقاطات، كذلك فإن تغيير مسافة الزراعة أو موضع الجور "الحفر" فى الزراعة التالية يعنى احتمال وجود النباتات فى مناطق قد تركزت فيها الأملاح؛ ولهذا . فإنه من الضرورى فى الزراعة المحمية أن تغسل التربة بكميات كبيرة من الماء قبل الزراعة؛ لإذابة الأملاح وإزاحتها عميقًا فى التربة. ويتطلب ذلك — بطبيعة الحال — توفر صرف جيد، وأن تكون التربة عالية النفاذية

يمكن إضافة المياه اللازمة لغسيل التربة عن طريق شبكة الرى بالتنقيط. وعلى الرغم من كفاءة هذه الطريقة فى إزاحة الأملاح بعيدًا عن الجذور . إلا أن جزءًا كبيرًا منها لا يغسل عميقًا فى التربة، وإنما يبقى على سطح التربة — أو قريبًا من سطح التربة — بين خطوط الرى بالتنقيط، ولذا .. يلزم عند إجراء الغسيل بهذه الطريقة أن تكون خطوط التنقيط فى مواقعها المحددة لها على خطوط الزراعة، التى تتم إقامتها بعد ذلك

ويعد الرى بالرش أفضل وسيلة لإضافة المياه اللازمة لغسيل التربة؛ حيث لا يلزم معها إعداد التربة إعدادًا خاصًا، كما أنها لا تؤدى إلى انجراف التربة، ولكن الزراعات المحمية لا تروى بطريقة الرش، ولا تكون البيوت المحمية مزودة — عادة — بشبكة للرى بالرش.

وغالبا . تتم إضافة المياه اللازمة لغسيل التربة بطريقة الغمر إما بعد تقسيم الصوبة إلى أحواض مساحتها ٢ × ٢م أو ٣ × ٣م، وإما بعد إقامة خطوط عميقة تتسع لكميات المياه المقرر إضافتها.

تروى الأرض ريًا غزيرًا ثلاث ريات متتالية، وتتوقف كمية المياه المضافة والمدة بين الريات على طبيعة التربة؛ حيث تقدر بنحو ١٫٠م^{٣}/متر مربع من مساحة الصوبة كل ٤

أيام فى الأراضى الثقيلة، و ٠٧ ٠م٣/متر مربع من مساحة الصوبة كل يومين فى الأراضى المتوسطة القوام، و ٠،٠٣م٣/متر مربع من مساحة الصوبة يوميًا فى الأراضى الخفيفة القوام. ويعنى ذلك أن كل ١٠٠م٢ من مساحة الصوبة تحتاج إلى كمية إجمالية من ماء الغسيل (موزعة على ٣ رمات) تقدر بنحو ٣٠م٣ فى الأراضى الثقيلة، و ٢١م٣ فى الأراضى المتوسطة القوام. و ٩م٣ فى الأراضى الخفيفة القوام (عن البلتاجى وآخرين ١٩٩١).

ويفضل إضافة الجبس الزراعى إلى التربة القلوية قبل الرية الأولى (مع خلطة بالطبقة السطحية من التربة) بمعدل ٢٠ كجم/١٠٠م٢ من مساحة الصوبة؛ وذلك بهدف خفض pH التربة.

ويراعى — بعد إجراء عملية الغسيل — عدم زيادة تركيز الأملاح فى التربة عن ٢،٥ ملليموز/سم عند ٢٥°م فى حالة زراعة الخيار والمحاصيل الحساسة الأخرى، كالفراولة، والشمام، والقاوون، والفاصوليا، وألا تزيد على ٤،٥ ملليموز/سم فى حالة زراعة المحاصيل المتوسطة الحساسية للملوحة، مثل: الطماطم، والفلفل، والباذنجان.

الحراثة

لا تتطلب الأراضى الرملية — عادة — أكثر من خربشة التربة سطحيًا، ولكن الأراضى الثقيلة تتطلب حرثًا عميقًا. وقد تستعمل المحاريث القلابة، كم قد تستعمل محاريث تحت سطح التربة. وفى الحالة الأخيرة فإن الحراثة تتم قبل إقامة الصوبات.

وبعد الحراثة يسوى سطح التربة، كما تُكسَّر كتل التربة (القلاقيل) فى الأراضى الثقيلة، لتصبح مهدًا صالحًا للزراعة.

هذا وعلى خلاف ما يعتقده المزارعون، وجد من دراسة أجريت على ٨١ صوبة أن جودة التربة لم تتأثر سلبيًا بتكرار الزراعة فيها على مر الزمن (Knewtson وآخرون ٢٠١٠).

تعقيم التربة

يعتبر تعقيم التربة من العمليات الزراعية الأساسية فى الزراعات المحمية؛ نظرًا لأن تكرار زراعة الأرض بمحصول معين على فترات متقاربة يؤدى إلى تكاثر مسببات الأمراض فيها؛ مثل النيماتودا، وفطريات الذبول، وأعفان الجذور. ويجرى التعقيم – عادة – بعد الحرث، وقبل إقامة خطوط الزراعة وقد تناولنا موضوع تعقيم التربة ومخاليط الزراعة – بالتفصيل – فى كتاب "الأساليب الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر" (حسن ٢٠١٠)، وفيه يجد القارئ كل ما يتعلق بهذه العملية

يعد التعقيم الحرارى (بالبخار) أقدم طريقة للتعقيم، وهى لا تطبق – عادة – إلا فى المناطق الباردة التى تُدفأ فيها البيوت المحمية بالبخار، والتى تتوفر فيها مراجل البخار المستعملة فى التدفئة وقد تلت هذه الطريقة فى التطبيق التعقيم بالمبيدات (وخاصة بالمبخرات Fumigants). وعلى الرغم من الكفاءة العالية لعملية التعقيم الكيميائى إلا أنها باهظة التكاليف، وأصبحت تُواجه بمعارضة شديدة فى كثير من الدول؛ بسبب تأثيرها الضار على البيئة، وخاصة تلويثها للمياه الجوفية، ناهيك عن حظر استخدام بروميد الميثايل فى تعقيم التربة أما أكثر طرق التعقيم انتشارًا – حاليًا – فهى التعقيم بالإشعاع الشمسى، وهى أقل الطرق تكلفة. وبالإضافة إلى كفاءتها العالية فى التخلص من عديد من مسببات الأمراض والحشائش . فإنها تُحفز نمو أنواع بكتيرية مفيدة للنباتات تتواجد فى التربة وتعيش بالقرب من جذورها. وقد أسهبنا فى شرح هذه الطريقة ومزاياها فى الكتاب المشار إليه أعلاه.

ونظرا لارتفاع تكلفة التعقيم الكيميائى .. يلجأ كثير من المنتجين إلى تغيير مواقع الصوبات إلى أرض جديدة. وهذا إجراء اقتصادى سليم فى حالة الأنفاق البلاستيكية الاقتصادية التى يكون من السهل فكها وإعادة إقامتها.

كذلك يلجأ بعض المنتجين – خاصة فى المناطق الصحراوية – إلى استبدال تربة جديدة بنحو ١٠–١٥ سم من التربة السطحية للصوبات؛ وذلك إجراء مكلف، ولا

يعطى – غالبًا – النتائج المرجوة منه؛ بسبب سرعة انتشار الجذور فى الطبقات تحت السطحية، التى تكون ملوثة بمسببات الأمراض

وتعد الزراعة على أصول مقاومة للأمراض أفضل بديل لعملية تعقيم التربة وتنتشر هذه الطريقة على نطاق واسع للغاية فى بعض دول العالم، خاصة فى أوروبا، واليابان. وكوريا الجنوبية، ونتناولها بالشرح فى موضع لاحق من هذا الكتاب.

إقامة المصاطب

يُستدل من عديد من الدراسات والممارسات الفعلية على أن الزراعة على مصاطب مرتفعة أفضل كثيرًا من مدّ خطوط الزراعة على أرض مستوية. ويرجع ذلك إلى أن المصاطّب تزداد فيها فرصة تهوية التربة، وينصرف الماء الزائد عنها – بما يحمله من أملاح ذائبة – إلى قنوات المصاطب، كما تدفأ تربة المصاطب بسرعة أكبر من تربة الأرض المنبسطة (بسبب زيادة المساحة المعرضة للإشعاع الشمسى فى حالة المصاطب)، وهو أمر له أهميته خلال فترة انخفاض درجة الحرارة شتاءً، أى خلال موسم الزراعات المحمية.

تقام المصاطب عندما تكون التربة مستحرثة؛ أى بعد أن تغمر بالماء ثم تترك إلى أن يصبح بها ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية. ويتم ذلك بفج قنوات عميقة – بطول الصوبة – فى منتصف المواقع المفترضة للمصاطب، وتلك القنوات هى التى تنثر فيها الأسمدة الكيميائية والعضوية السابقة للزراعة (يراجع لأجل ذلك موضوع التسميد فى موضع لاحق من هذا الفصل). ويلى ذلك فج قنوات أخرى عميقة فى منتصف المسافة بين القنوات السابقة، ثم الترديم جيدًا على القنوات السابقة؛ لتصبح مصاطب مرتفعة، مع تعميق القنوات الجديدة (التى تكون بين المصاطب) بحيث يعلو سطح المصاطب – التى تمت إقامتها – عن قاع القنوات التى تفصل بينها بنحو ٣٠–٣٥ سم.

وتتم عملية فج القنوات – عادة – باستعمال المحاريث، ولكنها يمكن أن تجرى

يدويًا، أما عمليه الترديم التى تجرى لإقامة المصاطب فإنها تتم – غالبًا – يدويًا وتتوفر آلات لإقامة المصاطب مباشرة، ولكن ذلك يصعب تطبيقه فى بيوت الأنفاق البلاستيكية. ويقتصر – غالب – على البيوت المحمية الكبيرة التى يمكن مرور الآليات فيها بسهولة. كما يستلزم اتباع هذه الطريقة نثر الأسمدة الكيميائية والعضوية وخلطها بالطبقة السطحية من التربة قبل الزراعة وعملية النثر هذه لا تحقق أقصى استفادة ممكنة من الأسمدة المضافة كما يحدث عند إضافة الأسمدة فى باطن المصاطب، أى تحت خطوط الزراعة مباشرة.

وعادة تكون المسافة بين منتصف المصاطب المتجاورة حوالى ١٥٠ سم، ولكن سطح المصطبة ذاتها يكون بعرض حوالى ١٠٠ سم، بينما تكون القنوات بينها بعرض ٥٠ سم وتتم بهذه الطريقة – عادة – إقامة خمس مصاطب طولية فى كل نفق بلاستيكى بعرض ٨,٥ م وتترك بين جانب الصوبة وحافة المصطبة الأولى مسافة ٧٥ سم، كما تترك مسافة مماثلة بين جانب الصوبة المقابل وحافة المصطبة الأخيرة.

وتُعدَّل هذه الأرقام فى الأنفاق التى يبلغ عرضها ٩ أمتار، بحيث تصبح القنوات الفاصلة بين المصاطب بعرض ٦٠ سم، مع زيادة المسافة بين كلّ من جانبى الصوبة الطوليين وحافة المصطبة المقابلة له بمقدار خمسة سنتيمترات، ليصبح ٨٠ سم.

ويمكن تلخيص ذلك فى نوعى الأنفاق كما يلى.

الخاصية	أنفاق بعرض ٨,٥ م	أنفاق بعرض ٩,٠ م
المسافة بين جدار الصوبة والمصطبة الأولى (سم)	٧٥	٨٠
عرض ظهر المصطبة (سم)	١٠٠	١٠٠
عدد المصاطب	٥	٥
عرض القناة الفاصلة بين المصاطب (سم)	٥٠	٦٠
عدد القنوات الفاصلة بين المصاطب	٤	٤
المسافة بين جدار الصوبة المقابل والمصطبة الأخيرة (سم)	٧٥	٨٠

ومن الأمور الأخرى التى تجب مراعاتها فى عملية إقامة المصاطب ما يلى:

١- استواء الأرض بامتداد طول الصوبة، مع انحدار خفيف فى حالة وجود نظام للصرف أيًا كان نوعه.

٢- ضرورة إضافة الأسمدة العضوية، ثم نثر الأسمدة الكيميائية عليها، مع الاهتمام بانتظام توزيع نوعى الأسمدة

٣- خلط التربة بالأسمدة عند الترديم عليها خلال عملية إقامة المصاطب؛ للمساعدة على تكثيف انتشار الجذور فى التربة بعد ذلك؛ نظرًا لأن الجذور النباتية لا يمكنها الانتشار الكثيف فى الأسمدة العضوية التى لا تختلط بها التربة.

٤- تكسير كتل التربة (القلاقيل)، وتنعيم ظهر المصطبة جيدًا.

هذا وتتسع كل مصطبة لخطين من خطوط الزراعة، يبتعد كل منهما بمسافة ٢٥ سم عن مركز المصطبة الذى يُمدّ فيه — عادة — خرطوم الرى بالتنقيط.

فرد الغطاء البلاستيكى على سطح التربة

يتم مد خراطيم التنقيط وفرد الغطاء البلاستيكى على المصاطب، مع الرى لمدة لا تقل عن أسبوعين قبل الشتل. يجب أن يكون الغطاء مشدودًا تمامًا حتى لا يتجمع هواء ساخن تحته، وهو يؤدى — حال تسربه من الفتحات التى تنمو من خلالها الشتلات — إلى موتها يفضل استعمال الغطاء البلاستيكى الأسود فى الجو البارد؛ لأنه يؤدى إلى رفع حرارة الطبقة السطحية من التربة نهارًا بنحو ٥ درجات مئوية، كما إنه يمنع تسرب الأشعة تحت الحمراء من خلاله ليلاً. وفى الجو الحار .. يفضل استخدام البلاستيك الأبيض من أعلى (لعكس الأشعة الضوئية) والأسود من أسفل لمنع إنبات الحشائش. أما البلاستيك الشفاف فإنه يزيد من رفع حرارة التربة نهارًا، ولكنه يحفز — كذلك — نمو الحشائش تحته. ويفيد البلاستيك الفضى والألومنيومى فى تشتيت الحشرات الصغيرة كالذبابة البيضاء والمنّ، بينما يعمل البلاستيك الأصفر على جذب تلك الحشرات إليه، ثم موتها بفعل حرارته العالية