الفصل الحادى عشر

تعقيم (أو بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى

طريقة إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى

مجمل الطريقة ومتطلبات نجاحها

يتعين عند تعقيم التربة بالتشميس تنعيمها جيدًا لكى يمكن فرد الغشاء البلاستيكى عليها وجعله ملامسًا لكل سطح التربة؛ ذلك لأن وجود كتل التربة (القلاقيل) يعنى وجود جيوب هوائية تحت الغطاء تعمل كعازل بينه وبين التربة؛ مما يقلل فى فرصة رفع حرارة التربة بالتشميس.

وللسبب ذاته لا يجوز استهداف تعقيم الحقل كله بالتشميس إذا كان مجهزًا على صورة خطوط أو مصاطب، إلاّ إذا كان الهدف هو تعقيم سطح المصاطب فقط، وهو أمر غير مستحب لأنه يوفر فرصة لإعادة تلوث تربة سطح المصاطب المعقمة من التربة المجاورة لها غير المعقمة (DeVay ١٩٩١ب).

تتلخص طريقة بسترة التربة بالتشميس soil solarization فيما يلى:

١- إزالة المخلفات النباتية من الزراعة السابقة.

٢- الحراثة العميقة للتربة.

٣- إضافة سبلة غير متحللة (طازجة) وخلطها جيدًا بالتربة.

٤ - غمر الحقل بالماء بمعدل ٢٠٠-٢٥٠م^3 للفدان.

٥- غمر الحقل مرة أخرى بالماء بعد أسبوعين بمعدل ١٧٥-٢٥٠م^3 للفدان.

٦- حراثة التربة وتنعيمها بعد ١٠-١٢ يومًا.

٧- مدّ خطوط الرى بالتنقيط.

٨- تغطية التربة بغشاء بلاستيكى شفاف، مع تغطية حواف الغشاء جيدًا بالتربة.

٩- إضافة الماء بمعدل ٢٥م^{٣} للفدان.

١٠- إضافة الماء كل خمسة أيام – لمدة ٤٥ إلى ٥٠ يومًا – بمعدل ١٧,٥م^{٣} للفدان.

ويفيد الجمع بين الإضافات العضوية والبسترة بالتشميس soil solarization فى زيادة فاعلية التشميس بفعل الحرارة التى تنتج من تحلل المادة العضوية.

ومن أهم مزايا بسترة التربة بالتشميس ما يلى:

١- تفيد فى جميع الحالات التى لا يتوفر فيها مبيدات مسجلة للاستعمال.

٢- يُسمح بها فى حالات الإنتاج العضوى.

٣- تعطى دفعة قوية للنمو النباتى القوى المبكر.

أما أهم عيوبها فهى:

١- يلزم الاستغناء عن الأرض لمدة شهر إلى شهرين.

٢- ضرورة توفر ماء الرى، حيث لا يناسبها الاعتماد على مياه الأمطار.

٣- ضرورة أن تكون الحرارة عالية خلال فترة التشميس.

٤- لا تقضى على المسببات المرضية التى قد تتواجد عميقًا فى التربة.

٥- تحتاج إلى آليات خاصة عند الرغبة فى تشميس مساحات كبيرة.

٦- إذا وجدت مساحات غير معقمة بين مصاطب معقمة فإنها تكون مصدرًا للتلوث بالمسببات المرضية.

ويمكن الرجوع إلى الدراسات المبكرة حول بسترة التربة بالتشميس soil solarization فى مقال Katan (١٩٨١) الذى تناول فيه الموضوع من مختلف جوانبه، مع التركيز على الدراسات التى أجراها بنفسه ومع معاونيه حول هذا الموضوع فى إسرائيل.

ويعد DeVay وآخرون (١٩٩١) من أشمل المراجع التى تتناول موضوع بسترة التربة بالتشميس، أو ما يُعرف باسم soil solarization، وهو عبارة عن وقائع لمؤتمر نظمته منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة.

إعداد التربة للتعقيم

يجب أن تكون التربة المراد تعقيمها مستوية وخالية من الحشائش والنباتات، والمخلفات النباتية والكتل الترابية الكبيرة التى ترفع البلاستيك؛ مما يؤدى إلى تواجد جيوب هوائية تقلل من كفاءة عملية التعقيم؛ ولذا .. يجب توجيه عناية خاصة إلى عملية تنعيم التربة وجعلها مستوية تمامًا.

يحرث الحقل المراد تعقيمه جيدًا حتى عمق ٣٠-٣٥ سم، ثم يروى جيدًا بالرش، أو بالتنقيط، أو بالغمر. وبعد أن تجف التربة إلى درجة تسمح بمرور الجرارات الزراعية عليها (ويستغرق ذلك مدة يوم أو يومين فى الأراضى الخفيفة). يغطى سطح التربة بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك ٤٠-٨٠ ميكرونًا، وتشد جيدًا لمنع تواجد أية جيوب هوائية تحتها، ثم تترك لمدة ٤-٨ أسابيع. هذا .. مع العلم أن شرائح البوليثيلين الرقيقة هذه تكون قليلة التكلفة، ولها نفس فاعلية الشرائح السميكة.

وقد تترك مسافات بين شرائح البلاستيك للمرور عليها، وتلك المسافات تكون غير معقمة، وتشكل مصدرًا لإعادة إصابة الحقل. وتلزم المحافظة على شرائح البلاستيك أثناء التغطية من الأضرار التى يمكن أن تحدثها الطيور أو الماشية.

ويلزم لنجاح هذه الطريقة فى تعقيم التربة مراعاة ما يلى:

١- أن تظل التربة رطبة أثناء فترة التغطية؛ لزيادة حساسية الكائنات المسببة للأمراض الموجودة بها، ولزيادة مقدرتها على التوصيل الحرارى.

٢- إطالة فترة التغطية لمكافحة الكائنات المسببة للأمراض، والتى تكون متعمقة فى التربة؛ لأن الحرارة لا ترتفع كثيرًا؛ حيث تتواجد هذه الكائنات.

اختيار البلاستيك المناسب للتعقيم

يفضل لتعقيم التربة استعمال بلاستيك بسمك ٢٥ ميكرونًا؛ لأنه يكون أرخص وأكثر كفاءة. لكن نظرًا لكثرة تعرضه للتمزق من أقل ضغط عليه .. يفضل بلاستيك بسمك ٤٠-٨٠ ميكرونًا، مع الحرص على رتق أية تمزقات باستعمال شريط لاصق شفاف. ولا

يفضل استعمال بلاستيك يزيد سمُكه على ٨٠ ميكرونًا؛ لأنه يعكس قدرًا أكبر من الأشعة الشمسية؛ مما يؤدى إلى انخفاض كفاءته فى رفع حرارة التربة.

ويمكن استعمال بلاستيك شفاف يحتوى على مثبطات للأشعة فوق البنفسجية، تعمل على إبطاء تدهوره بفعل تلك الأشعة؛ الأمر الذى يسمح بإطالة فترة التعقيم، أو حفظه بعد التعقيم وإعادة استعماله، أو استمرار استعماله بعد التعقيم كغطاء بلاستيكى للتربة.

يؤدى استعمال طبقتين من شرائح البوليثيلين بينهما ٧,٥ سم أو أكثر من الهواء إلى زيادة كفاءة عملية تعقيم التربة بالتشميس، حيث يزداد ارتفاع حرارة التربة بنحو ٣–١٠ درجات مئوية (DeVay ١٩٩١أ).

إذا سادت الأمطار – وبالتالى كثرت السحب – خلال موسم ارتفاع درجة الحرارة فإن ذلك لا يتناسب مع عملية تعقيم التربة بالتشميس باستخدام البوليثيلين الشفاف، ولكن يفيد – فى تلك الحالات – استعمال بلاستيك حرارى ممتص للأشعة تحت الحمراء، حيث تكون حرارة التربة تحته أعلى مما تكون عليه تحت البلاستيك العادى (Martin ٢٠٠٣).

وقد وجد أن حرارة التربة تحت غطاء شفاف ممتص للأشعة الحرارية تحت الحمراء clear, thermal infrared absorbing film كانت أعلى مما كانت عليه تحت جميع الأغطية الأخرى (بوليثيلين عادى شفاف قليل الكثافة بسمك ٣٠ ميكرون أو أسود أو غشاء فقاعى مزدوج)، وذلك فى ظروف جوية رطبة وملبدة بالغيوم (Chase وآخرون ١٩٩٩).

طريقة التغطية بالبلاستيك

يمكن إجراء التعقيم إما فى شرائط (لا يقل عرضها عن ٦٠–٩٠ سم) فوق مصاطب الزراعة، وإما بتغطية كل سطح التربة. تتميز طريقة الشرائط المعقمة بانخفاض تكلفتها. إلا أنه يترتب عليها تواجد مساحات غير معقمة بين الشرائط المعقمة تشكل مصدرًا لإعادة تلوث الجزء المعقم.

وعند تغطية كل الحقل بالبلاستيك يتعين الترديم جيدًا بالتربة حول حواف الشرائح البلاستيكية المتجاورة، أو لصقها معًا بشريط لاصق شفاف مقاوم للحرارة.

أهمية رطوبة التربة خلال فترة التعقيم

يجب أن تبقى التربة رطبة طوال فترة التعقيم؛ لأن الرطوبة تجعل الكائنات الدقيقة المرضة أكثر حساسية للحرارة، فضلاً عن كونها تزيد من سرعة التوصيل الحرارى، وتجعل ارتفاع الحرارة يمتد إلى عمق أكبر فى التربة. ويتحقق ذلك فى الأراضى الثقيلة؛ وذلك برى التربة رية غزيرة، ثم فرش البلاستيك فى أقرب وقت ممكن بعد ذلك. أما فى الأراضى الرملية التى تُروى بالتنقيط، فإن شبكة الرى يجب أن تبقى تحت البلاستيك مع الرى مرة واحدة أو مرتين أسبوعيًّا خلال فترة التعقيم؛ وذلك للمحافظة على مستوى مرتفع من الرطوبة خلال التعقيم.

وعمومًا .. يجب أن تكون رطوبة التربة حتى عمق ٦٠ سم فى حدود ما لا يقل عن ٧٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية (DeVay ١٩٩١ب).

فترة التغطية المناسبة

كلما طالت فترة التغطية بالبلاستيك ازدادت كفاءة عملية التعقيم؛ حيث يزداد الارتفاع فى حرارة التربة ويكون لعمق أكبر. وغالبًا ما يكفى التعقيم لمدة ٤–٦ أسابيع خلال أشد المواسم حرارة، ولكن إطالة الفترة إلى ٨ أسابيع يكون أكثر فاعلية.

هذا .. وتستمر فاعلية التعقيم بالإشعاع الشمسى – عادة – لموسمين زراعيين كاملين.

أهمية الإضافات العضوية للتربة

وجد أن الإضافات العضوية للتربة توفر – أثناء بسترة التربة بالتشميس – دورًا حاميًا يعمل على حماية الكتلة الحيوية الميكروبية والأنشطة الإنزيمية من التأثيرات الضارة لارتفاع الحرارة (Scopa & Dumontet ٢٠٠٧).

فقد أدت البسترة بالإشعاع الشمسى إلى قتل بذور الهالوك التى وضعت على سطح

التربة فقط، بينما أدت إضافة سبلة الدواجن – مع معاملة البسترة – إلى القضاء على بذور الهالوك التى وضعت فى أعماق مختلفة بالتربة حتى ١٠ سم (Haidar & Sidahmed ٢٠٠٠).

وأفادت إضافة المخلفات العضوية من أى من الجرجير البرى، أو الطرخون tarragon، أو النعناع، أو المريمية، مع التعقيم الشمسى solarization فى التخلص من نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* بالتربة (Klein وآخرون ٢٠١٢).

وأمكن تحقيق مستوى جيدًا من تطهير مصاطب زراعة الفلفل من النيماتودا وفطريات التربة بالمعاملة المشتركة بكل من: الرى بـ ١٠ سم ماء لتوفير ظروف لاهوائية + إضافة سبلة دواجن متحللة جزئيًّا + التعقيم الشمسى solarization. ويعتقد بأن هذه الطريقة يمكن أن تكون بديلاً للتعقيم ببروميد الميثايل (Butler وآخرون ٢٠١٢).

الجمع بين البسترة بالتشميس مع المكافحة الحيوية

أدت بسترة التربة بالتشميس مع معاملتها بفطر المكافحة الحيوية *Gliocladium virens* إلى تحقيق مكافحة جيدة للأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium rolfsii* ولمرض اللفحة الجنوبية فى الطماطم الذى يسببه الفطر (Ristaino وآخرون ١٩٩١).

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة

إذا أجرى التعقيم بالإشعاع الشمسى – بصورة صحيحة – خلال شهور الصيف الحارة، فإن درجة الحرارة ترتفع تحت الغطاء البلاستيكى إلى ما بين ٦٠°م على عمق ٥ سم و ٣٩°م عند عمق ٤٥ سم.

ويكون هذا الارتفاع فى حرارة التربة سببًا رئيسيًّا فى القضاء على عديد من مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة، إما بصورة مباشرة، وإما بصورة غير مباشرة من خلال تأثير عملية التعقيم على بيولوجى التربة، كما سيأتى بيانه فيما بعد.