الفصل الخامس

# طرق تعقيم التربة والبيئات والمواد المستخدمة فى الزراعة

يجب الاهتمام بتعقيم تربة المشاتل الحقلية للقضاء على ما يوجد فيها من مسببات أمراض ، خاصة تلك التى تصيب النباتات عن طريق الجذور ، حتى لا تنتشر فى الحقل عند زراعة شتلات مصابة . كما يلزم أيضا تعقيم بيئات الزراعة التى تجهز من مواد قد تكون ملوثة بمسببات الأمراض ، وكذا الشتّالات ، لاحتمال تلوثها بالفطريات المسببة لمرض تساقط البادرات . وتتناول - فيما يلى - أهم طرق التعقيم .

## تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى

يقتصر تعقيم أو بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Solar Pasteurization of Soil على المواسم الحارة ، وفى الأراضى التى يمكن تركها دون زراعة لمدة ٤٥ - ٦٠ يوماً على الأقل. يحرث الحقل المراد تعقيمه إلى عمق ٣٠ - ٣٥ سم ، ثم يروى جيدا بالرش ، أو بالتنقيط ، أو بالغمر ، ثم يغطى سطح التربة بعد ذلك مباشرة - فى الأراضى الرملية - (وبعد يوم أو يومين - فى الأراضى القليلة النفاذية) بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك ٤٠ - ٥٠ ميكروناً ، وتشد جيداً بحيث تكون ملامسة تماماً لسطح التربة ، ثم تترك لمدة ٦ - ٨ أسابيع . وقد تترك مسافات بين شرائح البلاستيك للمرور عليها . وتلك المسافات تكون غير معقمة ، وتشكل مصدرا لإعادة تلوث الحقل بمسببات الأمراض بحيث لا يمكن الاستفادة من عملية التعقيم إلا لموسم زراعى واحد بدلاً من موسمين أو ثلاثة مواسم زراعية .

ويلزم لنجاح هذه الطريقة فى تعقيم التربة ما يلى :

١ – أن تظل التربة رطبة أثناء فترة التغطية لزيادة حساسية الكائنات المسببة للأمراض الموجودة بها . ولزيادة قدرتها على التوصيل الحرارى . ويمكن استمرار بلّ التربة – فى الأراضى الرملية – بواسطة أنابيب الرى بالتنقيط التى تترك تحت البلاستيك خلال فترة التعقيم .

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

وإذا 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 إلى ٤٠°م على عمق ٥ سم ، ويكون ذلك مصاحباً بما يلى :

١ – القضاء على عديد من الفطريات التى تعيش فى التربة ، والتى تصيب مختلف المحاصيل الزراعية ، مثل :

| الفطر | المحاصيل |
|---|---|
| Verticillium dahliae | الطماطم – البطاطس – الباذنجان – الشليك – القطن – الزيتون |
| Fusarium oxysporum (الذبول الفيوزارى) | الطماطم – القاوون – البصل – الشليك – القطن |
| Pyrenochaeta terrestris | البصل |
| Pyrenochaeta lycopersici | الطماطم |
| Sclerotium rolfsii | الفول السودانى |
| Rhizoctonia solani | البطاطس – البصل – الفاصوليا – القطن |
| Thielaviopsis basicola | القطن |
| Pythium ultimun | القطن |
| Pythium myrothecium | الفول السودانى |
| Plasmodiophora brassicae | الكرنب |
| Didymella lycopersici | الطماطم |

٢ – القضاء على الأكاروس الذى يوجد فى التربة .

٣ – تخفيض أعداد النيماتودا التى توجد فى التربة حتى عمق حوالى ٣٠ سم ، أما فى الأعماق الأكثر ذلك فإن الارتفاع فى درجة حرارة التربة لا يكون بالقدر الذى يمكن أن يؤثر فى النيماتودا . ولذا .. فإن التعقيم بالإشعاع الشمسى يكون أكثر فاعلية فى مكافحة النيماتودا بالنسبة للمحاصيل ذات الجذور السطحية .

٤ – القضاء على عديد من الحشائش الحولية ، والمعمرة .

٥ – القضاء على الهالوك Orobanche aegyptiaca .

٦ – زيادة أعداد بعض الكائنات المفيدة مثل Trichoderma spp. ، أو الأكتينوميسيتاتActinomycetes .

٧ – تنخفض أعداد بعض كائنات التربة المفيدة مثل فطريات الميكوريزا Mycorrhizal fungi فى الطبقة السطحية من التربة ، ولكن ليس إلى الدرجة التى تؤثر فى فعلها المفيد .

٨ – تنخفض جزئياً أعداد بعض الكائنات الدقيقة المفيدة أثناء التعقيم ، مثل بعض أنواع البكتيريا من جنسى Bacillus ، و Pseudomonas ، ولكنها تسترجع أعدادها الطبيعية سريعاً بعد ذلك .

وقد أوضحت أحدث الدراسات عن تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى فى بيولوجى التربة (Gamliel & Katan ١٩٩١) أنه أدى إلى خفض أعداد البكتيريا والفطريات حتى عمق ٩٠ سم ، مع تأثير أقل على الأكتينوميسيتات . كذلك أنقصت المعاملة أعداد البكتيريا والفطريات المعروفة بتحملها للحرارة Thermotolerant . هذا بينما أحدث التعقيم بالإشعاع الشمسى زيادة قدرها ١٣٠ ضعفاً فى أعداد البكتيريا الاستشعاعية من جنس Pseudomonas ( التى تعرف باسم : Fluorescent pesudomonads ) فى رايز وسفير النباتات المزروعة فى التربة المعقمة ، بالرغم من أن تلك البكتيريا تعد حساسة للحرارة . وقد أمكن تمييز ثلاثة أنواع منها ؛ هى : P. putide ، و P. fluorescens ، و P. alcaligenes ، وتبين أن وجودها يرتبط بتحفيز نمو نباتات الطماطم فى الأراضى المعقمة . كذلك أدى التعقيم بالإشعاع الشمسى إلى خفض أعداد الفطريات فى رايز وسفير النباتات خاصة من فطرى Pythium spp. ، و Penicillium pinophilum علما بأن الأخير يحدث تقزماً لنباتات الطماطم .

٩ – تُقتل بكتيريا العقد الجذرية من الجنس Rhizobium التى تقوم بتثبيت آزوت الهواء الجوى فى جذور البقوليات ، ويلزم إعادة إضافتها إلى التربة مع بذور البقوليات التى تزرع فيها .

١٠ – تزداد الكميات الميسرة لاستعمال النبات من بعض العناصر المغذية ؛ مثل النيتروجين (فى صورتيه النتراتية ، والأمونيومية) ، والكالسيوم ، والمغنسيوم .

١١ – تحدث زيادة جوهرية فى النمو النباتى والمحصول حتى فى حالة غياب مسببات الأمراض الهامة – أصلاً – من التربة المعاملة ، لكن الزيادة فى النمو النباتى والمحصول تكون أكبر عندما يقضى التعقيم بالإشعاع الشمسى على ما قد يكون موجوداً فى التربة من مسببات أمراض ، أو آفات هامة (Katan ١٩٨٠ ، و Pullman وآخرون ١٩٨٤) .

ومن الدراسات التى أجريت على تعقيم التربة بطريقة الإشعاع الشمسى – فى أنحاء متفرقة من العالم – تبين ما يلى :

وجد Jacobson وآخرون (١٩٨٠) أن تغطية التربة فى حقل مصوبوء بشدة بالهالوك المصرى Orobanche aegyptiaca لمدة ٣٦ يوماً قبل الزراعة خلال الموسم الحار فى أغسطس وسبتمبر أدت إلى مكافحة الهالوك بصورة جيدة ، حيث نما محصول الجزر بصورة طبيعية فى الحقل المعامل ، بينما تقزمت نباتات الجزر ، وأصيب بشدة بالهالوك فى الحقل غير المعامل . وقد وجد أن الغطاء البلاستيكى – الذى كان من النوع الأسود – أدى إلى رفع درجة حرارة التربة فى الخمسة سنتيمترات العلوية بمقدار ٨ – ١٢°م ، أى حتى ٥٦°م .

وفى تكساس .. درس Hartz وآخرون (١٩٨٥) تأثير تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى على محصولى الفلفل والقاوون عند زراعتهما – بالتوالى – بعد التعقيم . كان التعقيم لمدة شهر واحد ، هو شهر يوليو ، واستخدم بولايثين شفاف بسمك ٤٠ ميكرونا . وبعد هذه الفترة أزيل الغطاء البلاستيكى من بعض القطع ، ورش بدهان عاكس للضوء فى قطع أخرى .

وقد وجد أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى زيادة محصول الفلفل بمقدار ٢٠٪ . وعندما ترك الغطاء البلاستيكى فى مكانه ، مع طَلْيِهِ بدهان عاكس للضوء ازداد محصول

الفلفل بمقدار ٥٣ ٪ ، عما هو فى حالة عدم إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى . كما كان هناك تأثير مُتَبَقٍّ للتعقيم بالإشعاع الشمسى على محصول القاوون الذى زرع فى الربيع التالى . هذا ولم يكن فى التربة كائنات ممرضة معينة يمكن أن يقال أن الزيادة فى المحصول قد حدثت نتيجة القضاء عليها .

وفى مصر .. وجد Abdel - Rahim وآخرون (١٩٨٨) أن تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى فى أراضٍ تروى سطحياً أدى إلى :

١ – مكافحة الحشائش ، والهالوك ، ومرض الجذر الفلينى ، ونيماتودا تعقد الجذور – بكفاءة – فى حقول الطماطم .

٢ – مكافحة النيماتودا Rotylenchulus reniformis لمدة ٦٠ يوماً بعد الزراعة.

٣ – تحسين النمو وزيادة المحصول بنسب تراوحت من ٢٥٪ – ٤٣٢٪ فى الفول الرومى ، والبصل ، والطماطم ، والبرسيم فى نوعيات مختلفة من الأراضى .

٤ – دام تأثير المعاملة بالنسبة لكل من مكافحة الأمراض وزيادة المحصول لمدة موسمين ، أو ثلاثة مواسم زراعية .

٥ – حدث انخفاض فى درجة ملوحة التربة .

٦ – كان للمعاملة – فى إحدى التجارب – تأثير سيىء فى تكوين العقد الجذرية لبكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى فى جذور الفول الرومى ، حيث تقزمت النباتات ، ولكنها استعادت نموها ثانية .

وفى الأردن .. قارن الأسعد وأبو غربية (١٩٨٦) تغطية التربة الرطبة بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك ٤٠ ميكروناً لمدة شهر واحد ، أو شهرين ، والتغطية ببلاستيك أسود بسمك ٤٥ ميكروناً لمدة شهرين ، مع التبخير ببروميد الميثايل بمعدل ٦٨ جم / م٢ ، وبدون معاملة للمقارنة ، وكانت النتائج كما يلى :

١ – بلغت درجة الحرارة العظمى على أعماق ١٠ ، و ٢٠ سم حوالى ٥٠ ، و ٤٤°م تحت البلاستيك الشفاف ، و ٤٢ ، و ٤٠°م تحت البلاستيك الأسود ، مقارنة بنحو ٤٠ ، و ٣٨°م فى التربة غير المغطاة .

٢ – ظهرت فعالية عالية للتغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهرين – مساوية لمعاملة التبخير ببروميد الميثايل فى تخفيض أعداد كل من الفطريات : Fusarium oxysporum، و F solani ، و Pythium spp. ، و Rhizoctonia solani ، وكذلك أعداد النيماتودا Tylenchorhynchus spp. ، وبعض أنواع النيماتودا الحرة فى التربة . كما كانت التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهر واحد وبالبلاستيك الأسود لمدة شهرين أقل فعالية من التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهرين ، ولكن بدون فروق معنوية.

٣ – أدت جميع معاملات التغطية بالبلاستيك والتبخير ببروميد الميثايل إلى زيادة النمو الخضرى وإنتاجية الطماطم ، والباذنجان جوهريا . ولم تظهر أيه فروق معنوية بين نتائج التبخير ببروميد الميثايل وأى من معاملات التغطية بالبلاستيك لمدة شهرين . وبرغم أن التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهر واحد أظهرت إنتاجية أقل من معاملات التغطية الأخرى فى تجربة الطماطم ، إلا أن هذا الاختلاف لم يظهر فى تجربة الباذنجان .

وفى ألاباما بالولايات المتحدة .. أدى تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى لمدة ٩٨ يوماً إلى رفع درجة حرارة التربة إلى ٤٩°م – على الأقل – لمدة ٤١ يوماً من فترة التعقيم ، بارتفاع قدره ١٤°م عن درجة حرارة الأرض المكشوفة . وأدى ذلك إلى خفض إصابة الفلفل بالفطر Sclerotium rolfsii بنسبة ٩٥ ٪ ، مع التخلص التام من الأجسام الحجرية للفطر فى السنتيمترات العشرة العلوية من التربة (Stevens وآخرون ١٩٨٨ ا) .

وفى دراسة أخرى .. قورنت زراعة البطاطا صنف Georgia Jet فى أرض معقمة بالإشعاع الشمسى مع زراعتها فى أرض غير معقمة ، وكانت النتائج كما يلى :

١ – ازداد النمو الخضرى والجذرى ، ومحصول البطاطا حتى فى غياب مسببات الأمراض الرئيسية .

٢ – ارتبطت الزيادات فى النمو النباتى بأعداد الكائنات الدقيقة التى وجدت فى بيئة نمو الجذور(الـ Rhizosphere) ، حيث لوحظت زيادة فى أعداد البكتيريا من الجنس Pseudomonas ، وبعض الفطريات فى رايزو سفير البطاطا فى معاملة التعقيم.

٣ – انخفضت أعداد نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne incognita بنسبة ٩٢ ٪

عند التعقيم بالإشعاع الشمسى (Stevens وآخرون ١٩٨٨ ب) .

وفى دراسة مماثلة على الكرنب والبروكولى .. كان المحصول أبكر بمقدار ثلاثة أسابيع وأعلى جوهريا بنسبة ٢٥٠ ٪ عند تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى مقارنة بالتربة غير المعقمة. كذلك ازدادت أعداد الأكتينوميسيتات ، وبعض الفطريات ، والبكتيريا التابعة للجنس Pseudomonas فى رايزوسفير هذه المحاصيل فى التربة المعقمة بالإشعاع مقارنة بالتربة غير المعقمة ، بينما انخفضت شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور (Stevens وآخرون ١٩٨٨ جـ) .

كذلك تبين لدى مقارنة التعقيم بالإشعاع الشمسى - فى ألاباما - مع المعاملة بمبيد الحشائش داكثال Dacthal 75 W فى حقول الكولارد ما يلى :

١ - أحدثت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى نقصاً قدره ٩١٪ فى أعداد الحشائش ، وكانت تلك المعاملة أكثر كفاءة من المعاملة بالداكثال فى مكافحة الحشائش .

٢ - ازداد محصول الكولارد فى الأرض المعقمة بالإشعاع .

٣ - ادادت أعداد البكتيريا والفطريات المقاومة للحرارة فى رايزوسفير النباتات النامية فى الأرض المعقمة بالإشعاع مقارنة بغير المعاملة (Stevens وآخرون ١٩٩٠) .

## التعقيم بالبخار

يشيع التعقيم بالبخار فى البيوت المحمية التى تكون التدفئة فيها بالبخار ، بينما لايشيع اتباع هذه الطريقة فى الحقول المكشوفة . ويمكن الاستفادة منها فى تعقيم بيئات الزراعة والشتّالات وخلافه .

تؤدى المعاملة بالبخار إلى التخلص من معظم بذور الحشائش والكائنات المسببة للأمراض من فطريات ، وبكتيريا ، ونيماتودا ، وفيروسات ، وكذلك الحشرات ، إلاّ أنها تبقى على بعض الكائنات المفيدة التى بإمكانها أن تنافس الكائنات الضارة على الأكسجين ، والمكان ، والغذاء ، وتحد من قدرتها على البقاء ، لكن هذه الكائنات المفيدة يمكن القضاء