الفصل الثالث عشر

تعقيم التربة والبيئات والموادالمستخدمة فى الزراعة

يجب الاهتمام بتعقيم التربة بين الزراعات المتتالية ، خاصة فى الزراعات المحمية بالصوبات ، لأن استمرار الزراعة فى نفس الأرض يؤدى إلى تفشى الأمراض والحشرات التى تعيش فى التربة . ويكون من الضرورى إما أن تعقم مرة أو مرتين سنويًا بين الزراعات ، أو تتبع دورة زراعية فيكون بذلك التعقيم على فترات أطول نسبيًا .

كما يلزم أيضًا تعقيم بيئات الزراعة التى تجهز من مواد قد تكون ملوثة بجراثيم الأمراض وبذور الحشائش ، مثل : التربة ، والأسمدة العضوية وغيرهما ، كما أن أوعية نمو النباتات ، مثل : القصارى التى يعاد استخدامها ، والصناديق الخشبية والمعدنية ، وطاولات الإنتاج السريع للشتلات تتلوث هى الأخرى بجراثيم الأمراض ، يلزم تعقيمها قبل إعادة استخدامها فى الزراعة .

هذا .. وتتنوع طرق التعقيم ، كما تختلف الطرق فى تكلفتها وفى التجهيزات اللازمة لها ، وفى مدى صلاحيتها تحت الظروف المختلفة ، ومدى مناسبتها لتعقيم البيئات والمواد المختلفة ، وهذا ما سنتناوله بالدراسة فى هذا الفصل . ويمكن لمن يرغب فى التعمق فى تفاصيل طرق التعقيم بالحرارة والمبيدات مراجعة Lawrence (١٩٥٦) ، و Baker (١٩٥٧) ، و Fletcher (١٩٨٤) ، و Nelson (١٩٨٥) .

١٣ - ١ : تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى

يقتصر تعقيم أو بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Solar Pasteurization of soil على المناطق ذات الجو الحار ، وفى الأراضى التى يمكن تركها بدون زراعة لمدة ٤٥ يومًا على الأقل .

١٣ - ١ - ١ : طريقة إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى

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 نحو ٨٠ ميكرون ، وتشد جيدًا ، ثم تترك لمدة ٤ - ٦ أسابيع . هذا .. مع العلم أن شرائح البولييثيلين الرقيقة هذه تكون قليلة التكلفة ، ولها نفس فعالية 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 .

١٣ - ١ - ٢ : تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على الكائنات المسببة للأمراض بالتربة

أمكن بواسطة التعقيم بالإشعاع الشمسى مكافحة العديد من الآفات التى تعيش فى التربة وتصيب المحاصيل المختلفة ، كما هو مبين فى جدول (١٣ - ١) . وبالإضافة إلى الأمراض المبينة فى الجدول ، فقد أفاد التعقيم بالإشعاع أيضًا فى مكافحة الحشائش لمدة طويلة بعد انتهاء فترة المعاملة . ولم يقتصر ذلك على الحشائش الحولية فقط ، بل تعداها أيضًا إلى العديد من الحشائش المعمرة من الأجناس الآتية :

Amaranthus, Anagallis, Avena, Capsella, Chenopodium, Cynodon, Digitaria, Eleusine, Fumaria, Lactuca, Mercurialis, Montia, Notobasis, Phalaris, Poa, Portulaca, Sisymbrium, Solanum, Stellaria & Xanthium.

هذا بالإضافة إلى العديد من النجيليات التى كانت شديدة الحساسية ، بينما لم تتأثر بعض الحشائش ، مثل : **Meliotus** .

ولم يكن لهذه الطريقة تأثير فعّال على نيماتودا تعقد الجذور (Katan ١٩٨٠) .

جدول (١٣-١) : الآفات التى أمكن مكافحتها بنجاح بواسطة تعقيم التربة بالاشعاع الشمسى .

الآفة		المحاصيل
	Verticillium dahliae	الطماطم - الباذنجان - البطاطس
	Rhizoctonia solani	البطاطس - البصل
	Sclerotium rolfsii	الفول السودانى
	Pyrenochaeta lycopersici	الطماطم
	Fusarium spp. (Fusarium wilt)	القطن والطماطم والبصل
	Pratylenchus thornei	البطاطس
	Orobanche spp.	الجزر والباذنجان
أعفان القرون	Pod rots	الفول السودانى
	Thielaviopsis basicola	القطن
	Pythium spp.	القطن

وقد وجد Jacobsohn وآخرون (١٩٨٠) أن تغطية التربة فى حقل موبوء بشدة بالهالوك **Orobanche aegyptiaca** لمدة ٣٦ يومًا 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 ، وأصيبت بشدة بالهالوك فى الحقل غير المعامل . هذا .. وقد وجد أن الغطاء البلاستيكى – والذى كان من النوع الأسود – أدى إلى رفع درجة حرارة التربة فى الـ ٥ سم العلوية بمقدار ٨ – ١٢°م ، أى حتى ٥٦°م .

كما أوضح Katan أن درجات الحرارة وصلت فى القطع التجريبية المغطاه إلى ٥٠°م على عمق ٥ سم ، وإلى ٤٤°م على عمق ٢٠ سم ، وكانت تلك الدرجات أعلى بمقدار ٨ – ١٢ درجة مما هى فى القطع التجريبية غير المغطاه بالبلاستيك .

لكن تأثير التغطية بالبلاستيك لا يرجع فقط إلى الارتفاع فى درجة الحرارة ، بل ربما يتضمن أيضًا نوعًا من المقاومة الحيوية ، إذ أن الفطريات التى وضعت – تجريبيًا – على عمق كبير فى التربة قد قضى عليها أيضًا ، برغم أن درجة الحرارة لم تكن كثيرة الارتفاع على هذه الأعماق .

وربما تحدث المكافحة الحيوية أثناء وبعد التغطية بالبلاستيك عن طريق :

١ – زيادة قدرة الكائنات المضادة للكائنات المسببة للأمراض على المنافسة تحت ظروف درجات الحرارة المرتفعة .

٢ – حدوث تغير فى التوازن بين الكائنات الدقيقة فى التربة لصالح الكائنات غير المرضية المنافسة .

١٣ – ١ – ٣ : تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على المحصول

أدى التعقيم بالإشعاع الشمسى إلى زيادة المحصول زيادة كبيرة عندما كانت التربة ملوثة بجراثيم الأمراض ، وكانت الزيادة فى المحصول كالتالى :

١ – ازداد محصول البطاطس بنسبة ٣٥٪ فى حالة وجود الفطر **V. daihiae** ، والنيماتودا **P.thornei** بالتربة .

٢ – ازداد محصول الفول السودانى بنسبة ١٢٣٪ عند وجود الفطر **S. rolfsii** فى التربة .

٣ – ازداد محصول الباذنجان بنسبة ٢١٥٪ عند وجود الفطر V. dalhiae .

٤ – ازداد أيضًا محصول القطن ، والطماطم ، والبصل ، والجزر عند مكافحة الفطر V. daihiae بالإضافة إلى تحسين نوعية الفول السودانى (Katan ١٩٨٠) .

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

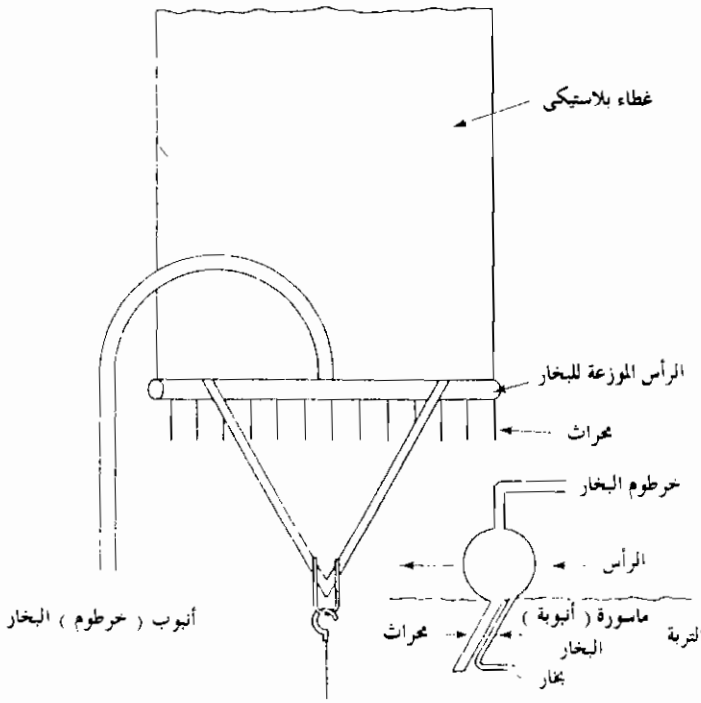
وقد وجد أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى زيادة محصول الفلفل بمقدار ٢٠٪ . وعند ترك الغطاء البلاستيكى فى مكانه ، وطُلِيَ بدهان عاكس للضوء ازداد محصول الفلفل بمقدار ٥٣٪ ، عما هو فى حالة عدم إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى . كما كان هناك تأثير مُتَبَقٍّ للتعقيم بالإشعاع الشمسى على محصول القاوون الذى زرع فى الربيع التالى . هذا .. ولم يكن بالتربة كائنات ممرضة معينة يمكن أن يقال أن الزيادة فى المحصول قد حدثت نتيجة للقضاء عليها .

١٣ - ٢ : التعقيم بالبخار

يعتبر التعقيم بالبخار من أكثر الطرق انتشارًا ، خاصة فى البيوت المحمية (الصوبات) التى تتم التدفئة فيها بالبخار .

١٣ - ٢ - ١ : طرق التعقيم بالبخار

تعقم التربة بحقنها بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة ، حتى تصل درجة حرارتها إلى ٨٠ - ٨٥°م . ويتم الحقن بالبخار من خلال أنابيب مثقبة تثبت فى تربة البيوت المحمية على عمق ٣٠ سم ، مع تغطية سطح التربة أثناء التعقيم برقائق بلاستيكية للمحافظة على رفع درجة حرارة التربة . كما قد يتم حقن البخار فى تربة الحقل أو البيوت المحمية من خلال أنابيب عمودية بطول ٤٠ - ٤٥ سم تبعد عن بعضها البعض بنحو ٢٢ سم ، وتثبت خلف حفارات صغيرة تتصل برأس موزعة للبخار ، ثم تصدر البخار بواسطة خرطوم ، وتتم تغطية المساحة المعاملة أولًا بأول للمحافظة على درجة الحرارة المرتفعة لمدة ٣٠ دقيقة (شكل ١٣ - ١) . وتعتبر هذه الطريقة أقل تكلفة من الطريقة السابقة .



شكل ١٣ - ١ : تعقيم تربة الحقل والبيوت المحمية بالبخار (عن Nelson ١٩٨٥) .

كما قد تعامل التربة بالبخار من خلال أنابيب مثقبة تمتد فوق سطح التربة ، وتغطى برقائق من البلاستيك المقاوم للحرارة مع تثبيت حواف الرقائق جيدًا بواسطة التربة . ويؤدى ضخ البخار فى الأنابيب المثقبة إلى رفع البلاستيك ، وحينئذ يُخفض ضغط البخار إلى الحدود الدنيا . وللحصول على أفضل النتائج يجب استمرار الغطاء والمعاملة بالبخار لمدة ٦ – ٨ ساعات . وتتوقف درجة تغلغل البخار فى التربة على مدى العناية التى تعطى لفلاحتها . وتعتبر هذه الطريقة أقل الطرق تكلفة .

ويراعى دائمًا حرث التربة لعمق ٣٠ سم قبل إجراء عملية التعقيم ، مع تكسير القلاقيل التى يزيد قطرها عن ٥ سم ، وألا تعامل بالبخار قبل جفافها ، حتى يتغلغل البخار خلالها بصورة جيدة (عرقاوى ١٩٨٤) . وعند تعقيم بيئات الزراعة وأوعية نمو النباتات بالبخار يراعى أن تستمر المعاملة لمدة ٣٠ دقيقة بعد أن تصل أبرد نقطة فى المخلوط إلى درجة حرارة ٨٢°م (١٨٠°ف) ، ويتضمن ذلك أن يكون الحد الأدنى لدرجة الحرارة هو ٨٢°م لمدة ٣٠ دقيقة ، لكن معظم البيئة والمواد المعقمة تكون حرارتها مثل درجة حرارة البخار ، أى ١٠٠°م . ويراعى عند تعقيم الأحواض المستخدمة فى الزراعة أن تفصل بينها مسافة ٢,٥ سم رأسيًا ، ومن الجانبين حتى يمكن أن يتخلل البخار بينها بسهولة .

وتؤدى هذه المعاملة إلى التخلص من معظم بذور الحشائش والكائنات المسببة للأمراض من فطريات ، وبكتريا ، ونيماتودا ، وفيروسات ، وكذلك الحشرات ، إلّا أنها تبقى على بعض الكائنات المفيدة التى بإمكانها أن تنافس الكائنات الضارة على الأكسجين ، والمكان ، والغذاء ، وتحد من مقدرتها على البقاء ، لكن هذه الكائنات المفيدة يمكن القضاء عليها أيضًا إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة إلى ١٠٠°م . ولهذا يفضل أن يكون التعقيم على درجة حرارة ٦٠° – ٧١°م لمدة ٣٠ دقيقة ، حيث يتم القضاء على معظم الكائنات الضارة مع الإبقاء بقدر الإمكان على الكائنات المفيدة . ويتحقق ذلك بأجهزة خاصة تقوم بخلط البخار بالهواء بدرجة معينة يمكن بواسطتها التحكم فى درجة حرارة مخلوط الغازين قبل دخولهما فى البيئة المراد تعقيمها . ويوضح جدول (١٣ – ٢) درجات الحرارة اللازمة للقضاء على مختلف الآفات النباتية .

جدول (١٣ ـ ٢) : درجات الحرارة اللازمة (لمدة ٣٠ دقيقة) للقضاء على مختلف الآفات النباتية .

درجة الحرارة (م°) لمدة ٣٠ دقيقة	الكائنات التى يتم التخلص منها
٥٠	النيماتودا
٥٣	فطر *Rhizoctonia solani*
٦٠	معظم البكتريا المسببة للأمراض النباتية
٦٣	معظم الفطريات المسببة للأمراض
٦٠ ـ ٧١	الحشرات التى تعيش فى التربة
٧٠	معظم الفيروسات المسببة للأمراض النباتية
٧١	كل البكتريا المسببة للأمراض النباتية
٧٠ ـ ٨٠	معظم بذور الحشائش
٩٥ ـ ١٠٠	بذور الحشائش والفيروسات المقاومة للحرارة

١٣ - ٢ - ٢ : حساب الاحتياجات الحرارية للتعقيم بالبخار

يلزم عادة نحو ٢٤ وحدة حرارية بريطانية لرفع درجة حرارة قدم مكعب واحد من بيئة الزراعة درجة واحدة فهرنهيتية ، إلا أنه يجب مضاعفة كمية الحرارة ، نظرًا لأن كفاءة عملية التعقيم بالبخار تكون عادة فى حدود ٥٠٪ . ويعطى كل رطل من البخار ٩٧٠ وحدة حرارية بريطانية عند تحوله من بخار على درجة ٢١٢°ف إلى ماء على نفس الدرجة ، كما يعطى وحدة حرارية بريطانية أخرى عند كل انخفاض إضافى فى درجة الحرارة قدره درجة واحدة فهرنهيتية . فإذا كان تعقيم بيئة الزراعة على درجة ١٨٠°ف ، فإن ذلك يعنى انخفاض درجة حرارة الماء بمقدار ٣٢°ف ، معطيًا بذلك ٣٢ وحدة حرارية بريطانية أخرى . ويعنى ذلك أن كل رطل من البخار ينتج ١٠٠٢ وحدة حرارية بريطانية ، وبذلك يلزم نحو ٦ أرطال من البخار لتعقيم قدم مكعب من الخلطة على درجة ١٨٠°ف . هذا .. وتقدر مقدرة أجهزة توليد البخار بقوة الحصان (hp) ، وهى التى تعادل ٣٣٤٧٥ وحدة حرارية بريطانية لكل حصان .

ويوجد البخار فى الغلايات تحت ضغط حوالى ١٥ رطلًا على البوصة المربعة . وهذا الضغط لا يؤدى إلى رفع درجة حرارة البخار إلّا بقدر يسير لا يزيد كثيرًا من مقدرته على خزن الحرارة ، ولكنه يفيد فى دفع البخار خلال البيئة . وبمجرد انطلاق البخار فى البيئة ، فإنه يصبح تحت ضغط منخفض جدًّا ، لا يزيد عن رطل واحد على البوصة المربعة (Nelson ١٩٨٥) .

١٣ - ٢ - ٣ : مشاكل التعقيم بالبخار ، وما يجب مراعاته لتجنبها

قد يتسبب التعقيم بالبخار فى إحداث بعض المشاكل التى يمكن تجنبها بمراعاة ما يلى :

١ - أن تكون التربة أو مخلوط الزراعة مفككة ، حتى تسمح للبخار بالنفاذ من خلالها بصورة جيدة .

٢ - ألا يكون مخلوط التربة جافًّا ، لأن التربة الجافة تكون عازلة للحرارة . ويفيد ترطيب التربة فى إسراع عملية التعقيم ، لكن زيادة الرطوبة عن حد معين يبطىء مرة أخرى من عملية التعقيم ، نظرًا لأن الحرارة النوعية للماء تبلغ خمسة أضعاف الحرارة النوعية للتربة ، ويعنى ذلك أن كمية الحرارة التى تلزم لرفع حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة تبلغ خمسة أضعاف كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وزن مماثل من التربة بنفس القدر ، وبذلك تصبح عملية التعقيم بطيئة ، ويزداد استهلاك الوقود .

ويفضل دائمًا أن تكون الرطوبة مماثلة للرطوبة المثالية عند زراعة البذور ، والتى تبلغ نحو ١٥٪ فى المخاليط التى تدخل التربة فى تكوينها . كما يجب أن تكون رطوبة مخلوط الزراعة متجانسة ، حتى يكون التعقيم متجانسًا .

٣ - لبذور بعض الحشائش المقدرة على مقاومة الحرارة ، ويلزم لمكافحتها رفع درجة الحرارة إلى ٩٥ - ١٠٠°م . ولتجنب الحاجة إلى رفع درجة الحرارة كثيرًا ، فإنه يوصى بترطيب بيئة الزراعة لمدة ١ - ٢ أسبوع قبل الزراعة للسماح لهذه البذور ببدء الإنبات ، حيث يسهل التخلص منها بعد ذلك فى درجة حرارة أقل بكثير .

٤ – تجب إضافة كل المكونات الأخرى لبيئة الزراعة قبل التعقيم ، نظرًا لأنه لا يطرأ عليها أى تغيير ، حتى لو ارتفعت حرارة أى من هذه المكونات إلى ١٠٠°م . ويستثنى من ذلك سماد الأزموكوت ، نظرًا لأن التعقيم قد يحدث تغيرات بغطائه ، الأمر الذى يزيد من سرعة تيسر العناصر منه . وفى هذه الحالة يجب عدم تأخير استعمال بيئة الزراعة عن ٢٠ يومًا بعد التعقيم ، حتى لا يزداد تركيز العناصر إلى درجة ضارة بالنباتات ، لكن التعقيم على درجة حرارة ٧١°م (١٦٠°ف) ليس له تأثير يذكر على سماد الأزموكوت .

٥ – يجب دائمًا توفير غطاء بلاستيكى عند تعقيم مخاليط التربة أو الأرض بالبخار . وتستخدم لذلك شرائح البوليثيلين التى تستعمل لموسم واحد فقط ، لكن قد يعاد استخدامها عدة مرات خلال نفس الموسم . وقد تستخدم أغطية الفينيل Vinyl التى يمكن استخدامها ٢٥ مرة ، أو أغطية النايلون المغطاة بالنيوبرين neoprene-coated nylon ، وهذه يمكن استخدامها مائة مرة أو أكثر ، لكن كليهما أكثر تكلفة من البوليثيلين .

٦ – يجب عدم زيادة فترة تعقيم مخاليط الزراعة المحتوية على التربة عن ٣٠ دقيقة ، لأن التعقيم بالبخار يعمل على تحول كميات كبيرة من المنجنيز الموجود فى التربة من حالة مثبتة إلى حالة ميسرة بدرجة تجعله سامًّا للنباتات ، لكن هذه المشكلة لا تكون كبيرة فى مخاليط الزراعة التى لا تحتوى على التربة .

٧ – قد يؤدى البخار إلى إنتاج نيتروجين أمونيومى بكميات كبيرة عند استخدامه فى تعقيم بيئات الزراعة الغنية بالمادة العضوية ، وهى كل البيئات المحتوية على سماد عضوى ، أو البيت الشديد التحلل ، أو المكمورة . وقد يستمر إنتاج النيتروجين الأمونيومى لعدة اسابيع بعد التعقيم . وحقيقة ما يحدث هو أن الكائنات الدقيقة تتغذى على هذه المواد العضوية ، وتحصل منها على الكربون والنيتروجين وغيرها من المركبات . وتقوم البكتريا المنتجة للأمونيا ammonifiying bacteria بتحويل النيتروجين فى المادة العضوية إلى نيتروجين أمونيومى ، ويلى ذلك قيام البكتريا المنتجة للنترات nitrifying bacteria بتحويل النيتروجين الأمونيومى إلى نتروجين نتراتى . وتنمو معظم النباتات بصورة جيدة فى مخلوط من النيتروجين الأمونيومى والنتروجين النتراتى ، وتظهر بالكثير من النباتات أعراض التسمم عند تغذيتها على النيتروجين الأمونيومى منفردًا . وعادة .. يتحول النيتروجين الأمونيومى بصفة مستمرة إلى نيتروجين نتراتى بواسطة البكتريا المنتجة للنترات ، ولهذا فإنه يتواجد دائمًا مخلوط من صورتى الآزوت الأمونيومية والنتراتية ، لكن التعقيم يؤدى إلى قتل كل البكتريا ، سواء المنتجة منها للأمونيوم ، أم المنتجة للنترات . وفى خلال أسابيع قليلة تستعيد البكتريا المنتجة للأمونيوم أعدادها ، وتنتج الأمونيوم من المادة العضوية بكميات كبيرة ، فى حين لا تستعيد البكتريا المنتجة للنترات أعدادها الطبيعية إلّا بعد أسابيع قليلة أخرى . وفى خلال هذه الفترة يزداد تركيز الأمونيا لدرجة قد تحترق معها الجذور ، وتتقزم النباتات وتذبل ، لكن بمجرد تزايد أعداد البكتريا المنتجة للنترات ، فإنها تقوم بتحويل الأمونيا المُنتجة إلى صورة نتراتية أقل سُمية للنباتات ، وتكون أكثر عرضة للغسيل من التربة مع الرى . ولهذا السبب ، فإنه لا ينصح بإدخال السماد الحيوانى والمكمورة فى مخلوط الزراعة فى حالة تعقيمه بالحرارة (أو بأية طريقة أخرى) .

٨ – ومن المظاهر الأخرى لمخاليط الزراعة المعقمة بالبخار ، والتى تعرضت لدرجات حرارة أعلى ولمدة أطول مما يوصى به أنه ينمو بها فطر **Pezzia ostrachoderma** بأعداد كبيرة ، نظرًا لغياب المنافسة من الكائنات الأخرى . وينتج هذا الفطر جراثيم تكون فى البداية بيضاء ، ثم تتحول إلى اللون الأصفر فالبنى . وينمو كذلك الفطر **Pyronema sp.** ، منتجًا جراثيم وردية اللون . وهذه الفطريات لا تصيب النباتات ، ولا ضرر منها ، ولكن غزوها لمخاليط الزراعة المعقمة يؤكد حقيقة سهولة تكاثر أى من الكائنات الدقيقة فى غياب المنافسة من الكائنات الدقيقة الأخرى (Baker & Roistacher ١٩٥٧ ، Nelson ١٩٨٥) .

١٣ – ٣ : التعقيم بالمبيدات

١٣ – ٣ – ١ : التعقيم بالفورمالدهيد

يستخدم الفورمالدهيد Formaldehyde فى تعقيم مخاليط التربة بمعدل ٢,٥ ملعقة كبيرة فى كوب ماء لكل بوشل (٣٠ لتر تقريبًا) من مخلوط التربة . ويجب ألا تقل درجة حرارة مخلوط التربة عن ١٣°م ، وأن يحاط المخلوط بالبلاستيك أثناء المعاملة .

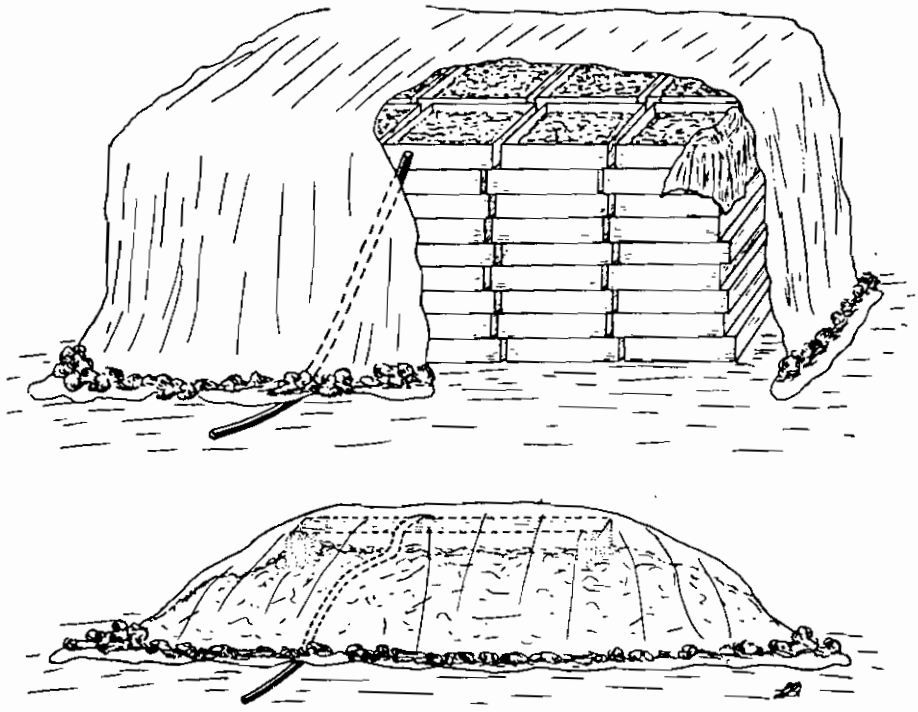
كما يستخدم الفورمالدهيد فى تعقيم أوعية نمو النباتات بعد تخفيفه إلى تركيز ٥٪. تغمر الأوعية والأدوات المراد تعقيمها فى المحلول المخفف ، ثم تصفى منه ، وتترك تحت غطاء بلاستيكى لمدة ٢٤ ساعة ، ثم تكشف وترش بالماء عدة مرات إلى أن تختفى رائحة الفورمالدهيد . ويستغرق ذلك ٤ أيام . وللتأكد من أن الأوعية المعاملة قد أصبحت صالحة للزراعة يمكن ترك إحداها فى كيس بلاستيكى مغلق لمدة ٢٤ ساعة ، ثم يكشف عن الرائحة .

كذلك يستخدم الفورمالدهيد المخفف فى تعقيم تربة الحقل بعد تجهيزها . وتتم المعاملة برش المحلول على سطح التربة بمعدل ٢quart/قدم٢ (أو حوالى ٢٠ لتر/ م٢) ، ثم تغطى التربة المعاملة بالبلاستيك لمدة يوم أو يومين ، وبعد ذلك يرفع الغطاء ، وتترك مهواة لمدة ١٠ – ١٤ يومًا قبل استعمالها فى الزراعة .

ويراعى عند المعاملة بالفورمالدهيد استعمال قفازات بلاستيكية ، وألا تجرى المعاملة فى أماكن بها نباتات ، وأن تظل الأحواض الخشبية المعاملة مبتلة إلى أن تختفى منها رائحة الفورمالدهيد تمامًا (Minges وآخرون ١٩٧١) .

١٣ – ٣ – ٢ : التعقيم ببروميد الميثايل

يتوفر بروميد الميثايل Methyl Bromide فى حالة سائلة تحت ضغط إما فى عبوات صغيرة زنة رطل ، أو أنابيب كبيرة ، مثل أنابيب البوتاجاز . يتبخر هذا السائل ويغلى عند درجة حرارة ٤,٤°م بمجرد فتح غطاء العبوة . ولكى يتم التعقيم بصورة جيدة فإنه يلزم منظم خاص ينتقل بواسطته الغاز من العلب المعدنية عبر خراطيم بلاستيكية إلى التربة أو الأدوات التى تغطى جيدًا بغطاء من البلاستيك (شكل ١٣ – ٢) (Banadyga & Wells ١٩٦٢ ، Munnecke ١٩٥٧)



شكل ١٣ – ٢ : تعقيم مخاليط الزراعة وأوعية نمو النباتات ببروميد الميثايل . يلاحظ وجود مسافات بين الأحواض المتراصة حتى يتخلل الغاز بينها بصورة جيدة ، كما يوضع التراب حول حافة الغطاء البلاستيكى لإحكام غلقه . يلاحظ أيضًا أن فوهة الخرطوم الناقل لبروميد الميثايل تكون فى منتصف الكومة من أعلى (عن Munnecke ١٩٥٧) .

يستخدم بروميد الميثايل بمعدل رطل لكل ياردة مكعبة من مخلوط الزراعة (أو نحو ٦٠٠ جم لكل متر مكعب) . يترك مخلوط التربة معرضًا للغاز تحت الغطاء لمدة يوم على الأقل فى درجة حرارة ١٥°م أو أعلى من ذلك أو لمدة يومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . ولا تجب المعاملة فى درجة حرارة أقل من ذلك . وبعد المعاملة يترك المخلوط بدون غطاء لمدة يوم على الأقل فى الجو الدافىء ، ويومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . وبعد ذلك يمكن تداوله ، كما يمكن زراعة البذور بعد ٣ أيام من التهوية ، لكن يجب عدم زراعة العقل والشتلات وغيرها من الأجزاء الخضرية قبل ٧ – ١٠ أيام من التهوية .

ولا يجب استخدام بروميد الميثايل فى الصوبات التى توجد بها نباتات نامية ، إلا إذا توفرت بها تهوية جيدة .

وعند تعقيم الأرض يجب حرثها جيدًا أولًا لعمق ٣٠ سم ، وهو العمق الذى تنمو فيه معظم الجذور ، وتنتشر فيه الآفات ، ثم تروى وتترك حتى تصل رطوبتها إلى نحو ٥٠٪ من السعة الحقلية ، أى حتى تصبح مستحرثة ، وحينئذ تعامل بالمبيد .

وفى حالة تعقيم مساحات كبيرة من الأرض ، سواء فى الحقل أو فى البيوت المحمية (الصوبات) ، فإنه يلزم التحكم فى عملية التعقيم .. فتُعلّق أولًا أنبوبة الغاز من ميزان زنبركى ، حتى يمكن معرفة كمية الغاز المنطلقة ، وبذلك يمكن التحكم فى الكمية المستخدمة فى المساحات المراد تعقيمها .

ويتم توصيل الغاز إلى التربة عبر أنابيب بلاستيكية بقطر نحو ٤ سم بها ثقوب متقابلة بقطر ١ ملليمتر تقريبًا كل حوالى ٢٠ سم . تمد هذه الأنابيب على سطح التربة المراد تعقيمها . وعند التعقيم يتم توصيلها بأنبوب الغاز الرئيسى . ويتم عادة مد أنابيب التعقيم البلاستيكية لطول ٥٠ متر ، وعلى بعد ١٠٠ سم من بعضها البعض ، وبذلك فإن كل أنبوب بلاستيكى يعقم شريط من الأرض مساحته ٥٠ م٢ (١ × ٥٠ م) . والعادة هى السماح للغاز بالانطلاق فى خطين من الأنابيب البلاستيكية فى المرة الواحدة ، وبذلك يعقم فى كل مرة ١٠٠ متر مربع من الأرض ، ويستخدم لذلك ٧ – ١٠ كجم من المبيد .

هذا .. وتغطى كل المساحة المراد تعقيمها بشرائح بلاستيكية شفافة بعرض ٤ م تطوى حوافها على بعضها البعض ، مع إضافة التربة بين البلاستيك عند طى الأطراف لمنع تسرب الغاز (شكل ١٣ – ٣) .

ويراعى عند التعقيم ألا تقل درجة حرارة التربة عن ٢٠°م ، كما يجب تسخين الغاز بإمراره أولًا خلال أنابيب فى جهاز خاص ، حيث يتعرض الغاز لدرجة حرارة ١١٠°م ، ومع خروجه من الجهاز تكون حرارته قد وصلت إلى نحو ٨٠°م ، ومع وصوله عبر الخراطيم إلى التربة المراد تعقيمها تكون حرارته قد انخفضت إلى ما يقرب من ٢٠°م .

يترك الغطاء على المساحة المعاملة لمدة يوم أو يومين (يومين فى درجة حرارة ١٠°م ، ويوم واحد فى درجة حرارة ٢٠°م) ، ثم يرفع ويسمح بالتهوية الجيدة لمدة ثلاثة أيام ، ثم يبدأ فى إعداد الأرض للزراعة ، على ألا تزرع قبل أسبوع من انتهاء عملية التهوية .

ونظرًا لأن بروميد الميثايل غاز شديد السمية وعديم الرائحة ، فإنه يخلط بالكلوروبكرن بنسبة ضئيلة ، حتى يمكن التنبه إلى رائحة الغاز فى حالة تسربه .

ويؤدى التعقيم ببروميد الميثايل إلى قتل بذور الحشائش ، والنيماتودا ، ومعظم الفطريات ، والبكتريا ، والحشرات التى توجد فى التربة .

١٣ - ٣ - ٣ : التعقيم بالكلوروبكرن

يستعمل الكلوروبكرن Chloropecrin فى تعقيم مخاليط التربة بمعدل ٥ مل لكل قدم٣ من مخلوط الزراعة (حوالى ١٨٥ مل لكل متر مكعب من مخلوط التربة) ، أو نحو ٣٥ مل لكل متر مسطح من الأرض . ويجب ألا تقل درجة حرارة مخلوط التربة أثناء المعاملة عن١٣٠°م ، كما يجب أن يمر أسبوعان بعد المعاملة قبل استخدام التربة فى الزراعة .

كما يمكن استعمال الكلوربكرن فى تعقيم تربة الحقل أو البيوت المحمية بعد إعدادها للزراعة ، وذلك بمعدل ٢٠٠ لتر للفدان ، حيث يعطى ٣ مل من المبيد فى كل حفنة على أبعاد ٢٥ × ٢٥ سم . ويجب رى الأرض بعد المعاملة مباشرة ، حتى لا يتسرب المبيد . كما تفضل تغطية المساحة المعاملة ، على أن يرفع الغطاء بعد ٣ - ٤ أيام ، وتترك لمدة ٧ - ١٠ أيام حتى يتم التخلص من كل آثار المبيد قبل زراعة البذور ، لأن الكلوربكرن سام للنباتات ، سواء أوَصَلَها عن طريق الجذور أم عن طريق الهواء .

ويفيد الكلوروبكرن فى التخلص من الحشرات ، والنيماتودا ، وبذور الحشائش ، وكل الفطريات ، ما عدا القليل المقاوم منها ، إلا أنه مرتفع الثمن ، ويسبب مضايقات للقائمين باستعماله (Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

وقد وجد أن التعقيم بالكلوروبكرن يؤدى إلى تحسين النمو بعد المعاملة ، حتى فى غياب مسببات الأمراض . كما لوحظ أن تعداد البكتريا يرتفع فى التربة المعاملة إلى ٢ - ٣ أضعاف التعداد العادى فى التربة غير المعاملة لمدة مائة يوم بعد المعاملة ، ويصاحب ذلك تيسر النيتروجين من المادة العضوية فى التربة بمقدار $\frac{1}{4}$ ١ - ٢ ضعف معدل التيسر فى التربة غير المعاملة (Bravenboer ١٩٥٥) .

١٣ – ٣ – ٤ : التعقيم بالسيستان

السيستان Sistan مبيد سائل يستخدم فى تعقيم أرض البيوت المحمية والأوعية ومخاليط التربة المستخدمة فى المشاتل ، كما يستخدم أيضًا فى تعقيم الحقول المكشوفة . وعند المعاملة يتحلل السيستان فى التربة ؛ وينطلق منه المركب الفعال ، وهو methyl isothiocyanate .

ويتميز السيستان بفعاليته ضد العديد من الآفات ، منها : النيماتودا ، وفطريات التربة ، وبعض الآفات الحيوانية ، والعديد من الحشائش الحولية ، كما يؤدى إلى زيادة فى الأزوت الميسر بالتربة .

ويجب ألا يستخدم المبيد إذا كانت درجة حرارة التربة أقل من ٧°م ، ويحسن ألا تقل عن ١٠°م .

وقد يستخدم فى تعقيم أرض الصوبات إما مع ماء الرى (بمعدل ١,٢ لتر فى ١٢٠ لتر ماء/ ١٠م٢) ، أو بالحقن على عمق ٢٠ سم على مسافات ٣٠ سم (بمعدل ١,٢ لتر/ ١٠م٢) .

هذا .. ويجب أن تمر ٧ أسابيع بين المعاملة والزراعة ، حيث تقفل الصوبة أو يحكم غطاء بلاستيكى على التربة لمدة أسبوعين بعد المعاملة ، ثم تحرث التربة جيدًا لعمق ٣٠ سم ، وتترك لمدة ٢ – ٣ أسابيع أخرى ، مع فتح منافذ التهوية ، ثم تحرث التربة مرة ثانية ، وتترك بحالتها لمدة أسبوعين آخرين . ولا يجب إعداد الأرض للزراعة قبل مرور خمسة أسابيع من أول حرثة بعد المعاملة . وفى حالة المعاملة عند ارتفاع درجة الحرارة يجب رش سطح التربة بالماء على فترات بعد المعاملة (نشرة المبيد ، شركة Unicrop) .

١٣ – ٣ – ٥ : التعقيم بالبازاميد

البازاميد Basamid مبيد يستخدم فى تعقيم التربة ، وهو حبيبى granular ، ويحتوى على ٩٨٪ دازوميت Dazomet .

والبازاميد فعال ضد النيماتودا وفطريات وحشرات التربة والحشائش النابتة . ويستخدم فى تعقيم الصوبات والمشاتل ، وأوعية الزراعة ، ومخاليط التربة .

عند المعاملة تنعم التربة جيدًا وترش بقليل من الماء ، ثم ينثر المبيد على سطح التربة ، ثم يثار سطح التربة بالعزيق السطحى ، أو ترش بالماء ، أو تغطى بالبلاستيك ، ثم تترك لمدة ٥ – ٧ أيام ، تحرث بعدها التربة وتهوى .

هذا .. ويجب ألا تقل درجة حرارة التربة أثناء المعاملة عن ٦°م ، وإلا تسرب المبيد بعمق فى التربة ، مهددًا أضرارًا بالنباتات بعد ذلك . وإذا كانت درجة حرارة التربة شديدة الارتفاع قلت فعالية المبيد ، نظرًا لسرعة تبخره فى الهواء الخارجى .

هذا .. ويستخدم البازاميد بمعدل يتراوح من ٤٠ – ٦٠ حم/م٢ من سطح الأرض . (نشرة المبيد ، شركة BASF) .

١٣ – ٣ – ٦ : التعقيم بمبيدات أخرى

١ الفابام Vapam :

يستخدم الفابام فى التخلص من النيماتودا ومعظم الحشائش والفطريات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . ويجب الرى بعد المعاملة مباشرة والانتظار لمدة ٢ – ٣ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة .

٢ – الدى دى D-D :

يستخدم الدى دى فى التخلص من النيماتودا والحشرات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . وتعامل به التربة بمعدل ٢٠٠ – ٣٧٥ لتر/ هكتار . ويجب الانتظار لمدة ٢ – ٤ أسابيع بعد المعاملة . وهو سام للنباتات .

٣ – الفورلكس Vorlex :

يستخدم الفورلكس فى التخلص من النيماتودا والحشائش والفطريات ، ولا يجوز استخدامه إلّا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . ويجب الانتظار لمدة ٢ – ٤ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة . وهو سام للنباتات . وتجب تغطية الأرض بالبلاستيك عقب المعاملة .

٤ – التمك Temik .

٥ – الفايدات Vydate

كلاهما يستخدم فى التخلص من النيماتودا وبعض الحشائش والفطريات ولا يجوز استخدامهما إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠° م على الأقل (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

وبصورة عامة .. فإن كل المبيدات التى تستخدم فى تعقيم التربة تعتبر سامة جدًّا للنباتات ، ويجب عدم الزراعة فى التربة المعاملة إلا بعد انقضاء فترة كافية للتخلص من كل آثار المبيد . وتتوقف هذه الفترة على المبيد ، ودرجة الحرارة ، والرطوبة الأرضية ، وقوام التربة . وتقل المدة عند ارتفاع درجة الحرارة ، وعند اعتدال الرطوبة الأرضية ، لأن المبيد قد لا يتسرب بسهولة من التربة الزائدة الرطوبة .

وتجب المحافظة على التربة المعقمة من التلوث بعد التعقيم ، لأن الفطريات التى تلوث التربة تكون أكثر ضراوة فى التربة المعقمة ، عنها فى التربة غير المعقمة لغياب الكائنات المنافسة .

١٣ - ٤ : المراجـــع

عرقاوى ، نبيل (١٩٨٤) . البيوت البلاستيكية الزراعية وإنتاج الخضار والأزهار والفاكهة . المطبعة التعاونية ، دمشق - ١٩١ صفحة .

Baker, K.F. (Ed.). 1957. The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta., Ext. Serv, Manual 23. 332p.

Baker, K.F. and C.N. Roistacher. 1957. Heat treatment of soil. In K.F. Baker (Ed.)- 'The U.C. System for Producing Healthy Container-grown plants'; pp. 123-137. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.

Banadyga, A.A. and J.C. Wells. 1962. Vegetable plant production for commercial growers. N.C. Agr. Ext. Serv. Ext. Circ. No. 231. 18p.

Bravenbocr, L. 1955. Soil disinfection with fumigants in glasshouse tomatoes. Rep. of the 14th Int. Hort. Cong., Netherlands; p. 641-646

Fletcher, J.T. 1984. Diseases of greenhouse plants. Longman, London. 351p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Hartz, T.K., C.R. Bogle and B. Villalon. 1985. Response of pepper and muskmelon to row solarization. HortScience 20: 699-701.

Jacobsohn, R., A. Greenberger, J. Katan, M. Levi and H.Alon. 1980. Control of Egyptian broomrape **(Orobanche aegyptiaca)** and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching weed Sci. 28: 312-316.

Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soils for discase control: studies and prospects. Plant Disease 64: 450-454

Lawrence, W.J.C. 1956. Soil sterilization.George Allen & Unwin Ltd., London. 171 p.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard, 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, N.Y. 629 p.

Minges, P.A., A.A. Muka, A.F. Sherf and R.F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations. Cornell Univ. 36p.

Munnecke, D.E. 1957. Chemical treatment of nursery soils. In K.F. Baker (Ed). 'The U.C. System for producing healthy container-grown plants, pp. 197-209. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Agr. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.

Nelson, P.V. 1958. (3rd ed.). Geenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia 598kp.