

## التعقيم الشمسي للتربة الزراعية في البيوت المحمية

### مقدمة

من المتوقع دخول مسببات الآفات والأمراض النباتية الى جميع الأراضي الزراعية سواء تحت ظروف الزراعة المحمية أو الحقول المفتوحة ، عاجلا أم آجلا. الا انه في حالة الزراعة المحمية التي يتوفر فيها ظروف مناخية مناسبة، تتزايد أعداد الآفة بسرعة وبالتالي يتفاقم ضررها وبخاصة



عند استمرار زراعة البيت المحمي بمحصول واحد أو عدد محدود من المحاصيل تنتمي لعائلة نباتية واحدة. تقطن التربة في دول شبه الجزيرة العربية أعداد كبيرة من ممرضات النبات منها الفطريات مثل بعض أنواع الفيوزاريوم (شكل ١) Fusarium Spp., Rhizoctonia Spp., Verticillium Spp., Pythium Spp. ومنها بعض أنواع نيماتودا النبات وبخاصة نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne (شكل ٢، ٣) وأخرى أيضا تنتمي إلى آفات بكتيرية أو حشرية أو تتضمن بذور الأعشاب الضارة والنبات الزهرية المتطفلة وبعض أنواع الحلم. وتشكل هذه الآفات بمجملها تهديدا حقيقيا ومستمرًا لمحاصيل البيوت المحمية وبخاصة إذا لم تتم مكافحتها بالأساليب والنظم المناسبة والفعالة.

شكل رقم ١: نباتات الشمام المصابة بالفيوزاريوم  
تذبل وتموت قبيل نضوج الثمار

جرت العادة في اغلب بلدان العالم على مكافحة آفات التربة باستعمال عدد من الممارسات وكان غاز بروميد الميثايل الأكثر استعمالا وشيوعا وهو أيضا الأكثر كفاءة من سواه .



شكل رقم ٢: نباتات  
الطماطم أصيبت جذورها  
بشدة بنيماتودا تعقد  
الجذور



شكل رقم ٣: جذور نبات طماطم مثقل بالعقد الجذرية وخال تماما من الجذور الشعرية

إلا أن استعمال هذا الغاز لأغراض تعقيم التربة الزراعية سيتوقف في موعد لا يتعدى عام ٢٠١٥ م بسبب تأثيراته السلبية في البيئة وعلى الإنسان (شكل ٤، ٥) وعليه، شرعت الجهات البحثية في أنحاء مختلفة من العالم بالعمل على إيجاد البديل المناسب لهذا الغاز.

ورغم من أن البديل المنتظر لم ير النور بعد، إلا أن أحد البدائل وهو " التعقيم الشمسي للتربة

الزراعية" كان ذا صدق واسع واستجابة في البلدان التي تتوفر فيها الطاقة الشمسية المناسبة بالإضافة إلى توافر عدد من الشروط الأخرى اللازمة لنجاح استعماله. وفي منطقة الشرق الأوسط، بدأت منذ حوالي عشرين عاما تجارب مكثفة في عدد من البلدان خاصة الأردن، لاستكشاف إمكانيات وفعالية التعقيم الشمسي. وسرعان ما تبين بأنها طريقة واعدة وانتقلت بسرعة من مرحلة التجارب إلى المعاملة في الحقول والبيوت الزجاجية والبلاستيكية. ففي الأردن تم استبدال بروميد الميثايل بالتعقيم الشمسي في أكثر من ٨٠% من البيوت البلاستيكية. هذا بالإضافة إلى أكثر من ثلاثين ألف دونم مزروعة بالخضراوات في الحقول المفتوحة في غور الأردن يتم تعقيمها شمسيا. مثل هذا الاهتمام بدأ أيضا في عدد من البلدان العربية الأخرى منها دول شبه الجزيرة العربية.



شكل رقم ٤ و٥: غاز بروميد الميثايل الأكثر شيوعا لمكافحة آفات التربة في البيوت المحمية. لبروميد الميثايل سلبيات بيئية وصحية أدت لاستصدار قرارات دولية بوقف استعماله لأغراض تعقيم التربة.

يرجع السبب في الاهتمام بطريقة التعقيم الشمسي للتربة الزراعية إلى كونها آمنة، غير كيميائية وغير ملوثة للبيئة وهي سهلة، قليلة التكاليف بالإضافة إلى أنها فعالة في مكافحة الآفات بدرجة مماثلة لغاز بروميد الميثايل. وبالإضافة إلى ذلك فإن لها تأثيرات إيجابية متعددة، كيميائية وحيوية، وفيزيائية، تمثل بمجموعها عناصر مكافحة متكاملة لآفات التربة الزراعية.

## تعريف التعقيم الشمسي للتربة الزراعية

يعرف التعقيم الشمسي بأنه عبارة عن تسخين التربة بالإشعاعات الشمسية ، وذلك بتغطية التربة الرطبة بإحكام بشرائح بلاستيكية قبل موعد الزراعة بحوالي ٤-٦ أسابيع خلال اشهر الصيف الحارة. مما يؤدي إلى قتل أو إضعاف حيوية مسببات الآفات في التربة.

### العناصر الأساسية للتعقيم الشمسي في البيوت المحمية

#### ١. الغطاء البلاستيكي

تستعمل شرائح البلاستيك (البولي إيثيلين) الشفاف ذات السمك ٦٠-٨٠ ميكرون لتسخين التربة، حيث انها منفذة للإشعاعات الشمسية وممانعة لهروب الحرارة من التربة. ويراعي استخدام البلاستيك (البولي إيثيلين) المضاف اليه مواد مقوية لمنع تشققه في الحقل نتيجة الحرارة العالية والأشعة فوق بنفسجية ( شكل ٦). ويتوفر في الأسواق حالياً ما يسمى بالبلاستيك الحراري. وهذا يتميز برفع حرارة التربة لدرجات أعلى من الأنواع الأخرى، ويمكننا من تقليل مدة التعقيم الشمسي. وقد استعمل البلاستيك الأسود في وادي الأردن وأعطت التغطية به لمدة شهرين أثناء الصيف نتائج مماثلة لتلك المتحصل عليها باستخدام البلاستيك الشفاف.



شكل رقم ٦ : يجب استخدام البلاستيك (البولي إيثيلين) المضاف اليه مواد مقوية لمنع تشققه في الحقل نتيجة الحرارة العالية والأشعة فوق بنفسجية

#### ٢. رطوبة التربة

قبل التغطية بالبلاستيك يجب أن تكون التربة رطبة بدرجة كافية، وهذه تعمل على زيادة حساسية الأحياء المستهدفة للحرارة وتحسين التوصيل الحراري في التربة وتوفر البيئة المناسبة للنشاط البيولوجي للأحياء الدقيقة الممرضة فتصبح أكثر عرضاً للتأثيرات القاتلة لحرارة التربة العالية.

#### ٣. حرارة التربة

في الأردن، تصل درجة الحرارة إلى ما يزيد قليلاً على ٥٠ درجة مئوية على عمق ١٠-١٥ سم وحوالي ٣٨ درجة مئوية على عمق ٣٠ سم. وهذه كافية لنجاح عملية التعقيم الشمسي خلال ٤-٦ أسابيع . ومن المنتظر أن تكون الحرارة في معظم دول شبه الجزيرة العربية مماثلة أو أعلى من الحرارة المشار إليها، وعليه ربما تكون المدة اللازمة لتعقيم التربة أقصر مما هي عليه في وادي الأردن.

### خطوات التعقيم الشمسي

تتم عملية التعقيم الشمسي فيما بين شهري يونيو وأغسطس (حزيران وآب)، وربما كان أكثرها فعالية عندما تجرى بين منتصف يونيو (حزيران) ونهاية يوليو (تموز)، فيما تزداد الفعالية كلما طالت فترة التعقيم الشمسي.

### تحضير التربة للتعقيم الشمسي

يتم تحضير التربة بإتباع الخطوات نفسها التي يقوم بها المزارع عند تحضير الأرض للزراعة على النحو التالي:

١. تنظيف التربة جيدا من بقايا المحصول السابق، خاصة الجذور.
٢. توزيع السماد العضوي جيدا على سطح التربة. ويكون ذلك بالحجم أو الوزن المقرر ووفقا لنوع السماد المستعمل.
٣. ري التربة ريا ثقيلًا ليصل لعمق ٦٠-٧٠ سم، سواء بالري السطحي أو الرش.
٤. حراثة التربة حراثة عميقة عندما تصبح مستحثة أي محتواها الرطوبي مناسبًا (شكل رقم ٧).



شكل رقم ٨: تفرم التربة و يكسر الكدر باستخدام الروتوفيتير

شكل رقم ٧: تحرث التربة حراثة عميقة عندما تصبح مستحثة

٥. فرم وتنعيم وتسوية التربة وذلك باستخدام روتوفيتير (شكل ٨ و ٩). تعتبر هذه العملية مهمة جدا وذلك لعدم ترك الكدر أو الحجارة على سطح التربة وكذلك لإزالة أية بقايا نباتية قد تعمل على رفع شرائح البلاستيك أو ثقبها، (شكل ١٠) مما يقلل من كفاءة التعقيم الشمسي.



شكل رقم ١٠: في حالة حدوث ثقبوب بالبلاستيك لأي سبب كان، يجب إغلاقها بأشرطة لاصقة



شكل رقم ٩: تسوية التربة تمهيدا لتعقيمها



### التعقيم الشمسي لمساحة البيت بالكامل باستعمال البلاستيك الشفاف

يتم ذلك على النحو التالي:

- ❖ تمديد خطوط الري فوق سطح التربة ( شكل ١١ ) على طول البيت البلاستيكي، وبحيث تكون المسافة بينها حوالي ٥٠-٧٥ سم لضمان توزيع مياه الري توزيعاً جيداً أثناء فترة التعقيم الشمسي. كما يراعى فحص جميع النقاطات على أنابيب الري والتأكد من صلاحيتها قبل التغطية بالبلاستيك.



شكل رقم ١١: قبل تغطية التربة بالبلاستيك  
يجرى مد خطوط الري بالتنقيط

- ❖ تغطية التربة بالبلاستيك: في حالة البيوت البلاستيكية يفضل إجراء تغطية كامل مساحة البيت بشريحة واحدة (شكل ١٢ و ١٣). يتم ذلك بفتح أتلانم أو أحاديدي في التربة تحيط بجوانب وأبواب البيت المحمي، ثم تقرد شريحة البلاستيك وتوضع أطرافها في الاتلام وتثبت بتغطيتها بالتراب بعد شد البلاستيك بشكل مناسب بحيث يكون ملاصقاً تماماً لسطح التربة. يراعى وضع أحزمة من التراب على عرض البلاستيك في مكانين على الأقل لمنع قلعه بفعل الرياح الشديدة.



شكل رقم ١٢: تغطية  
كامل مساحة البيت  
بشريحة بلاستيك واحدة  
وتثبيت جوانبها جيداً في  
التربة

بعد إجراء عملية التغطية بالبلاستيك يتم ري التربة رياً غزيراً وذلك لتوفير الرطوبة اللازمة لنجاح عملية التعقيم الشمسي. بعد ذلك يجرى ري التربة بفتح أنابيب الري لمدة ٣-٤ ساعات مرة كل أسبوع طيلة فترة التعقيم الشمسي.



- ❖ في نهاية فترة التعقيم يزال البلاستيك ويطوى ويخزن لاستعماله في المواسم القادمة.
- ❖ إعداد التربة المعقمة للزراعة:

شكل رقم ١٣: منظر شامل لمزرعة في غور الأردن  
عقمت تربة جميع بيوتها بالطاقة الشمسية

١. بعد الانتهاء من عملية التعقيم الشمسي، يتم بناء المصاطب (شكل ١٤) على الأبعاد والارتفاع المقرر (ولكن دون حراثة التربة) ويراعى عدم الوصول إلى التربة العميقة التي قد لا تكون تأثرت بدرجة كافية بالتعقيم الشمسي.



شكل رقم ١٤: إنشاء المصاطب في تربة بيت بلاستيكي عقت تربةها شمسيا

٢. ومن ثم يعاد ترتيب خرطوم الري على المصاطب حسب ما هو مقرر (شكل ١٥).



شكل رقم ١٥: مد خطوط الري فوق المصاطب المعقمة شمسيا

٣. تفرد شرائح البلاستيك الأسود الطولية (الملش) فوق المصاطب (شكل ١٦) ويتم عمل فتحات الزراعة ان لم تكن جاهزة في البلاستيك ثم تتم زراعة الاشتال أو البذور فيها.



شكل رقم ١٦: فرد و تثبيت بلاستيك الملش فوق مصاطب التربة المعقمة. يلاحظ وجود فتحات الزراعة في الملش

## التعقيم الشمسي لخطوط الزراعة فقط باستعمال البلاستيك الأسود

١. يتم تحضير التربة للتعقيم الشمسي باتباع الخطوات المشار إليها سابقا
٢. يتم بناء المصاطب وفق الأبعاد والارتفاع المقرر، وتمديد خطوط الري.
٣. تقرد شرائح البلاستيك الأسود الغير مثقبة على طول مصاطب الزراعة ثم توضع أطرافها في أتلام تحفر على جوانب المصاطب وتثبت بالتراب ( شكل ١٧) ويكون عرض البلاستيك حوالي ١,٥ متر وبسماكة ٦٠-٨٠ ميكرون.



شكل رقم ١٧: استعمال  
البلاستيك الأسود في تعقيم  
تربة خطوط الزراعة  
(المصاطب) في البيوت  
البلاستيكية

٤. بعد التغطية، تروى التربة ربا غزيرا وذلك لتوفير الرطوبة اللازمة لنجاح عملية التعقيم الشمسي. يجب ان يستمر رى التربة طيلة فترة التعقيم الشمسي وذلك بفتح أنابيب الري لمدة ٣-٤ ساعات مرة كل أسبوع.
٥. في نهاية فترة التعقيم الشمسي، أي بعد حوالي شهرين من التغطية ، يبقى الغطاء البلاستيكي في مكانه ويتم تنقيب البلاستيك لعمل فتحات للزراعة على المسافات المناسبة للمحصول الذي سيتم زراعته وتجري الزراعة فيها بعد ٣-٥ أيام من التنقيب. ويعمل البلاستيك الأسود في هذه المرحلة كالمش الأسود العادي (Black mulch).



شكل رقم ١٩: نباتات فلفل تنمو في تربة غير معقمة.  
لاحظ موت النباتات و تتبوع الزراعة (الترفيغ)



شكل رقم ١٨: نباتات فلفل تنمو في تربة  
معقمة شمسيا

## لمزيد من المعلومات يمكن الإطلاع على المراجع التالية:

١. أبو غربية، وليد. ١٩٩٤. نيماتودا تعقد الجذور في الاردن: دراسات حول أنواعها و نشاطاتها الحيوية و مكافحتها. من منشورات الجامعة الأردنية. الطبعة الثانية. ١٠٠ صفحة.
٢. المومني، احمد، وليد ابو غربية و حلمي صالح، اثر تعقيم التربة بالطاقة الشمسية على فطر الاندومايكورايزا النافع *Glomus mosseae* وفطر الفيوزاريوم. دراسات ( الجامعة الأردنية)، ١٥ : ٨٥-٩٥، ١٩٨٨.
٣. سلامي، سميرة وماجدة لوبي. مكافحة نيماتودا تعقد الجذور عن طريق التعقيم الشمسي للتربة في الطماطم. المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات. عمان، الأردن. ٢٠٠٠. الجمعية العربية لوقاية النبات.
٤. عماتي، محمد، ماريا لودوفيكيا واحمد الحمروشي. استعمال تبخير التربة بالكيمويات إضافة الى تعقيمها سمشياً كبديل لتعقيم التربة ببروميد الميثايل في المغرب. المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات. عمان، الأردن. ٢٠٠٠. الجمعية العربية لوقاية النبات.
٥. أبو غربية، وليد. ٢٠٠٠. التطبيقات العملية للتعقيم الشمسي للتربة الزراعية. اجتماع الخبراء الاستشاريين للإدارة المتكاملة للإنتاج والوقاية للزراعة المحمية في شبه الجزيرة العربية. دبي، الإمارات العربية المتحدة، أكتوبر ٢٠٠٠. برنامج شبه الجزيرة العربية، ايكاردا.
6. Abu- Gharbieh, W.I. 1998. Pre-and post-plant soil solarization. pp 15-34. In: Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pests. FAO Plant Production and Protection Paper (147).pp 657.
7. Abu-Gharbieh, W.I.,H. Saleh and H. Abu-Blan. 1991. Use of black plastic for soil solarization and post – plant mulching. pp 229-237. In: Soil Solarization, FAO Plant Production and Protection Paper (109). pp 396.
8. Abu- Gharbieh, W.I.,H. Saleh and L. Al- Banna.1991. Application of solar –heated water for soil solarization. pp 69-77. In: Soil Solarization, FAO Plant Production and Protection Paper (109). pp 396.
9. Al- As'ad, M.A. and W.I. Abu-Gharbieh. 1991. Low- cost soil solarization using pre-plant plastic cover. DIRASAT. University of Jordan Agriculture Studies, 16: 28 –31.
10. Khalailah, Raida. 1988. Effect of soil solarization using different thicknesses of transparent polyethylene on cucumber grown in plastic houses in the Jordan Valley. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Jordan. pp 119.
11. Stapleton, J.J.1991. Soil solarization in tropical agriculture for pre- and post- plant applications. pp 220-228. In: Soil Solarization. FAO Plant Production and Protection Paper (109). pp 396.
12. Stapleton, J.J.1998. Integrated management of Soilborne pests for greenhouses in arid, hot climates. In: Protected Agriculture in the Arabian Peninsula. Proceedings of International workshop. ICARDA