

ضد عفونی خاک بستر گلخانه به روش آفتاب‌دهی تابستانه

مهدی آزادوار*

بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.

پست الکترونیک نویسنده ی مسئول: mehdiazadvar@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۱۲

چکیده

آفتاب‌دهی، یکی از روش‌های کارآمد ضد عفونی خاک بر پایه استفاده از انرژی گرمایی خورشید است. در این روش، پوشش پلی‌اتیلنی شفاف و نازکی که روی سطح خاک مرطوب گسترده می‌شود بخشی از اشعه خورشید را به دام انداخته و در نتیجه با افزایش دمای زیر پوشش پلاستیک، سبب مرگ و یا کاهش جمعیت آفات و بیمارگرهای خاکزی و بذور علف‌های هرز می‌شود. عملیات آفتاب‌دهی خاک بایستی در گرم‌ترین روزهای سال و حداقل به مدت ۴۵ روز انجام گیرد. افزودن کود مرغی یا دامی نپوسیده، کمپوست، کود سبز و بقایای گیاهی یا کود شیمیایی از ته باعث افزایش کارایی این روش می‌شود. آفتاب‌دهی علاوه بر کاهش جمعیت عوامل خسارت‌زا، باعث افزایش جمعیت موجودات مفید خاک و در نتیجه بهبود شرایط رشدی و افزایش کمیت و کیفیت محصول می‌شود. این روش با محیط زیست سازگار بوده و قابلیت استفاده در برنامه‌های تولید محصول سالم و مدیریت تلفیقی آفات در گلخانه‌ها را دارد. آفتاب‌دهی تابستانه خاک بستر گلخانه در کاهش هزینه‌های کنترل عوامل خسارت‌زا در طول فصل زراعی بسیار مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: انرژی خورشیدی، بیمارگر، کنترل غیرشیمیایی

مقدمه

مفید و بر هم زدن تعادل بیولوژیک خاک، هزینه بالا، کاربردی نبودن و یا عدم سازگاری با برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات^۲ با اقبال چندانی مواجه نشد (دای و همکاران^۳، ۲۰۱۶). آفتاب‌دهی خاک^۴، یکی از روش‌های مفید و کاربردی است که با بهره‌گیری از انرژی گرمایی خورشید، صرف هزینه کمتر در مقایسه با سایر روش‌ها، اجرای آسان و بدون آسیب رساندن به موجودات زنده مفید، خاک را ضدعفونی می‌کند (دوای و همکاران^۵، ۱۹۹۱).

مفهوم آفتاب‌دهی خاک

آفتاب‌دهی خاک، به عبارت ساده به معنی پوشش دادن خاک مرطوب با پلی‌اتیلن شفاف و نازک در طی فصل گرم است. اساس این روش ایجاد اثر گلخانه‌ای از طریق به دام انداختن انرژی گرمایی خورشید به کمک پلاستیک‌های پلی‌اتیلنی شفاف است (شکل ۱). افزایش دمای خاک، وجود رطوبت زیاد و هم‌چنین تولید برخی گازهای سمی، سبب از بین رفتن میکروارگانیسم‌های مضر خاک می‌شود (گاملیل و کاتان^۶، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲).

از نظر بیولوژیکی و فن‌آوری بین آفتاب‌دهی و گرمادهی مصنوعی خاک (با حرارت مستقیم، آب داغ یا

خاک سالم، یکی از عوامل مهمی است که با تأمین و تسهیل جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و کاهش میزان خسارت آفات و بیماری‌ها باعث افزایش کمیت و کیفیت محصول و هم‌چنین کاهش هزینه‌های تولید در گلخانه‌های جالیزی می‌شود. عدم امکان اجرای آیش و تناوب و تک‌کشتی بودن از یک‌سو و استفاده مستمر از کودهای حیوانی و دامی از سوی دیگر منجر به افزایش سالانه بیمارگرها و آفات خاکزی و برخی علف‌های هرز در خاک بستر گلخانه می‌شود. بسیاری از عوامل خسارت‌زای گیاهان گلخانه‌ای، شرایط نامساعد زمستان یا تابستان را در خاک بستر کشت سپری می‌کنند. کنترل این عوامل در طی فصل زراعی بسیار هزینه‌بر و حتی در مواردی غیرممکن است. رهیافت عمومی و پیشگیرانه در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بر حذف و یا کاهش جمعیت این عوامل، قبل از کشت محصول استوار است (کاپور^۱، ۲۰۱۳). ضدعفونی بستر کشت در دوره‌ای که گلخانه خالی از گیاه است، رویکرد مناسبی برای کاهش خسارت این عوامل به شمار می‌رود. در سالیان گذشته، استفاده از سموم شیمیایی تدخینی و حرارت خشک یا مرطوب (آب داغ یا بخار آب) برای ضدعفونی خاک پیشنهاد و به‌صورت محدود استفاده می‌شد. کاربرد این روش‌ها به دلایل متعددی از جمله مخاطرات زیست محیطی، از بین رفتن موجودات

² Integrated Pest Management, IPM

³ Dai et al., 2016

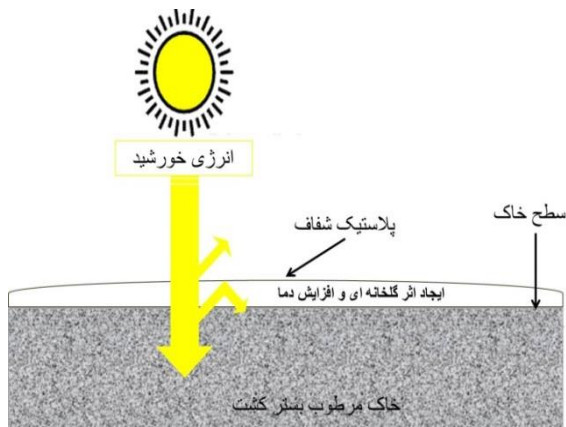
⁴ Soil solarization

⁵ DeVay et al., 1991

⁶ Gamliel and Katan, 2009, 2012

¹ Kapoor, 2013

۱. حذف بقایای گیاهی: پس از پایان فصل کشت، علف‌های هرز و بقایای محصول تا حد ممکن جمع‌آوری و از گلخانه خارج شوند. بقایای گیاهی علاوه بر اینکه محلی برای استقرار فرم‌های مقاوم آفات و بیمارگرها و بذور علف‌های هرز محسوب می‌شوند می‌توانند در مراحل اجرای عملیات آفتاب‌دهی مزاحمت ایجاد کنند.



شکل ۱- تصویر طرح واره از مفهوم آفتاب‌دهی خاک

۲. تسطیح و کرت‌بندی: بسته به بافت و ساختمان خاک، از شخم یا دیسک برای زیرورو کردن و تسطیح خاک بستر گلخانه استفاده کنید. خاک بایستی کاملاً نرم و یکنواخت و فاقد کلوخه باشد. کرت‌بندی (مرزبندی) بستر گلخانه براساس عرض پلاستیک‌های پوششی مورد استفاده انجام گیرد (شکل ۲).

۳. تأمین رطوبت خاک: آبیاری بستر کشت ترجیحاً به صورت غرقابی و به نحوی انجام گیرد که رطوبت تا عمق ۵۰-۷۰ سانتی‌متری خاک نفوذ کند.

بخارآب) تفاوت وجود دارد. در گرمادهی مصنوعی، با افزایش دمای خاک به ۸۰-۱۰۰ درجه سلسیوس، ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک به شدت آسیب می‌بیند، درحالی‌که آفتاب‌دهی خاک در دمای پائین‌تر اما در مدت‌زمان بیشتر انجام می‌گیرد و آسیبی به خاک نمی‌رساند. به عبارت دیگر در عملیات آفتاب‌دهی، ضد عفونی خاک به روش پاستوریزه کردن و نه استریلیزه شدن انجام می‌شود. براین اساس، افزایش تدریجی و مدت‌دار دما از یکسو سبب کشته شدن و کاهش قدرت عوامل بیماری‌زای خاکزی شده و از سوی دیگر به افزایش جمعیت موجودات زنده مفید خاک کمک می‌کند (گاملیل و کاتان، ۲۰۱۲).

عملیات آفتاب‌دهی، در درازمدت با افزایش جمعیت ریزوباکتریهای محرک رشد گیاه^۷ باعث ایجاد خاک بازدارنده^۸ می‌شود که استقرار عوامل بیماری‌زا را محدود نموده و باعث بهبود شرایط رشدی و افزایش توان گیاه در مواجهه با عوامل بیماری‌زا می‌شود (استپلتون^۹، ۲۰۰۰). این روش کاملاً با محیط‌زیست سازگار بوده، دسترسی گیاه به عناصر غذایی موجود در خاک را تسهیل نموده و نیاز به کودشیمیایی را کاهش می‌دهد.

مراحل انجام آفتاب‌دهی خاک:

⁷ Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR

⁸ Suppressive soil

⁹ Stapleton, 2000

ترمیم شود. پلاستیک پوششی بایستی تا حد ممکن روی سطح خاک قرارگیرد تا از پاره شدن آن جلوگیری شده و هم‌چنین گرمای بیشتری ایجاد شود (شکل ۲).

۵. مدت زمان آفتاب‌دهی: مدت زمان آفتاب‌دهی خاک در هر منطقه بسته به شرایط آب و هوایی، شدت تابش آفتاب، ویژگی‌های خاک و نوع پوشش پلی‌اتیلنی متفاوت است. در هر صورت، عملیات آفتاب‌دهی بایستی در دوره‌ای انجام گیرد که دمای محیط و شدت تابش آفتاب بالاترین حد خود را داشته باشد. میزان تلفات عوامل بیماری‌ناشی از آفتاب‌دهی خاک، رابطه مستقیم با طول مدت آفتاب‌دهی دارد و هر چه این مدت طولانی‌تر باشد، درصد تلفات اندام‌های مقاوم بیماری‌زای خاکزی بیشتر خواهد بود. بالاترین دمای خاک زمانی به دست می‌آید که روز طولانی باشد، هوا گرم باشد، آسمان صاف باشد و باد وجود نداشته باشد (گاملیل و کاتان، ۲۰۱۲).

زمان شروع عملیات آفتاب‌دهی خاک در جنوب استان کرمان، هفته اول تا حداکثر نیمه تیرماه و به مدت ۴۵ تا ۶۰ روز است.

۶. الزامات پس از آفتاب‌دهی: طولانی شدن مدت زمان آفتاب‌دهی (بیش از دو ماه) ممکن است سبب از بین رفتن پلاستیک‌های پوششی و ایجاد اشکال در زمان جمع‌آوری آن‌ها شود. پس از پایان عملیات آفتاب‌دهی

وجود رطوبت در خاک علاوه بر اینکه نفوذ گرما به اعماق پایین‌تر را تسهیل می‌کند، سبب تحریک و جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز و اندام‌های مقاوم عوامل بیماری‌زا شده و آن‌ها را در برابر گرما حساس‌تر و ضعیف‌تر می‌کند (گاملیل و کاتان، ۲۰۱۲). در صورت عدم امکان انجام آبیاری به صورت غرقابی، می‌توان آبیاری را پس از کشیدن پلاستیک و با استفاده از نوارهای آبیاری قطره‌ای انجام داده و رطوبت موردنیاز خاک را تأمین کرد. در طول دوره آفتاب‌دهی، از آبیاری مجدد زمین خودداری کنید. این کار باعث کاهش کارایی و حتی عدم تأثیر آفتاب‌دهی می‌شود.

۴. کشیدن پلاستیک شفاف روی سطح خاک: برای این منظور می‌توان از پوشش‌های پلی‌اتیلن شفاف به ضخامت ۵۰ تا ۲۰۰ میکرومتر استفاده کرد. پوشش‌های پلی‌اتیلنی خاصیت آب‌گریزی دارند و با تشکیل قطرات بسیار ریز آب در سطح داخلی پلاستیک، میزان برگشت اشعه خورشیدی به زیر پلاستیک و در نتیجه دمای خاک را افزایش می‌دهند. استفاده از پلاستیک‌های با عرض بیشتر در مقایسه با پلاستیک‌های نواری (با عرض کم) موجب افزایش بیشتر دمای خاک می‌شود. پوشش نایلونی نباید هیچ‌گونه منفذی داشته باشد و لبه‌های آن کاملاً زیر خاک قرار گیرد (دای و همکاران، ۲۰۱۶). در طی مدت انجام عملیات آفتاب‌دهی، بایستی پلاستیک پوششی به‌طور مستمر بازدید و منافذ و پارگی‌های آن

خاک اضافه و مخلوط کنید. با این اقدام، کود دامی مورد استفاده ضد عفونی و از آلودگی بعدی زمین جلوگیری می‌شود.

۲. افزودن کودهای شیمیایی ازته: افزودن کودهای شیمیایی ازته مانند اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به خاک هم‌زمان با دیسک زدن، به پوسیدن کودهای دامی، بقایای گیاهی و مواد آلی کمک نموده و باعث بالا رفتن دمای خاک می‌شود (گاملیل و کاتان، ۲۰۱۲؛ استپلتون، ۲۰۰۰).

۳. افزودن میکروارگانسیم‌های مفید: با افزودن ترکیبات بیولوژیک تجاری حاوی باکتری‌های پروبیوتیک و قارچ‌های مفید به خاک هم‌زمان با دیسک زدن، جمعیت ریزموجودات مفید داخل خاک افزایش بیشتری پیدا می‌کند (دای و همکاران، ۲۰۱۶).

۴. افزودن سموم شیمیایی: در گلخانه‌های دارای سابقه آلودگی شدید به بیمارگرهای خاکزی مانند نماتد ریشه‌گرهی، می‌توان از سموم شیمیایی مانند متام‌سدیم (به مقدار کم‌تر از دز توصیه شده) به صورت تزریق زیرپوشش پلاستیکی (از طریق سیستم آبیاری) استفاده کرد. این اقدام، اثر آفتاب‌دهی خاک را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (اشل و همکاران^{۱۱}، ۲۰۰۰؛ دای و همکاران، ۲۰۱۶).

باید نسبت به جمع‌آوری کامل پلاستیک پوششی و بقایای آن اقدام نمود. از شخم یا دیسک عمیق بستر کشت، افزودن کودهای دامی و مرغی غیر استریل و یا هر عملیاتی که ممکن است باعث آلوده شدن مجدد خاک شود خودداری کنید.



شکل ۲- مراحل انجام آفتاب‌دهی خاک: (۱) شخم و دیسک؛ (۲) تسطیح، کرت بندی و آبیاری؛ (۳ و ۴) کشیدن پلاستیک شفاف روی سطح خاک.

راه‌کارهای افزایش اثر آفتاب‌دهی

۱. افزودن کودهای آلی نپوسیده: اختلاط کود دامی، کود مرغی، بقایای گیاهی نپوسیده، کود سبز و کمپوست با خاک باعث افزایش ۱-۵ درجه‌ای دمای خاک، تولید مواد سمی فرار و افزایش کارایی عملیات آفتاب‌دهی می‌شود. به علاوه با این اقدام، حلالیت مواد آلی خاک افزایش و شوری خاک کاهش می‌یابد (گاملیل و استپلتون^{۱۰}، ۱۹۹۳). توصیه می‌شود تمام یا بخشی از کود گاوی و مرغی مورد نیاز گلخانه را به صورت نپوسیده و قبل از عملیات دیسک زدن به

¹¹ Eshel et al., 2000

¹⁰ Gamliel and Stapleton, 1993

مزایای آفتاب‌دهی خاک

۱. آفتاب‌دهی، تأثیر مطلوبی در ضدعفونی خاک، کاهش خسارت بیماری‌ها و در نتیجه کاهش مصرف سموم شیمیایی در طی فصل زراعی دارد.

۲. این روش در مقایسه با سایر روش‌های ضدعفونی خاک، سازگاری بیشتری با محیط‌زیست داشته و آسیب بسیار کمتری به محیط‌زیست وارد می‌کند.

۳. آفتاب‌دهی روشی ساده، کاملاً مطمئن و سالم بوده و خطری برای تولیدکننده و مصرف‌کننده محصولات کشاورزی ندارد.

۴. هزینه آفتاب‌دهی در مقایسه با سایر روش‌های ضدعفونی خاک کمتر بوده و از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه است.

۵. در فرآیند آفتاب‌دهی با افزایش تدریجی جمعیت باکتری‌های تقویت‌کننده رشد گیاه، رهاسازی و جذب عناصر غذایی بهبود یافته و لذا باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه در طی فصل زراعی و درعین حال مصرف کمتر کودهای شیمیایی می‌شود.

۶. آفتاب‌دهی خاک با برنامه‌های مدیریت تلفیقی بیماری‌ها و تولید محصول سالم و ارگانیک کاملاً سازگار است.

محدودیت‌های آفتاب‌دهی خاک

استفاده از آفتاب‌دهی برای ضدعفونی خاک بستر گلخانه با وجود مزایای فراوان، دارای برخی محدودیت‌ها است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱. کارایی عملیات آفتاب‌دهی به میزان زیادی متأثر از شرایط آب‌وهوایی بوده و لذا استفاده از این روش در برخی نواحی جغرافیایی از جمله مناطق با آب‌وهوای سرد یا دارای بارندگی تابستانه و مناطق بادخیز با محدودیت‌هایی روبه‌رو خواهد بود. در برخی از مناطق، ممکن است پوشش پلاستیک پلی‌اتیلنی در اثر باد و یا عبور حیوانات آسیب ببیند و نیازمند بازدید مستمر و ترمیم است.

۲. به دلیل طولانی بودن دوره آفتاب‌دهی، انجام برخی اقدامات برای اصلاح گلخانه و یا بهره‌برداری از زمین در طی فصل تابستان عملاً محدود و یا غیرممکن می‌شود.

۳. اگرچه هزینه آفتاب‌دهی در مقایسه با سایر روش‌های ضدعفونی خاک کمتر است اما در برخی کشورها هزینه پلاستیک پلی‌اتیلنی برای پوشش خاک نسبتاً بالا بوده و باعث افزایش نسبی هزینه‌ها می‌شود.

۴. رهاسازی و عدم جمع‌آوری پوشش پلاستیکی در انتهای عملیات آفتاب‌دهی، می‌تواند باعث آسیب به محیط‌زیست شود.

توصیه‌های ترویجی

عدم امکان رعایت آیش و کشت پی‌درپی یک محصول در گلخانه‌های جالیزی، سبب افزایش تدریجی جمعیت آفات و بیمارگرهای خاکزی و علف‌های هرز می‌شود. کنترل عوامل خسارت‌زای خاکزی در طی فصل زراعی بسیار مشکل و مستلزم استفاده از سموم و ترکیبات شیمیایی مضر و صرف هزینه‌های گزاف است. در حال حاضر، رویکرد جهانی بر تولید محصولات گلخانه‌ای ارگانیک، سالم و عاری از باقیمانده سموم و ترکیبات شیمیایی، استفاده از روش‌های غیر شیمیایی مبتنی بر پیشگیری و سازگار با محیط‌زیست در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات است.

آفتاب‌دهی خاک در فصل تابستان به‌عنوان بخشی از برنامه مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌های گلخانه‌های جالیزی، ضمن کنترل موفق عوامل خسارت‌زای خاکزی و بهبود رشد و عملکرد محصول، هزینه‌های تولید را به میزان چشمگیری کاهش می‌دهد. برای این منظور لازم است در پایان فصل زراعی پس از خارج نمودن بقایای گیاهی از گلخانه، شخم یا دیسک و آبیاری عمیق، سطح خاک را به مدت حداکثر ۲ ماه با پوشش نایلونی پلی‌اتیلنی بپوشانید. توصیه می‌شود عملیات آفتاب‌دهی بستر گلخانه، هرساله و یا هر دو سال یک‌بار انجام گیرد.

منابع

- Dai, Y., Senge, M., Yoshiyama, K., Zhang, P. and Zhang, F. 2016.** Influencing factors, effects and development prospect of soil solarization. *Reviews in Agricultural Science*, 4: 21-35.
- DeVay, J.E., Stapleton, J.J. and Elmore, C.L. 1991.** Soil solarization. *Proceeding of First International Conference on Soil Solarization*, Amman, Jordan. *FAO Plant Production and Protection Paper 109*. FAO Rome.
- Eshel D., Gamliel, A., Grinstein, A., Di Primo, P. and Katan, J. 2000.** Combined soil treatments and sequence of application in improving the control of soilborne pathogens. *Phytopathology*, 90: 751-757.
- Gamliel, A. and Katan, J. 2009.** Control of plant disease through soil solarization. In: Walter, D. (ed.), *Disease Control in Plants: Biologically and Environmentally Friendly Approaches*. Wiley-Blackwell, Oxford. pp 196-220.

Gamliel A. and Katan. J. 2012. Soil Solarization: Theory and Practice. APS press St. Paul MN. 127pp.

Gamliel, A. and Stapleton. J.J. 1993. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. Plant Disease, 77: 886-891.

Kapoor, R.T. 2013. Soil solarization: eco-friendly Technology for farmers in agriculture for pest management. 2nd International Conference on Advances in Biological and Pharmaceutical Sciences, Sept. 17-18, Hong Kong. Pp. 14-16.

Stapleton, J.J. 2000. Soil solarization in various agricultural production systems. Crop Protection, 9: 837-841.