نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۵۸-۲۵۰

Journal of Plant Protection
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 250-258

تأثیر آفتاب‌دهی خاک روی کنترل سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) در منطقه بیرجند

سید اسماعیل روانگرد[1*]- سید وحید اسلامی[2]- سهراب محمودی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۴

چکیده

جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک روی کنترل علف‌هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album L.*)، آزمایشی درمزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل تعداد لایه پلاستیک شفاف در سه سطح شامل صفر (زمین بدون پوشش، شاهد)، یک و دو لایه و عامل مدت زمان آفتاب‌دهی با سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز و عامل عمق دفن بذر علف‌هرز سلمه‌تره در چهار سطح صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر در سه تکرار اجرا شد. نمونه‌های بذر به ترتیب دوره‌های مختلف آفتاب‌دهی از اعماق مختلف خاک بیرون، و به آزمایشگاه تحقیقاتی منتقل شدند. بذرهایی که در مزرعه جوانه‌زده بودند شمارش، و آزمایش جوانه‌زنی سایر بذور در تمام تکرارها و تیمارها پس از آماده سازی در ژرمیناتور انجام شد. در طول دوره جوانه‌زنی، فاکتورهای سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، درصد زوال و بذور جوانه‌زده در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد آفتاب‌دهی سبب افزایش قابل توجه دما (به میزان ۶/۳ تا ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد) نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین درصد زوال بذور در تیمار دو لایه پلاستیک به‌دست آمد. درصد زوال با افزایش مدت زمان آفتاب‌دهی افزایش، و با افزایش عمق دفن کاهش یافت. به طور کلی آفتاب‌دهی قابلیت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز سلمه‌تره را کاهش داد. و در نهایت باعث کنترل مؤثر آن شد. با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد، آفتابدهی می‌تواند به عنوان یک روش کنترل غیرشیمیایی برای مهار علف‌هرز سلمه‌تره به ویژه در نقاط گرم و خشک کشور به کار رود.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، زوال بذر، کنترل غیر شیمیایی علف‌هرز، مالچ

مقدمه

علف‌های‌هرز یکی از اجزای مهم اکوسیستم‌های زراعی هستند که به منظور استفاده بیشتر و بهتر از منابعی مانند خاک، آب، موادغذایی و نور با گیاهان زراعی به طور مستقیم و غیر مستقیم رقابت نموده و کمیت و کیفیت محصول را در اکثر موارد کاهش می‌دهند. علف‌های‌هرز بر روی کیفیت محصولات زراعی و دامی نیز موثر هستند. اختلاط دانه علف‌های‌هرز به خصوص انواع سمی و اندام‌های رویشی آن‌ها با گیاهان زراعی در موقع برداشت، کیفیت و ارزش محصول را کاهش می‌دهند (۱۲). سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) از علف‌های هرز مهم مزارع پنبه، چغندر قند، توتون، ذرت و باغ‌های سبزی و صیفی به شمار می‌رود. این علف‌هرز یکساله، به ارتفاع تا ۲۰۰ سانتی‌متر، اغلب افراشته از پایین منشعب، گل آذین خوشه‌ای کشیده و تعداد بسیار زیادی بذر تولید می‌کند؛ که در بیشتر نقاط ایران انتشار وسیعی دارد (۱).

هرچند از دهه ۱۹۴۰ میلادی به بعد و به دنبال تولید علف‌کش‌های انتخابی، تحول قابل توجهی در مدیریت علف‌های‌هرز حاصل شد، اما امروزه مشکل مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها، از بین رفتن گونه‌های مفید و آلودگی محیط زیست از جمله مواردی هستند که ضرورت کاهش مصرف سم و جایگزینی آن با روش‌های غیر شیمیایی مدیریت علف‌های‌هرز را دو چندان می‌سازند (۵). با توجه به مشکلات ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها، امروزه تمایل زیادی برای توسعه راهکارهای جایگزین برای مدیریت علف‌های‌هرز به وجود آمده است. یکی از راه حل‌های بوم‌شناختی مدیریت علف‌های‌هرز در مناطقی با تابش بالایی از نور خورشید، روش آفتاب‌دهی خاک است (۲۳). آفتاب‌دهی خاک یکی از روش‌های فیزیکی مبتنی بر دو فاکتور دما و رطوبت است، که برای کنترل علف‌های‌هرز و همچنین بسیاری از آفات و بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. دمای زیاد خاک و مدت زمان قرار گرفتن بذور علف‌هرز در معرض این دما، عوامل اصلی کاهش دهنده جمعیت بذور علف‌هرز در خاک مرطوب هستند (۱۰). آفتاب‌دهی با افزایش دمای سطح خاک، زوال بذر را افزایش داده و

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*-نویسنده مسئول: (Email: eravangard@yahoo.com

مکانیسم‌های فرعی ناشی از مرگ حرارتی شامل غیر فعال‌سازی آنزیم‌های تنفسی، تخریب سنتز پروتئین و نیز خسارت به اسیدهای نوکلئیک را سبب می‌شود (۲۳). این روش شامل حرارت دادن خاک با گرفتن انرژی تابشی از خورشید به مدت چهار تا شش هفته در طول دوره تابستان که خاک حداکثر نور مستقیم خورشید را دریافت می‌کند می‌باشد. این فن‌آوری هیچ‌گونه پس مانده‌های شیمیایی سمی در خاک به جا نمی‌گذارد و همچنین روشی ساده، بی خطر و سازگار با محیط زیست است و به‌راحتی می‌توان این روش را در باغ خانه‌ها و مزارع در مقیاس کوچک یا بزرگ اعمال کرد (۱۶). آفتاب‌دهی خاک سبب تولید محصولات ارگانیک شده و افزایش قیمت این محصولات، هزینه آفتاب‌دهی خاک را جبران می‌کند (۲۴). در فلوریدای آمریکا بعد از یک دوره آفتاب‌دهی روی کرت‌ها محصولات مختلفی کشت کردند. پوشش علف‌های‌هرز در کرت‌هایی که در آن‌ها بعد از دوره آفتاب‌دهی گوجه فرنگی کشت کرده بودند ۷/۸ و در کرت‌های شاهد ۳۴/۹ درصد بود. جمعیت علف‌های‌هرز حتی بعد از یک سال در کرت‌های آفتاب‌دهی شده کمتر بود (۲۰). با توجه به وجود روزهای آفتابی فراوان و دماهای بالا در طی تابستان در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور و با توجه به اهمیت روش‌های مدیریت غیرشیمیایی علف‌های‌هرز، مطالعه‌ای در مزرعه، جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک، روی کنترل علف‌هرز سلمه‌تره انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک بر وضعیت جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌هرز سلمه‌تره، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در تابستان سال ۱۳۸۹ اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل تعداد لایه پلاستیک شفاف درسه سطح شامل صفر (زمین بدون پوشش، شاهد)، یک و دو لایه و عامل مدت زمان آفتاب‌دهی با سه سطح ۳۰،۱۵ و ۴۵ روز و عامل عمق دفن بذر علف‌هرز سلمه‌تره در چهار سطح صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر در سه تکرار اجرا شد. جمع آوری نمونه‌های بذر علف‌هرز سلمه‌تره در آبان ماه سال ۱۳۸۸ از میان مزارع پنبه روستای امیرآباد و مزارع تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. بذور مورد نظر تا زمان انجام آزمایش‌ها در شرایط تاریکی در آزمایشگاهی با شرایط طبیعی و دمای $25 \pm 5^{\circ}$ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. قبل از شروع آزمایش آزمون جوانه‌زنی صورت گرفت و مشخص شد که درصدی از بذور داری خواب هستند. بعد از شکستن خواب دوباره آزمون جوانه‌زنی انجام شد آزمایش‌ها نشان داد بیش از ۹۵ درصد بذور در ژرمیناتور جوانه زدند. آزمایش آفتاب‌دهی خاک، در دو بخش مزرعه‌ای و آزمایشگاهی انجام شد.

بخش مزرعه‌ای

به منظور تعیین بافت خاک قبل از عملیات کاشت، نمونه‌گیری از اعماق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و بافت آن در آزمایشگاه تعیین شد. در آخر دوره آفتاب‌دهی، آزمایش خاک انجام شد تا اثرات آفتاب‌دهی روی تغییرات EC و عناصر غذایی مشخص گردد. قبل از اعمال تیمارها زمین را شخم و دیسک زده، سپس تمام مزرعه به روش غرقابی آبیاری شد به‌طوری که تا عمق حداقل ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک مرطوب گشت. آب مورد نیاز از چاه آب شیرین در مزرعه تحقیقاتی تأمین شد. زمین مورد نظر سال قبل از کاشت آیش بود و در سال اجرای تحقیق هیچ کودی به آن داده نشد. در ۱۵ تیرماه ۱۳۸۹ بعد از آماده‌سازی بستر و کرت‌بندی زمین، بذور به طور تصادفی در هر کرت در کیسه‌های پلاستیکی مشبک ۷ در ۷ سانتی‌متر، در اعماق مورد نظر دفن شدند. برای استقرار و پیشگیری از جابجایی کیسه‌های سطح خاک (در کرت‌های شاهد) توسط باد از میخ‌های فلزی ۱۰ سانتی‌متری استفاده شد. بعد از آبیاری مجدد پوشش‌های پلاستیکی شفاف به ضخامت ۰/۵ میلی‌متر، بر روی هر کرت قرار گرفت. ابعاد قطعات که روی آن‌ها پلاستیک کشیده شد ۱/۵ × ۱/۵ متر بود و حاشیه‌های پلاستیک (از هر طرف ۲۵ سانتی‌متر) نیز با خاک مزرعه پوشانده شدند تا اتلاف حرارت حاصل از تابش آفتاب کاهش یابد. هاگان و گازاوی (۱۳) بیان کردند که لبه‌های پلاستیک باید ۷/۵ تا ۱۵ سانتی‌متر زیر خاک برده شود تا تبادل حرارتی صورت نگیرد و همچنین توسط باد کنده و پاره نشود. درجه حرارت زیر پوشش‌های پلاستیکی یک لایه، دو لایه و شاهد در طول زمان اجرای طرح به‌صورت روزانه در ساعت یک بعد از ظهر به وسیله دماسنج قابل حمل خاک در عمق‌های مربوطه ثبت گردید. طول هر بلوک ۳۰ متر، عرض آن ۱/۵متر، فاصله بین بلوک‌ها از یکدیگر ۱/۵ متر و تعداد کرت در هر بلوک نیز ۳۶ عدد بودند. اندازه هر کرت ۰/۷۵×۰/۷۵ متر یا ۰/۵۶ متر مربع بود. در هر کرت یک کیسه حاوی (۲۵ عدد بذر) در عمق مورد نظر دفن شد. نمونه‌های بذر به ترتیب در تاریخ‌های پایان تیر ماه، ۱۵ مرداد ماه و پایان مرداد ماه از اعماق مختلف خاک بیرون آورده (در همان روز نمونه‌برداری) و برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه تحقیقاتی منتقل شدند. بذرهایی که در مزرعه جوانه‌زده بودند از بذرهای دیگر جدا شدند. جوانه‌زنی بذور در مزرعه با شمارش گیاهچه‌های موجود در کیسه‌ها انجام گرفت (۸).

بخش آزمایشگاهی

جهت انجام آزمایش‌های جوانه‌زنی بذور در آزمایشگاه از دستگاه ژرمیناتور[1] با درجه حرارت ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) استفاده

1-Conviron E7 & G80

گردید. در طول دوره جوانه‌زنی، فاکتورهای سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، درصد زوال و بذور جوانه‌زده در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذور از روش ماگویر (۱۵) استفاده شد.

$$GR = (G1T1 -1 + G2T2 -1 + \ldots + GnTn -1) \quad (۱)$$

در این معادله GR سرعت جوانه‌زنی بذور، G تعداد بذور جوانه‌زده در روز n ام و T زمان (روز ۱ تا nام پایان جوانه‌زنی) می‌باشد. بذور جوانه نزده به صورت جداگانه خشک شد و با استفاده از فشار با انبرک کوچک (پنس)، بذور زوال یافته مشخص شدند. بدین معنی که اگر بذر زیر فشار ملایم انبرک ثابت باقی ماند و از هم نپاشید به معنای سالم بودن بذر در نظر گرفته می‌شد (۷). تجزیه آماری داده‌ها به وسیله نرم افزار Genstat 9th[1] و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. نمودارها نیز با نرم افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

اثرات آفتاب‌دهی خاک بر میزان تغییرات عناصر غذایی و درجه حرارت خاک

بر طبق داده‌های آزمایش، خاک دارای بافت لومی و ساختمان توده‌ای متراکم بود. بافت خاک شامل ۲۵ درصد رس، ۳۲ درصد سیلت و ۴۳ درصد شن بود. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که آفتاب‌دهی باعث ایجاد تغییرات در خصوصیات و عناصر موجود در خاک شد (جدول۱). چن و کاتان (۹) بیان داشتندکه با افزایش دمای خاک سرعت تجزیه و معدنی شدن مواد آلی خاک زیاد می‌شود و این موضوع باعث افزایش ضریب هدایت الکتریکی محلول خاک بعد از آفتاب‌دهی می‌گردد. آفتاب‌دهی تغییرات زیادی در خاصیت بیولوژیک، فیزیکی و شیمیایی خاک ایجاد می‌کند (۴).

نتایج داده‌های حاصل از دماسنج نشان داد بیشترین اختلاف دمایی بین تیمار شاهد (بدون پوشش) و تیمار دو لایه پلاستیک در روز ششم آفتاب‌دهی و در سطح خاک به میزان ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد (دو لایه ۵۹/۹ و شاهد ۴۴/۸ درجه سانتی‌گراد) بود و میزان اختلاف دما در تیمار یک لایه پلاستیک در همین روز ۸/۳ درجه سانتی‌گراد (یک لایه ۵۱/۶ درجه سانتی‌گراد) شد. در همین زمان اختلاف دما بین تیمار دو لایه پلاستیک و تیمار شاهد در عمق ۱۵سانتی‌متری خاک ۶/۳ درجه سانتی‌گراد بود که نشان دهنده کاهش درجه حرارت با افزایش عمق خاک می‌باشد. در آزمایشی پوشش پلاستیکی، سبب افزایش دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد در کرت‌های آفتاب‌دهی شده، در مقایسه با کرت‌های آفتاب‌دهی نشده گردید. در کرت‌های آفتاب‌دهی شده درجه حرارت در ساعت دو بعد از ظهر در عمق پنج سانتی‌متری ۵۲ درجه سانتی‌گراد، و در کرت‌های آفتاب‌دهی نشده ۳۶ درجه سانتی‌گراد بود (۱۷). در مطالعه دیگری اختلاف دمای بین تیمار شاهد و آفتاب‌دهی را ۸ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند (۳).

اثرات آفتاب‌دهی خاک بر درصد جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره در مزرعه، آزمایشگاه و درصد زوال بذور

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات آفتاب‌دهی بر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری آزمایش شامل درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه، درصد زوال بذر و تعدادی از تیمارهای درصد جوانه‌زنی در مزرعه معنی‌دار بود (جدول۲). در آزمایشی درصد جوانه‌زنی بذور گونه‌های سلمه‌تره، خرفه و خردل وحشی دفن شده در عمق ۲۰ سانتی‌متری در دو هفته آفتاب‌دهی نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نداشتند اما در چهار هفته آفتاب‌دهی اختلاف معنی‌دار بود (۲). نتایج آزمایش محققان نشان داد بعد از ۱۵ روز آفتاب‌دهی از جوانه‌زنی تمامی بذور در عمق ۲/۵ سانتی‌متری ممانعت شد. اما بذوری که در عمق ۷/۵ و ۱۵سانتی‌متری خاک بودند جوانه‌زنی آن‌ها به ترتیب ۳۷ و ۵۶/۴ درصد بود (۱۱).

در هر سه دوره آفتاب‌دهی خاک بیشترین تعداد بذری که در مزرعه و در آزمایشگاه جوانه‌زده بود در تیمار شاهد (در ۱۵ روز پس از آفتاب‌دهی) و کمترین آن در تیمار دو لایه پلاستیک (در ۴۵ روز پس از آفتاب‌دهی) به دست آمد که نشان دهنده تأثیر بیشتر افزایش مدت زمان آفتاب‌دهی و استفاده از دو لایه پلاستیک در کنترل علف‌هرز سلمه‌تره است. آزمایش‌ها نشان داد استفاده از دولایه پلاستیک پلی‌اتیلن شفاف بسیار مؤثرتر از یک لایه پلاستیک می‌باشد (۱۹). بررسی داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که استفاده از پوشش پلاستیک یک و دو لایه مقدار جوانه‌زنی بذر در آزمایشگاه را در سطح خاک به صفر درصد رساند و بیشترین درصد جوانه‌زنی سلمه‌تره در آزمایشگاه در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک و تیمار شاهد مشاهده شد. در تمام مدت زمان‌های آفتاب‌دهی با افزایش عمق دفن درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه افزایش یافت، البته در تیمار شاهد در تمام اعماق خاک مقدار درصد جوانه‌زنی بذر در آزمایشگاه بالا بود (جدول ۳).

در یک تحقیق مشخص شد هشت هفته آفتاب‌دهی خاک سبب کاهش بانک بذر در لایه سطحی (صفر تا ۱۰سانتی‌متری) به میزان ۵۹ درصد شد در همین مدت تنها دو درصد از علف‌های‌هرز در لایه‌های عمیق‌تر (۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متری) از بین رفتند (۶). کمترین درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه (صفر درصد) در بذور رها شده در سطح خاک در زیر یک لایه و دو لایه پلاستیک در هر سه دوره آفتاب‌دهی مشاهده شد البته بذور دفن شده در عمق ۵ سانتمتری در زیر دو لایه

۱- یکی از رایجترین نرم‌افزارهای آماری در علوم کشاورزی

پلاستیک پس از ۴۵ روز، در آزمایشگاه جوانه‌زنی نداشتند. بذوری که در عمق بیشتر دفن شده بودند کمتر تحت تاثیر آفتاب‌دهی خاک قرار گرفتند که احتمالاً به این دلیل است که افزایش دمای حاصل از آفتاب‌دهی در این اعماق کمتر بوده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک محل آزمایش قبل و بعد از اجرای آفتاب‌دهی خاک

خصوصیات خاک محل آزمایش	EC (دسی زیمنس برمتر)	pH	غلظت Na (میلی اکی والان در لیتر)	غلظت Mg با Ca (میلی‌اکی والان در لیتر)	SAR (نسبت جذب سدیم)
قبل از اجرای آفتاب‌دهی	۷/۲	۷/۸	۴۳	۳۲	۱۰/۷۵
بعد از اجرای آفتاب‌دهی	۸/۲	۷/۴	۵۰	۳۷	۱۱/۶۲

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس(میانگین مربعات) اثرات مدت زمان آفتابدهی، تعداد لایه پلاستیک و عمق دفن، بر درصد جوانه‌زنی در مزرعه، آزمایشگاه و زوال بذور سلمه‌تره

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		جوانه‌زنی درمزرعه (درصد)	جوانه‌زنی در آزمایشگاه (درصد)	بذور زوال یافته (درصد)
بلوک	۲	۴/۱۴	۱۲۸/۵۹	۸۷/۱۱
مدت دفن (T^{1})	۲	۹/۹۲ ns	۲۶۳۵/۲۵**	۲۳۳۶/۴۴**
تعداد لایه پلاستیک (L)	۲	۲۸۶/۳۷**	۱۷۶۰۱/۰۳**	۲۱۰۸۹/۷۷ **
عمق دفن (D)	۳	۸۷/۰۶**	۲۱۴۸۸/۳۹**	۱۹۷۰۸/۹۸**
T x L	۴	۴/۸۱ns	۱۲۳۱/۷۰**	۱۲۸۰/۲۲ **
T x D	۶	۱۲/۶۹ns	۴۴۸/۹۸**	۵۲۵/۸۷**
D x L	۶	۲۹/۵۸ ns	۴۴۸۲/۰۲**	۴۷۳۵/۸۰**
T x D x L	۱۲	۱۵/۸۷ ns	۴۳۶/۸۳**	۴۰۶/۲۴ **
خطا	۷۰	۱۳/۵۹	۶۶/۱۱	۴۷/۶۴

ns و ** بترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد ($P<0/01$)

۱- T (Time) مدت زمان، L (Layer) لایه پلاستیک و D (Depth) عمق دفن.

کارآیی تیمار دو لایه پلاستیک (درمدت زمان ۱۵ روز آفتاب‌دهی) از تیمار یک لایه پلاستیک (در ۴۵ روز آفتاب‌دهی خاک) در کاهش درصد جوانه‌زنی بذور مؤثرتر بود. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که بیشترین درصد زوال در سطح خاک و درتیمار دو لایه پلاستیک (۹۸/۶۷ درصد)، مشاهده شد که البته از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک روی درصد زوال بذر در طول سه دوره آفتاب‌دهی خاک در سطح خاک مشاهده نشد. با افزایش طول مدت آفتاب‌دهی در سایر اعماق نیز درصد زوال بذر افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

گزارش شده که مرگ و میر بیشتر در نزدیکی سطح خاک نسبت به لایه‌های عمیق‌تر در اثر آفتاب‌دهی، مربوط به توزیع حرارت در پروفیل خاک می‌باشد (۲۱). کمترین درصد زوال در تیمار شاهد (بدون پوشش) در عمق ۱۵ سانتی‌متری، پس از ۱۵ روز آفتاب‌دهی (۲/۶۷ درصد) بدست آمد که البته با درصد جوانه‌زنی در کلیه اعماق دفن در تیمار شاهد در تمام طول دوره‌های آفتاب‌دهی تفاوت معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی میزان زوال بذر با گذشت مدت زمان آفتاب‌دهی افزایش، و با افزایش عمق دفن کاهش یافت. در یک تحقیق، دو، چهار و شش هفته آفتابدهی باعث مرگ ۱۰۰ درصد بذور گل جالیز درسطح خاک شد ولی با افزایش عمق، اثر آن کاهش یافت، به طوری که در عمق ۱۰ سانتی‌متری مرگ بذور مشاهده نشد (۱۴). بررسی نتایج آزمایش کومار و همکاران (۱۸) نشان داد که اولاً بدنبال افزایش درجه حرارت خاک، امکان ازبین رفتن بذوری که در لایه‌های فوقانی خاک مستقر هستند، نسبت به آن‌هایی که در عمق پایین‌تر قرار دارند بیشتر است. دوم آنکه با افزایش طول دوره تابش خورشید بر زمین، جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه علف‌های‌هرز کاهش می‌یابد و سوم آنکه میزان حساسیت و تأثیر پذیری گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز به این روش‌ها متفاوت است.

بررسی اثر آفتاب‌دهی خاک بر سرعت جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تعداد لایه پوشش پلاستیکی، مدت و عمق دفن و همچنین اثرات متقابل

دوگانه آن‌ها بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تعداد لایه پلاستیک و عمق دفن نشان داد بیشترین سرعت جوانه‌زنی در هر سه دوره آفتاب‌دهی خاک در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در تیمار دو لایه پلاستیک به دست آمد (شکل ۱). بذور موجود در سطح خاک در تیمار یک لایه و دو لایه پلاستیک بدلیل زوال بذر قادر به جوانه‌زنی در آزمایشگاه نبودند و لذا سرعت جوانه‌زنی قابل محاسبه نبود. به نظر می‌رسد بذور قرار گرفته در شرایط مذکور در اثر درجه حرارت زیاد از بین رفته باشند.

جدول ۳- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، زمان دفن و پوشش پلاستیک روی درصد جوانه‌زنی بذر سلمه‌تره در آزمایشگاه

مدت دفن (روز)	پوشش پلاستیک	عمق دفن (سانتی‌متر)			
		۰	۵	۱۰	۱۵
۱۵	شاهد	۸۴^{bcd}	۸۴^{bcd}	۸۶/۶۶^{abcd}	۹۴/۶۶^{ab}
	یک لایه	۰^{h}	۶۸^{efg}	۹۳/۳۳^{ab}	۹۷/۳۳^{a}
	دو لایه	۰^{h}	۶۲/۶۶^{fg}	۸۸^{abc}	۹۴/۶۶^{ab}
۳۰	شاهد	۷۸/۶۶^{fg}	۸۰^{cde}	۸۶/۶۶^{abcd}	۹۳/۳۳^{ab}
	یک لایه	۰^{h}	۷۰/۶۶^{ef}	۸۹/۳۳^{abc}	۹۶^{ab}
	دو لایه	۰^{h}	۵/۳۳^{h}	۵۷/۳۳^{g}	۹۴/۶۶^{ab}
۴۵	شاهد	۷۴/۶۶^{def}	۸۰^{cde}	۸۴^{bcd}	۹۰/۶۶^{abc}
	یک لایه	۰^{h}	۵۷/۳۳^{g}	۸۴^{bcd}	۹۳/۳۳^{ab}
	دو لایه	۰^{h}	۰^{h}	۹/۳۳^{h}	۷۴/۶۶^{def}

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار(FLSD) در سطح احتمال (۵٪) می‌باشد.

جدول ٤- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، زمان دفن و پوشش پلاستیک روی درصد زوال بذر سلمه تره

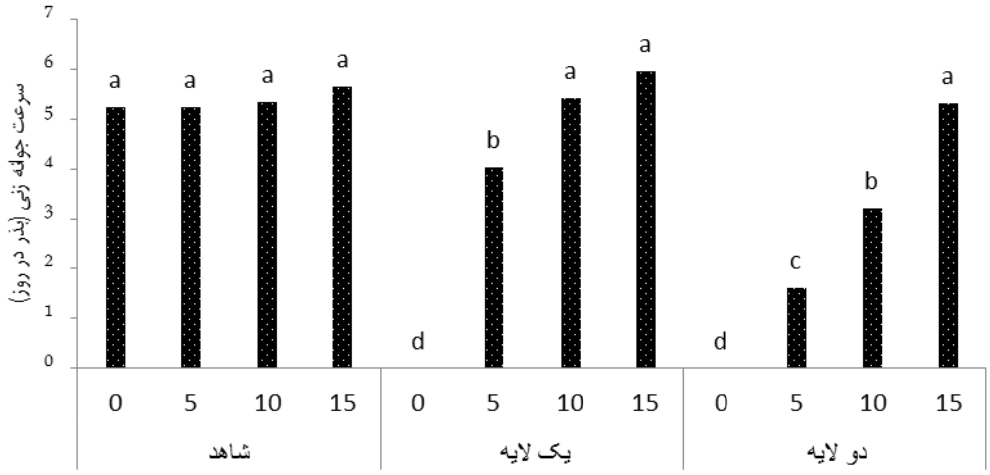
زمان دفن (روز)	پوشش پلاستیک	عمق دفن (سانتی‌متر)			
		۰	۵	۱۰	۱۵
۱۵	شاهد	۱۰/۶۷^{fg}	۶/۶۷^{g}	۴^{g}	۲/۶۷^{g}
	یک لایه	۹۶^{ab}	۲۶/۶۷^{e}	۶/۶۷^{g}	۲/۶۷^{g}
	دو لایه	۹۷/۳۳^{a}	۲۹/۳۳^{cde}	۹/۳۳^{fg}	۴^{g}
۳۰	شاهد	۱۲^{fg}	۶/۶۷^{g}	۶/۶۷^{g}	۵/۳۳^{g}
	یک لایه	۹۴^{ab}	۲۸^{de}	۹/۳۳^{fg}	۲/۶۷^{g}
	دو لایه	۹۷/۳۳^{a}	۸۹/۳۳^{ab}	۳۸/۶۷^{cd}	۴^{g}
۴۵	شاهد	۱۲^{fg}	۹/۳۳^{fg}	۹/۳۳^{fg}	۴^{g}
	یک لایه	۹۷/۳۳^{a}	۴۰^{c}	۱۳/۳۳^{fg}	۵/۳۳^{g}
	دو لایه	۹۸/۶۷^{a}	۹۶^{ab}	۸۵/۳۳^{b}	۱۸/۶۷^{ef}

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح احتمال (۵٪) می‌باشد.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مدت دفن، تعداد لایه پلاستیک و عمق دفن، بر سرعت جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره.

منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی(MS) (بذر در روز)
مدت دفن (T)	۲	۴۷/۸۳ **
تعداد لایه پلاستیک (L)	۲	۷۱/۳۸**
عمق دفن (D)	۳	۷۶/۸۸**
T x L	۴	۳/۷۷*
T x D	۶	۴/۱۲**
D x L	۶	۱۷/۹۸**
T x D x L	۱۲	۱/۵۴ ^{ns}
خطا	۷۲	۰/۸۳

ns ، **و *- بترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد (P <۰/۰۱) و ۵ درصد (P <۰/۰۵).



شکل ۱- اثر متقابل عمق دفن (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری خاک) و تعداد لایه پوشش پلاستیکی روی سرعت جوانه‌زنی بذر سلمه‌تره

بذوری که مدت زمان بیشتری در معرض درجه حرارت بالای آفتاب‌دهی خاک قرار گرفته بودند سرعت جوانه‌زنی کمتری داشتند. و با افزایش عمق دفن در مزرعه، سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت. در آزمایشی درصد جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره در آفتابدهی خاک مرطوب به مدت دو، چهار و شش هفته نسبت به شاهد به ترتیب ۴۰، ۹۳ و ۹۹ درصد کاهش یافت (۲).

بررسی اثر آفتاب‌دهی خاک بر طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه بذور سلمه‌تره

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مدت زمان آفتاب‌دهی، تعداد لایه پلاستیک، عمق دفن و همچنین کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه سلمه‌تره معنی‌دار بود (جدول ۶).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که در تمام طول مدت آفتاب‌دهی خاک طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار شاهد بیشتر از تیمار یک لایه و دولایه پلاستیک بود. با افزایش طول مدت آفتاب‌دهی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در تمامی تیمارهای پوشش پلاستیک کاهش پیدا کرد به‌طوری که کمترین میزان طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در ۴۵ روز پس از آفتاب‌دهی و در تیمار دو لایه پلاستیک مشاهده شد (جداول ۷ و ۸). در تمام طول مدت آفتاب‌دهی با افزایش عمق دفن طول ساقه‌چه و ریشه‌چه افزایش یافت. در تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک در سطح خاک بدلیل زوال بذر ناشی از درجه حرارت بالای آفتاب‌دهی خاک و عدم جوانه‌زنی در آزمایشگاه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه قابل محاسبه نبود.

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مدت زمان آفتاب‌دهی، تعداد لایه پلاستیک و عمق دفن، بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بذور سلمه‌تره

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه‌چه (MS) (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (MS) (سانتی‌متر)
مدت دفن (T)	۲	۳/۰۷**	۲۰/۴۷**
تعداد لایه پلاستیک (L)	۲	۱۱/۱۸**	۳۸/۸۲**
عمق دفن (D)	۳	۹/۴۶**	۱۵/۶۸**
T x L	۴	۰/۳۵**	۰/۹۴*
T x D	۶	۰/۷۱**	۱/۱۸**
D x L	۶	۲/۶۳**	۴/۱۸**
T x D x L	۱۲	۰/۴۰**	۰/۶۶**
خطا	۷۰	۰/۱۲	۰/۲۷

ns، **و *به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد ($P<$ ۰/۰۱) و ۵ درصد ($P<$ ۰/۰۵).

جدول ۷- اثرات متقابل سه‌گانه عمق دفن، زمان دفن و پوشش پلاستیک روی طول ساقه‌چه بذر سلمه‌تره

زمان دفن (روز)	پوشش پلاستیک	عمق دفن (سانتی‌متر)			
		۰	۵	۱۰	۱۵
۱۵	شاهد	۲/۳۵ab	۲/۳۴abc	۲/۱۷abcde	۲/۳۶ab
	یک لایه	۰l	۲/۰۶abcde	۲/۲۲abcde	۲/۰۱bcdefg
	دو لایه	۰l	۲/۱۲abcde	۲/۰۳bcdef	۲/۱۲abcde
۳۰	شاهد	۱/۹۱bcdefg	۲/۱۴abcde	۱/۷۵efgh	۱/۷۶cdefgh
	یک لایه	۰l	۱/۱۳ij	۱/۴۴ghi	۱/۴۸fghi
	دو لایه	۰l	۰/۲۶kl	۱/۲hij	۱/۷۶cdefgh
۴۵	شاهد	۱/۹۲bcdefg	۲/۱۵abcde	۲/۴۴ab	۲/۳۴abcd
	یک لایه	۰l	۱/۴۷fghi	۱/۹۰bcdefg	۲/۱۰abcde
	دو لایه	۰l	۰l	۰/۷۲jk	۲/۶۴a

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح احتمال (۵٪) می‌باشد.

جدول ۸- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، زمان دفن و پوشش پلاستیک روی طول ریشه‌چه بذر سلمه‌تره

زمان دفن (روز)	پوشش پلاستیک	عمق دفن (سانتی‌متر)			
		۰	۵	۱۰	۱۵
۱۵	شاهد	۳/۸۲bc	۳/۸۵bc	۴/۰۰ab	۴/۷۷a
	یک لایه	۰m	۲/۳۴ghij	۳/۴۸bcde	۳/۴۷bcde
	دو لایه	۰m	۳/۰۲cdefgh	۲/۸۶defgh	۳/۳۷bcdef
۳۰	شاهد	۳/۶۸bcd	۳/۴۴bcde	۳/۱۳cdefg	۲/۸۶defgh
	یک لایه	۰m	۱/۵۷jkl	۲/۴۴ghi	۲/۶۸efghi
	دو لایه	۰m	۰/۱۶m	۱/۲۸kl	۲/۳۹ghij
۴۵	شاهد	۲/۲۶hij	۲/۵۶fghi	۲/۲۷ghij	۲/۴۷ghi
	یک لایه	۰m	۱/۱۶kl	۱/۹۲igk	۲/۵ghi
	دو لایه	۰m	۰m	۰/۷۸lm	۱/۱۷kl

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح احتمال (۵٪) می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد آفتاب‌دهی خاک به مقدار قابل توجهی سبب افزایش دما شد، به طوری که پوشش خاک با دو لایه پلاستیک منجر به افزایش درجه حرارت خاک تا حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد گردید. بر اساس نتایج آزمایش‌ها، افزایش دمای شدید در زیر لایه پلاستیک منجر به زوال شدید بذر گردید، به طوری که استفاده از پوشش پلاستیک باعث شد که تمامی بذور موجود در این تیمارها در سطح خاک زوال یابند. بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی بذور سلمه‌تره در آزمایشگاه در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک مشاهده شد. به نظر می‌رسد بذور سلمه‌تره به دلیل ریز بودن، هوشمند عمل کرده و در اعماق زیاد خاک که نتوانسته خود را به سطح خاک برساند در مزرعه دچار حالت سکون شده و جوانه نزدند، اما پس از مهیا شدن شرایط رشد در آزمایشگاه جوانه زدند. در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد استفاده از آفتاب‌دهی در مناطق خشک مانند بیرجند به عنوان یک روش کنترل غیرشیمیایی ایمن در مهار سلمه‌تره مؤثر بود. و بایستی در برنامه‌های مدیریت این علف‌هرز بکار گرفته شود.

منابع

۱- اصغری ج.، و محمودی آ. ۱۳۷۸. علف‌های‌هرز مهم مزارع و مراتع ایران. چاپ اول. انتشارات دانشگاه گیلان.

۲- رستم ج.، نبوی کلات س.م.، و صدر آبادی حقیقی ر. ۱۳۸۹. بررسی اثر نوع و مدت آفتاب‌دهی بر درصد جوانه‌زنی چهار گونه علف‌هرز. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۸: ۳۳-۲۶.

۳- صارمی ح.، و اشرفی س.ج. ۱۳۸۵. فناوری جدید درکنترل بیماری‌های گیاهی با استفاده از آفتابدهی خاک (soil solarization) به منظور کاهش مصرف سموم و حفظ سلامت محیط زیست. همایش آینده پژوهی، فناوری و چشم انداز توسعه. ۱۱ تا ۱۴ خرداد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران. ص ۶-۱.

۴- مرادی ب.، بهرامی کمانگر س.، کمانگر ص.ال.، و کمانگر م.ص. ۱۳۸۷. بررسی روش آفتاب‌دهی درکنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های‌هرز مزارع توت فرنگی استان کردستان. مرکز تحقیقات کشاورزی استان کردستان. ص۴۰-۲۰.

5- Abdin O.A., Zhou X.M., Cloteir D., Coulman D.C., Faris M.A., and Smith D.L. 2000.Cover crop and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays).* European Journal of Agronomy, 12:93-102.

6- Bustamante A., Reybet G., Bucki P., Suarez A., and Escande A. 2003. Effect of solarization on tomato weeds in the Altovalley of Rio Negro and Neuquen. Weed Biology and Management, 31:15–23.

7- Chauhan B.S., and Janson D.E. 2009. Seed germination ecology of *Portulaca oleracea L.* an important weed of rice and upland crops. Annals of Applied Biology, 155:61-69.

8- Chauhan B.S., Gill G., and Preston C. 2006. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*).Weed science, 54: 1004-1012.

9- Chen Y., and Katan J. 1985. Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. Soil Science, 130:271-277.

10- Durant A., and Caocolo L. 1988. Solarization in weed control for onion (*Allium cepa L.*). Advances in Horticulture, 2:104-108.

11- El-Keblway A., and Al-Hamadi F. 2009. Assessment of the differential response of weeds to soil solarization by two methods. Biology Department, College of Science, United Arab Emirates University, Al Ain. Weed Biology and Management, 9:72–78.

12- Gupta O.P. 2000. Modern weed management. Agrobios published, India.

13- Hagan A.K., and Gazaway W.S. 2000. Soil Solarization for the Control of Nematodes and Soilborne Diseases. Alabama Cooperative Extension System, pp:1-4.

14- Haidar M.A., and Sidahmed M.M. 2000. Soil solarization and chicken manure for the control of *Orobanche crenata* and other weeds in Lebanon. Crop Protection, 19:169-173.

15- Hartman H., Kester D., and Davis F. 1990. Plant propagation, principle and practices. Prentice Hall Imitational Editions.

16- 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 (ICABPS'2013) Sept 17-18, 2013 Hong Kong.

17- Khanzada M.A., Lodhi A.M., and Shahzad S. 2009. Effects of soil solarization on mango decline pathogen, lasiodiplodia theobromae. Pakistan. Jornal Botany, 41:3179-3184.

18- Kumar R., Sharma J. 2005. Effects of soil solarization on true potato *(Solanum tuberosum L.)* seed germination, seedling growth, weed populations and tuber yield. Potato Research, 48:15-23.

19- Mcgovern R.J., and Mcsorley R. 2002. Reduction of landscape pathogens in Florida by soil solarization. Plant Disease, 86:7-12.

20- Ozores-Hampton M., and Stansly Ph.A. 2004. Solarization Effects on Weed Populations in Warm Climates Southwest Florida. Research and Education Center. Pp:197-200.

21- Robert L. 2002. Seed dormancy in commercial vegetable and flower species. Department of Horticulture. University of Kentucky. Lexington.

22- Stapleton J.J. 1998. Modes of action of solarization and biofumigation, in Soil solarization and integrated management of soil pests: proceedings of the second conference on soil solarization,

Aleppo, Syria. FAO plant production and protection paper. Pp:78-88.

23- Talebi M R., and Golparvar A. R. 2013.Survey effect of solarization duration and thickness of polyethylene plastic sheets on the characteristics and seed bank of weeds. ScientiaAgriculturae, 2:26-32.

24- Yaron D., Regev A., and Spector R.1991. Economic evaluation of soil solarization and disinfestation, in Soil solarization. Boca Raton. Florida. Pp: 171-190.