نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۱۹-۱۱

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 1, Spring 2018, P. 11-19

تأثیر آفتاب‌دهی خاک بر کنترل علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) در منطقه بیرجند

سید اسماعیل روانگرد[۱]- سید وحید اسلامی[۲*]- سهراب محمودی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۹

چکیده

این آزمایش جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک بر کنترل علف‌هرز علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) آزمایشی در تابستان سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل شامل ۱- تعداد لایه پلاستیک شفاف در سه سطح (شاهد بدون پوشش پلاستیک، یک لایه پلاستیک و دو لایه پلاستیک) ۲- مدت زمان آفتاب‌دهی با سه سطح (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) ۳- عمق دفن بذر علف‌هرز علف‌پشمکی در چهار سطح (صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری خاک) در سه تکرار اجرا شد. نمونه‌های بذر به ترتیب پس از دوره‌های مختلف آفتاب‌دهی از اعماق مختلف خاک به آزمایشگاه منتقل شدند. بذرهایی که در مزرعه جوانه زده بودند شمارش، و آزمایش جوانه‌زنی سایر بذور در تمام تکرارها و تیمارها پس از آماده‌سازی در ژرمیناتور انجام شد. در طول دوره جوانه‌زنی، شاخص‌های همچون سرعت جوانه‌زنی، درصد زوال و درصد بذور جوانه‌زده اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد آفتاب‌دهی خاک 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 بدست آمد. درصد زوال بذر با طولانی تر شدن زمان آفتاب‌دهی افزایش، و با عمیق تر شدن دفن کاهش یافت. به طور کلی آفتاب‌دهی قابلیت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز علف‌پشمکی را کاهش، و در نهایت باعث کنترل معنی‌دار آن شد. با توجه به نتایج این تحقیق آفتابدهی می‌تواند به عنوان یک روش کنترل غیرشیمیایی برای مهار علف‌هرز علف‌پشمکی به ویژه در نقاط گرم و خشک کشور به کار رود.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، زوال بذر، کنترل غیرشیمیایی، مالچ

مقدمه

علف‌های‌هرز یکی از اجزای مهم سیستم‌های تولید گیاهان زراعی هستند که به منظور استفاده بیشتر و بهتر از منابعی مانند خاک، آب، مواد غذایی و نور به طور مستقیم و غیرمستقیم با گیاهان زراعی رقابت نمود و در اغلب موارد کمیت و کیفیت محصول را کاهش می دهند. اختلاط دانه علف‌های‌هرز به خصوص انواع سمی و اندام‌های رویشی آنها با گیاهان زراعی در موقع برداشت، کیفیت و ارزش محصول را کاهش می‌دهند (۱۰). علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی خسارت‌های قابل توجهی بر کشاورزان تحمیل می‌کنند. خسارت علف‌های هرز به محصولات زراعی از ۱۰ درصد (در شرایطی با آلودگی کم) تا ۱۰۰ درصد (در شرایطی با آلودگی بالا) و بسته به گونه علف‌هرز، گیاه زراعی و همچنین نوع روش مدیریتی متغیر می-باشد (۲۲).

علف‌های‌هرز از مواد غذایی و رطوبت خاک، انرژی خورشیدی و فضایی که در صورت عدم وجود آنها در اختیار محصول اصلی قرار می‌گرفت استفاده می‌کنند. همچنین میزبان تعداد زیادی از آفات و بیماری‌های گیاهی هستند که موجب دگرآسیبی، کاهش کیفیت محصول و افزایش هزینه‌های تولید می‌شوند (۹). علف‌پشمکی (*Bromus tectorum* L.) از علف‌های هرز مهم مزارع توتون، گندم، جو، پنبه و چغندرقند به شمار می‌رود. این علف‌هرز یکساله به ارتفاع ۱۰ تا ۷۵ سانتی‌متر، که غلاف و پهنک برگ‌های آن از کرک‌های نرم و فشرده‌ای پوشیده شده و دارای زبانک کوتاه است. گل آذین آن خوشه‌ای مرکب باریک و آویزان بوده و دارای سنبلچه‌های شمشیری و کشیده با ریشک‌های یک تا یک و نیم سانتی‌متری بنفش است. علف‌پشمکی فقط از راه بذر قابل تکثیر است (۳). گلدهی اواسط فروردین تا اواسط تیر ماه و علف‌هرز اکثر محصولات سرتاسر منطقه خاورمیانه است (۲۵). هرچند از دهه ۱۹۴۰ میلادی به بعد و به دنبال تولید علف‌کش‌های انتخابی، تحول قابل توجهی در مدیریت علف های‌هرز حاصل شد، اما امروزه مشکل مقاومت علف‌های‌هرز به علف-کش‌ها، از بین رفتن گونه‌های مفید و آلودگی محیط زیست از جمله مواردی هستند که ضرورت کاهش مصرف سم و جایگزینی آن با روش‌های غیرشیمیایی مدیریت علف‌های‌هرز را دو چندان می‌سازند

۱- مربی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور
۲ و ۳- دانشیاران گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: sveslami@birjand.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v31i4.44074

(۱). با توجه به مشکلات ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها، امروزه تمایل زیادی برای توسعه راهکارهای جایگزین برای مدیریت علف‌های‌هرز به وجود آمده است. یکی از روش‌های مدیریت علف‌های‌هرز در مناطق با تابش بالا، آفتاب‌دهی خاک است (۲۷). آفتاب‌دهی خاک یکی از روش‌های فیزیکی و مبتنی بر دو عامل دما و رطوبت است. 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 (۷). آفتاب‌دهی با افزایش دمای سطح خاک، زوال بذر را افزایش داده و سازوکارهای فرعی ناشی از مرگ حرارتی شامل غیرفعال سازی آنزیم‌های تنفسی، تخریب سنتز پروتئین و نیز خسارت به اسیدهای نوکلئیک را سبب می‌شود (۲۷). 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 پسمانده‌های شیمیایی سمی در خاک به جا نمی‌گذارد و روشی ساده، بی خطر و سازگار با محیط زیست است و براحتی آن را در باغ‌ها و مزارع در مقیاس کوچک یا بزرگ اعمال کرد (۱۵). آفتاب‌دهی خاک هم راستا با تولید محصولات ارگانیک بوده و افزایش قیمت این محصولات، هزینه آفتاب‌دهی خاک را جبران می‌کند (۲۸). در فلوریدای آمریکا بعد از یک دوره آفتاب‌دهی روی کرت‌ها محصولات مختلفی کشت کردند. تراکم علف‌های‌هرز در کرت‌هایی که بعد از دوره آفتاب‌دهی در آنها گوجه فرنگی کشت شده بودند ۷/۸ درصد و در کرت‌های شاهد ۳۴/۹ درصد بود یعنی تراکم علف‌های‌هرز در کرت‌های آفتاب‌دهی شده نسبت به کرت‌های شاهد ۲۷/۱ درصد کمتر بودند. همچنین بعد از یک سال جمعیت علف‌های‌هرز در کرت‌های آفتاب‌دهی شده کمتر بود (۲۳). آفتاب‌دهی با کاهش ورود ماشین آلات به داخل زمین برای وجین و سمپاشی علف‌های‌هرز، سبب بهبود ساختمان خاک می‌شود که در نتیجه آن ساختمان خاک کمتر تخریب شده و هزینه‌های ماشین آلات هم کاهش می‌یابد (۲۰). با توجه به دماهای بالا و روزهای آفتابی در طی تابستان در مناطق خشک و نیمه خشک کشور و همچنین اهمیت روش‌های مدیریت غیرشیمیایی علف‌های‌هرز، این مطالعه جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک، روی کنترل علف‌هرز علف پشمکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی اثر آفتاب‌دهی خاک بر وضعیت جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌هرز علف‌پشمکی، 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 در سه سطح شامل صفر (زمین بدون پوشش، شاهد)، یک و دو لایه پلاستیک و عامل مدت زمان آفتاب دهی با سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز و عامل عمق دفن بذر علف‌هرز علف‌پشمکی در چهار سطح صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر در سه تکرار اجرا شد. جمع آوری نمونه‌های بذر علف‌هرز علف‌پشمکی 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 $25 \pm 5^{\circ}C$ نگهداری شدند. قبل از شروع آزمایش آزمون جوانه‌زنی صورت گرفت و مشخص شد که ۳۰ درصدی از بذور داری خواب هستند. شکستن خواب با روش سرمادهی مرطوب به مدت دو هفته و در دمای ۱+ و ۸- درجه سانتی‌گراد انجام شد. آزمون جوانه‌زنی بعد از شکستن خواب 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، PH، EC و عناصر غذایی خاک قبل از عملیات کاشت، نمونه‌گیری از اعماق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و خصوصیات خاک 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 بطوری‌که تا عمق حداقل ۵۰ تا ۶۰ سانتی متری خاک مرطوب شد. آب مورد نیاز از چاه آب شیرین در مزرعه تحقیقاتی تأمین شد. زمین مورد نظر سال قبل از کاشت به صورت 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 تیمار یک کیسه (توری‌های مشبک از جنس پلاستیک) به ابعاد ۷ در ۷ سانتی‌متر حاوی ۲۵ عدد بذر در اعماق مورد نظر دفن شد. برای استقرار و پیشگیری از جابجایی کیسه‌های سطح خاک (درکرت‌های شاهد) توسط باد از شاخص‌های فلزی 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 (۱۱) بیان کردند که لبه‌های پلاستیک باید ۷/۵ تا ۱۵ سانتی متر 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 بصورت روزانه

در ساعت یک بعد از ظهر به وسیله دماسنج قابل حمل خاک در عمق‌های مربوطه ثبت گردید. دماسنج مربوطه دارای یک سنسور اسنوانه‌ای فلزی، با طول ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۰/۳ سانتی‌متر بود که با فرو بردن در عمق مربوطه دما را اندازه‌گیری می‌کرد و بلافاصله سوراخ مربوطه در تیمارهای با پوشش‌های پلاستیکی با چسپ نواری ترمیم شد. طول هر بلوک ۳۰ متر، عرض آن ۱/۵ متر، فاصله بین بلوک‌ها از یکدیگر ۱/۵ متر و تعداد کرت در هر بلوک نیز ۳۶ عدد بود. اندازه هر کرت ۰/۷۵ × ۰/۷۵ متر یا ۰/۵۶ متر مربع بود. 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 به آزمایشگاه منتقل شدند. بذرهایی که در مزرعه جوانه‌زده بودند از بذرهای دیگر جدا و سپس شمارش شدند (۵).

بخش آزمایشگاهی

جهت انجام آزمایش‌های جوانه‌زنی بذور در آزمایشگاه از دستگاه ژرمیناتور[1] با درجه حرارت ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) استفاده گردید. در طول دوره جوانه‌زنی، فاکتورهای سرعت جوانه‌زنی، درصد زوال و درصد بذور جوانه‌زده در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذور از روش ماگویر (۱۳) استفاده شد.

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

GR : سرعت جوانه‌زنی بذور

G : تعداد بذور جوانه‌زده در روز n ام

T : زمان (روز ۱ تا n ام پایان جوانه‌زنی)

بذور جوانه‌نزده جداگانه خشک 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 (۱۳). البته در مرحله نهایی جهت اطمینان از زوال یا زنده بودن بذور از آزمون تترازولیوم استفاده شد. این آزمون بر اساس قابلیت حیات بیوشیمیایی است و فعالیت متابولیکی و تنفسی را در سلول‌های بذر در حال آبنوشی یا جذب آب تعیین می‌کند (۸). در این راستا ابتدا بذرها به طور جانبی برش داده شد تا جنین بهتر در معرض ماده شیمیایی قرار گیرد. سپس در محلول یک درصد تترازولیوم با pH شش تا هفت، در دمای ۳۰ درجه انکوباتور و در پوشش فویل آلومینیومی به مدت سه تا چهار ساعت خیسانده شدند. پس از ظهور رنگ محلول تترازولیوم تخلیه و بذور دو تا سه مرتبه در آب شستشو و مورد بررسی قرار گرفتند. بذوری که تمام سطح آن یا دو سوم آن رنگ گرفته بود، سالم و در غیر این صورت مرده تلقی گردیدند (۲). تجزیه آماری داده‌ها به وسیله نرم‌افزار Genstat 9th[2] و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

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 نشان داد که آفتاب‌دهی باعث ایجاد تغییرات در خصوصیات و عناصر موجود در خاک شد (جدول ۱). چن و کاتان (۶) بیان داشتند 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 (۱۳).

نتایج 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 و شاهد 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 ۱۵ سانتی‌متری 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 (۱۶). در مطالعه دیگری اختلاف دمای بین تیمار شاهد و آفتاب‌دهی را ۸ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند (۲۶).

تأثیر آفتاب‌دهی خاک بر درصد جوانه‌زنی و زوال بذر علف‌پشمکی

نتایج نشان داد که اثر آفتاب‌دهی خاک بر بیشتر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری، شامل درصد جوانه‌زنی در مزرعه و آزمایشگاه و درصد زوال بذر معنی‌دار بود (جدول ۲).

۱- مدل Conviron E7 & G80

۲- یکی از رایجترین نرم‌افزارهای آماری در علوم کشاورزی

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

Table 1– Soil properties tested before and after the implementation of soil solarization

خصوصیات خاک Soil properties	EC (dS/m)	pH	غلظت Na (mEq/L)	غلظت Ca با Mg (mEq/L)	SAR $(mmol/L)^{0.5}$
قبل از آفتاب‌دهی (Before soil solarization)	7.2	7.8	43	32	10.75
بعد از آفتاب‌دهی (After soil solarization)	8.2	7.4	50	37	11.62

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات عوامل آفتاب‌دهی خاک بر درصد جوانه‌زنی در مزرعه، آزمایشگاه و زوال بذر علف‌پشمکی

Table 2– Analysis of variance (mean squares) of the effects of soil solarization factors on the germination percentage in the field, laboratory and decay of downy brome seed

		میانگین مربعات (MS)		
منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	درصد جوانه‌زنی در مزرعه Germination in field (%)	درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه Germination in laboratory (%)	بذور زوال یافته Seed decay (%)
بلوک (Block)	2	2.81	5.48	3.11
مدت زمان آفتاب‌دهی Solarization times (T)	2	59.70^{ns}	491.25^{**}	883.11^{**}
تعداد لایه پلاستیک Plastic layers (L)	2	5209.92^{**}	14382.81^{**}	44325.77^{**}
عمق دفن Burial depth (D)	3	11869.43^{**}	2965.48^{**}	5524.69^{**}
T x L	4	70.59^{ns}	21.25^{ns}	112.88^{*}
T x D	6	452.98^{**}	126.22^{**}	165.28^{**}
D x L	6	2105.43^{**}	4350.22^{**}	1983.06^{**}
T x D x L	12	206.98^{**}	44.96^{**}	75.54^{*}
خطا (Error)	70	40.14	11.88	32.06

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند

^{ns}, * and **Non-significant and significant at %5 and %1 level of probability respectively

جدول ۳- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و پوشش پلاستیک روی درصد جوانه‌زنی بذر علف‌پشمکی در مزرعه

Table 3– The Interactions between the three factors of burial depth, solarization times and number of layers of plastics on the percentage of downy brome seed germination in the field

مدت آفتاب دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن Burial depth (cm)			
		0	5	10	15
15	شاهد (Uncovered)	2.66^{op}	76^{ab}	81.33^{a}	66.66^{bc}
	یک لایه (1–layer)	37.33^{hig}	32^{jk}	34.66^{ijk}	37.33^{hig}
	دو لایه (2–layer)	26.66^{op}	20^{lm}	46.66^{efgh}	42.66^{ghi}
30	شاهد (Uncovered)	8^{nop}	76^{ab}	81.33^{a}	69.33^{bc}
	یک لایه (1–layer)	12^{mno}	18.66^{lm}	49.33^{efg}	49.33^{efg}
	دو لایه (2–layer)	8^{nop}	14.66^{mn}	52^{defg}	53.33^{def}
45	شاهد (Uncovered)	16^{mn}	73.33^{ab}	76^{ab}	72^{ab}
	یک لایه (1–layer)	1.33^{p}	18.66^{lm}	45.33^{fgh}	60^{cd}
	دو لایه (2–layer)	0^{p}	8^{nop}	46.66^{efgh}	60^{cd}

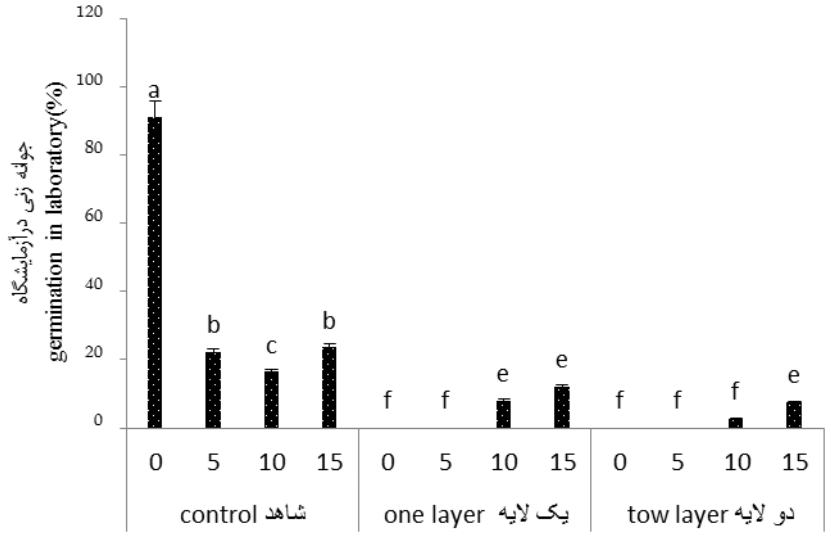
حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% probability level

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد در تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور در مزرعه در اعماق پایین خاک مشاهده شد با توجه به اینکه در این اعماق مقدار درجه حرارت خاک کمتر از سطح خاک بوده بذور

کمتر آسیب دیده‌اند. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور در مزرعه در تیمار شاهد (در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک به میزان ۸۱/۳۳ درصد)، و کمترین میزان به ترتیب در تیمار دو لایه (صفر) و یک لایه پلاستیک (هشت درصد) در ۴۵ روز پس از آفتاب‌دهی در سطح خاک مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد دمای زیاد حاصل از مدت زمان آفتاب‌دهی خاک از جوانه‌زنی ممانعت کرده و این بذور قوه نامیه خودشان را از دست داده‌اند. افزایش زمان آفتاب‌دهی موجب کنترل بهتر علف‌های هرز نسبت به شاهد می‌شود (۲).

نتایج نشان داد بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی بذور در آزمایشگاه در تیمار شاهد مشاهده شد و بین تیمار شاهد و تیمارهای یک و دو لایه پلاستیک در تمامی اعماق آزمایش اختلاف معنی‌دار بود. در سطح خاک و در عمق پنج سانتی‌متری در تیمارهای یک و دو لایه پلاستیک هیچ کدام از بذرهای علف‌پشمکی قادر به جوانه زنی در آزمایشگاه نبودند به نظر می‌رسد که درجه حرارت حاصل از آفتاب‌دهی خاک بذور علف‌پشمکی را در تیمارهای مورد اشاره از بین برده است (شکل ۱). لایه هوای بین دو لایه پلاستیک به عنوان عایق عمل کرده و از هدر رفتن گرمای زیر پلاستیک جلوگیری می کند (۲۰).



شکل ۱- اثر متقابل عمق دفن بذر(۰، ۵، ۱۰و ۱۵سانتی‌متری خاک) و تعداد لایه پلاستیک بر درصد جوانه‌زنی بذور علف‌پشمکی در آزمایشگاه. ستون‌ها با حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (خطوط عمودی خطای استاندارد داده‌های مشاهده شده را نشان می‌دهد)

Figure 1- Interaction effects burial depth (0, 5, 10 and 15 cm of soil) and number of layers plastic of on the percentage of downy brome seed germination in the laboratory .Columns with the same letter at least one least significant difference test (FLSD) are not any significant difference in the level of 5% (The vertical lines indicate the standard error of the observed data)

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه در تیمار شاهد در سطح خاک، پس از ۱۵ روز آفتاب‌دهی بدست آمد. به نظر می‌رسد عدم وجود رطوبت کافی در سطح خاک بدون پوشش (شاهد) مانع جوانه‌زنی بذور این علف‌هرز در سطح خاک مزرعه شده و زمانی که دوباره در آزمایشگاه شرایط جوانه‌زنی برای آنها فراهم شد جوانه زدند. در ۳۰ روز پس از آفتاب‌دهی در عمق ۱۰ سانتی‌متری و ۴۵ روز پس از آفتاب‌دهی در تمام اعماق تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک هیچ کدام از بذرهای علف‌پشمکی قادر به جوانه‌زنی در آزمایشگاه نبودند (جدول ۴). می‌توان نتیجه گرفت که دوره ۱۵ روزه‌ی آفتاب دهی خاک برای از بین بردن بذور سطح خاک و عمق پنج سانتی-متری خاک کافی است اما برای از بین بردن بذور اعماق ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری دوره ۴۵ روزه آفتاب‌دهی خاک لازم است. رستم و همکاران (۲۴) گزارش کردند که پاسخ گونه‌های مختلف به مدت آفتاب‌دهی متفاوت است. در آزمایشی درصد جوانه‌زنی سلمه تره (*Chenopodium album* L.) در ۲، ۴ و ۶ هفته آفتاب‌دهی نسبت به شاهد بدون آفتاب‌دهی به ترتیب۳۰، ۸۲ و ۸۶ درصد کاهش یافت که این روند برای خرفه (*Portulaca oleracea* L.) ۳۵، ۶۶ و ۷۷ درصد و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) در ۳۸، ۷۲ و ۸۲ درصد و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) ۶۵، ۸۴ و ۸۵ درصد بود با توجه به اینکه خردل وحشی یک گونه زمستانه است احتمالاً تحمل پذیری کمتری به دمای بالای خاک دارد. کومار و

شارما (۱۷) نیز نتایج مطلوبی از آفتاب‌دهی خاک در کنترل اکثر علف‌های هرز، مخصوصا علف‌های‌هرز یکساله گرفتند اما در کنترل اویارسلام (*Cyperus esculentus* L.) نتایج رضایت بخش نبود. از تمامی بذور علف‌های‌هرزی که سالانه وارد بانک بذر می‌شود ۹۵ درصد را علف‌های‌هرز یکساله تشکیل می‌دهند و تنها چهار درصد از آنها جزء علف‌های‌هرز چند ساله می‌باشند (۲۷).

جدول ٤- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و تعداد لایه پلاستیک روی درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه بذر علف‌پشمکی

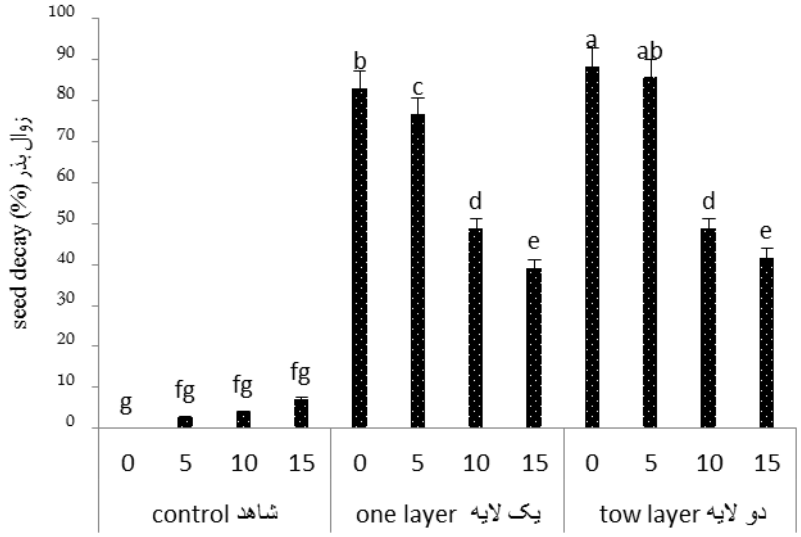
Table 4- The Interactions between the three factors of effects burial depth, solarization times and number of layers plastic of on the percentage of downy brome seed germination in the laboratory

مدت آفتاب‌دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن Burial depth (cm)			
		0	5	10	15
15	شاهد (Uncovered)	97.33^{a}	22.66^{de}	16^{fg}	29.33^{c}
	یک لایه(1–layer)	0^{j}	0^{j}	18.66^{defg}	22.66^{de}
	دو لایه(2–layer)	0^{j}	0^{j}	8^{hi}	16^{fg}
30	شاهد (Uncovered)	92^{a}	21.33^{def}	14.66^{g}	24^{cd}
	یک لایه(1–layer)	0^{j}	0^{j}	5.33^{ij}	13.33^{gh}
	دو لایه(2–layer)	0^{j}	0^{j}	0^{j}	6.66^{i}
45	شاهد (Uncovered)	84^{b}	22.66^{de}	18.66^{defg}	17.33^{efg}
	یک لایه(1–layer)	0^{j}	0^{j}	0^{j}	0^{j}
	دو لایه(2–layer)	0^{j}	0^{j}	0^{j}	0^{j}

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% level probability

بیشترین درصد زوال در سطح خاک و عمق پنج سانتی‌متری، بترتیب در تیمارهای دو لایه و یک لایه پلاستیک رخ داد اما در اعماق پایین‌تر تفاوت معنی‌داری بین استفاده از یک یا دو لایه پلاستیک مشاهده نشد. که نشان می‌دهد درجه حرارت تجمع یافته در زیر پوشش پلاستیک باعث افزایش درصد زوال شده است. کمترین درصد زوال بذر در تیمار شاهد مشاهده شد؛ به طوری‌که در سطح خاک زوال بذر مشاهده نشد و در اعماق پایین‌تر نیز تفاوت معنی‌دار نبود (شکل ۳).



شکل ۲- اثر متقابل عمق دفن (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری خاک) و تعداد لایه پلاستیک روی درصد زوال بذر علف‌پشمکی. ستون‌ها با حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (FLSD) در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (خطوط عمودی خطای استاندارد داده‌های مشاهده شده را نشان می‌دهد)

Figure 2- Interaction effects burial depth (0, 5, 10 and 15 cm of soil) and number of layers plastic of on the percentage of downy brome seed decay .Columns with the same letter at least one least significant difference test (FLSD) are not any significant difference in the level of 5% (The vertical lines indicate the standard error of the observed data)

محققان بیان کردند که میزان زوال بذر در لایه‌های فوقانی خاک نسبت به لایه‌های تحتانی بیشتر است و گونه‌های زمستانه نسبت به تابستانه‌ها حساسیت بالاتری به آفتاب‌دهی دارند و راحت‌تر از بین می‌روند (۱۹). افزایش دمای خاک منجر به تجزیه مواد آلی و همچنین افزایش سوخت و ساز بذرها در خاک گشته و بدنبال آن حجم گازهای سمی خاک افزایش می‌یابد. از طرف دیگر افزایش دمای خاک سبب فعالیت بیشتر و حمله میکروارگانیزم‌ها به بذور و اندام‌های پایای علف‌های هرز می‌گردد. تمامی این اثرات منجر به افزایش مرگ و میر و کاهش تراکم علف‌های هرز می‌شود (۱۴).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و پوشش پلاستیک روی درصد زوال بذر علف پشمکی نشان داد که بیشترین درصد زوال در سطح خاک و در تیمار دو لایه پلاستیک، پس از ۴۵ روز آفتاب‌دهی (۱۰۰ درصد) اتفاق افتاد که البته با درصد زوال پس از ۳۰ روز آفتاب‌دهی و تیمار یک لایه پلاستیک پس از ۴۵ روز آفتاب‌دهی و یک لایه پلاستیک تفاوت معنی‌داری نداشت. در تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک با افزایش عمق خاک درصد زوال کاهش یافت که به نظر می‌رسد در این اعماق دمای حاصل از آفتاب‌دهی خاک کمتر بوده است (جدول ۵). حیدر و سید احمد (۱۲) گزارش کردند که با افزایش زمان آفتاب دهی از دو به شش هفته میزان زوال بذر بیشتر شد به طوری‌که تعداد بذور سبز شده در تیمار شش هفته آفتاب‌دهی ۱۰۰ درصد کاهش یافت. آنها بیان کردند که اثر آفتاب‌دهی بر بذور علف‌های‌هرزی که آب جذب کرده بودند بیشتر از سایر تیمارها بود. لارنی و بلاکشو (۱۸) با بررسی اثر کمپوست کود گاوی روی بقای بذر علف‌های‌هرز مشاهده کردند که بذر گونه‌های علف‌پشمکی، نوک لک لکی *Erodium cicutarium* (L.) و خردل وحشی در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد از بین رفتند.

جدول ۵- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و تعداد لایه پلاستیک روی درصد زوال بذر علف‌پشمکی

Table 5- The Interactions between the three factors of effects burial depth, solarization times and number of layers plastic on the percentage of downy brome seed decay

مدت آفتاب‌دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن Burial depth (cm)			
		0	5	10	15
15	شاهد (Uncovered)	0^{m}	1.33^{m}	2.66^{lm}	4^{lm}
	یک لایه(1–layer)	62.67^{fg}	68^{ef}	46.67^{hig}	40^{jk}
	دو لایه(2–layer)	73.33^{de}	80^{cd}	45.33^{ijk}	41.33^{jk}
30	شاهد (Uncovered)	0^{m}	2.66^{lm}	4^{lm}	6.66^{lm}
	یک لایه(1–layer)	88^{bc}	81.33^{cd}	45.33^{ijk}	37.33^{k}
	دو لایه(2–layer)	92^{ab}	85.33^{cd}	48^{hij}	40^{jk}
45	شاهد (Uncovered)	0^{m}	4^{lm}	5.33^{defg}	10.67^{l}
	یک لایه(1–layer)	98.67^{a}	81.33^{cd}	54.67^{j}	40^{jk}
	دو لایه(2–layer)	100^{a}	92^{ab}	53.33^{j}	44^{jk}

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% probability level

بررسی اثر آفتاب‌دهی خاک بر سرعت جوانه‌زنی بذور علف‌پشمکی

نتایج نشان داد که اثر تعداد لایه پوشش پلاستیکی، مدت زمان آفتاب‌دهی و عمق دفن و همچنین اثرات متقابل دوگانه (به غیر از اثر متقابل دوگانه مدت زمان آفتاب‌دهی – تعداد لایه پوشش پلاستیکی) و اثرات متقابل سه گانه بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۶).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه بر سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بذور موجود در سطح خاک و عمق پنج سانتی‌متری در تیمار یک لایه و دو لایه پلاستیک بدلیل زوال بذر قادر به جوانه‌زنی در آزمایشگاه نبودند و لذا سرعت جوانه‌زنی قابل محاسبه نبود. 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. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد و در سطح خاک مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ٦- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مدت زمان آفتاب‌دهی، تعداد لایه پلاستیک و عمق دفن، بر سرعت جوانه‌زنی بذور علف‌پشمکی
Table 6- Analysis of variance (mean squares) of the effects of solarization times, plastic layer and burial depth on the germination rate on downy brome seed

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed per day)
مدت زمان آفتاب‌دهی (T) Solarization times	**2**	**5.99****
تعداد لایه پلاستیک (L) Plastic layers	2	106.85**
عمق دفن (D) Burial depth	3	15.84**
T x L	4	0.24^{ns}
T x D	6	1.14**
D x L	6	25.83**
T x D x L	12	0.77**
خطا (Error)	72	0.14

^{ns}و** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند
^{ns} and **Non-significant and significant at %5 level of probability respectively

جدول ۷- اثرات متقابل سه گانه عمق دفن، مدت زمان آفتاب‌دهی و تعداد لایه پلاستیک روی سرعت جوانه‌زنی بذر علف پشمکی در آزمایشگاه
Table 7- The Interactions between the three factors of effects burial depth, solarization times and number of layers plastic effects on the germination rate of downy brome seed in the laboratory

مدت آفتاب‌دهی Solarization times (day)	پوشش پلاستیک (Plastic cover)	عمق دفن Burial depth (cm)			
		0	**5**	**10**	**15**
15	شاهد (Uncovered)	8.61^{a}	2.17^{de}	1.72^{ef}	2.83^{c}
	یک لایه(1–layer)	0^{i}	0^{i}	1.94^{def}	2.25^{cde}
	دو لایه(2–layer)	0^{i}	0^{i}	0.88^{gh}	1.63^{ef}
30	شاهد (Uncovered)	6.89^{b}	2de	1.37^{fg}	2.36^{cd}
	یک لایه(1–layer)	0^{i}	0^{i}	0.61^{hi}	1.36^{fg}
	دو لایه(2–layer)	0^{i}	0^{i}	0^{i}	0.83^{gh}
45	شاهد (Uncovered)	6.43^{b}	2.25^{cde}	1.94^{def}	1.88^{def}
	یک لایه(1–layer)	0^{i}	0^{i}	0^{i}	0^{i}
	دو لایه(2–layer)	0^{i}	0^{i}	0^{i}	0^{i}

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
Similar letters indicate a don't have significant differences at the 5% probability level

جهت اطمینان از خواب یا زنده بودن بذرهای باقیمانده علف پشمکی که در آزمایشگاه جوانه نزده بودند از آزمون تترازولیوم استفاده شد. نتایج نشان داد که تمامی بذور باقیمانده علف‌پشمکی که روی آنها آزمون تترازولیوم صورت گرفت قوه نامیه خودشان را از دست داده بودند و یا به عبارت دیگر زوال یافته بودند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که آفتاب‌دهی خاک به مقدار قابل توجهی سبب افزایش دما شد، به طوری‌که پوشش خاک با دو لایه پلاستیک منجر به افزایش درجه حرارت خاک تا حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد گردید. در تمام طول مدت آفتاب‌دهی کمترین درصد زوال در تیمار شاهد و بیشترین درصد زوال به ترتیب در تیمار دو لایه و یک لایه پلاستیک رخ داد که نشان می‌دهد درجه حرارت تجمع یافته در زیر پوشش پلاستیک باعث افزایش درصد زوال شده است. در سطح خاک و در عمق پنج سانتی‌متری در تیمارهای یک لایه و دو لایه پلاستیک هیچ کدام از بذرهای علف‌پشمکی قادر به جوانه‌زنی در آزمایشگاه نبودند به نظر می‌رسد که دمای زیاد حاصل از آفتاب‌دهی خاک بذور علف‌پشمکی را در تیمارهای با پوشش پلاستیکی از بین برده باشد. دوره ۱۵ روزه آفتاب‌دهی خاک برای از بین بردن بذور سطح خاک و عمق پنج سانتی‌متری خاک کافی است اما برای از بین بردن بذور اعماق ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری دوره ۴۵ روزه آفتاب‌دهی خاک لازم است. در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد استفاده از آفتاب‌دهی در مناطق خشک و با شدت نور بالا همچون بیرجند به عنوان یک روش غیرشیمیایی جهت مهار علف‌پشمکی مؤثر بوده و می‌توان از آن در برنامه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز ستفاده نمود.

منابع

1- Abdin O.A., Zhou X.M., Cloteir D., Coulman D.C., Faris M.A., and Smith D.L. 2000. Cover crop and inter row tillage for weed control in short season maize (*Zea mays).* European Journal of Agronomy, 12:93-102.
2- Akram Ghaderi F., kamkar B., and Soltani A. 2008. Seed Science and Technology. Mashhad University Jahad publications, (In Persian).
3- Asghari J., and Mahmoudi A. 1999. Important weeds in fields and pastures Iran. Gilan University publications, (In Persian).
4- 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.
5- 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.
6- 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.
7- Durant A., and Caocolo L. 1988. Solarization in weed control for onion (*Allium cepa* L.*).* Advances in Horticulture, 2:104-108.
8- Ghaderifar F., and Soltani A. 2010. Seed Control and Certification. Mashhad University Jahad publications, (In Persian).
9- Ghosh P., and Kumar Dolai A. 2014. Soil solarization, an eco-physiological method of weed control. Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary. Department of Agriculture, Government of West Bengal, India,14:42-44.
10- Gupta O.P. 2000. Modern Weed Management. Agrobios published, India.
11- Hagan A.K., and Gazaway W.S. 2000. Soil Solarization for the Control of Nematodes and Soil borne Diseases. Alabama Cooperative Extension System, pp:1-4.
12- 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.
13- Hartman H., Kester D., and Davis F. 1990. Plant propagation, principle and practices, Prentice Hall Imitational Editions.
14- Horowitz M., Regev Y., and Herzlinger G. 1983. Solarization for weed control. Weed Science, 31:170-179.
15- 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.
16- Khanzada M.A., Lodhi A.M., and Shahzad S. 2009. Effects of soil solarization on mango decline pathogen, lasiodiplodia theobromae. Pakistan. Journal Botany, 41:3179-3184.
17- Kumar R., and 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.
18- Larney F.J., and Blackshaw R.E. 2003. Weed seed viability composted beef cattle feedlot manure. Journal of Environmental Quality, 32:1105-1113.
19- Marenco R.A., and Lustosa D.C. 2000. Soil solarization for weed control in carrot, Brasilia. 35:2025-2032.
20- Marquez J., and Wang K.H. 2014. Soil solarization as an organic pre-emergent weed-management tactic. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai‘i at Mānoa, 14:1-7.
21- Moradi B., Bahrami Kamangar S., Kamangar C.L., and Kamangar M.C. 2008. Solarization method for controlling pests, diseases and weeds of strawberry fields in Kurdistan .Agricultural Research Center of Kurdistan Province, Pp.20-40.(In Persian).
22- Najafi H. 2007. Non-chemical methods of weed management weeds. Publications Inquiry knowledge , 198 p. (In Persian).
23- 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.
24- Rustam J., Nabavi Kalat S.M., and Sadrabadi Haghighi R. 2010. Effect of type and duration solarization on germination percentage of four weed species.. Iranian Journal of Field Crops Research, 8:26-33. (In Persian).
25- Sanei Shariat Panahi M. 1997. Common weeds in the Near East. Publication of Agricultural Education, (In Persian).
26- Saremi H., and Ashrafi S.A. 2006. New technology in the control of plant diseases using soil solarization to reduce pesticide use and protect the health of the environment. Future studies conferences, technology and development prospects, 11 to 14 June, Amirkabir University of Tehran. Pp. 1-6. (In Persian).
27- 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. Scientia Agriculturae. 2:26-32.
28- Yaron D., Regev A., and Spector R. 1991. Economic Evaluation of Soil Solarization and Disinfestation, in Soil Solarization. Boca Raton, Florida. Pp: 171-190.