"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد یازدهم، شماره ٤، زمستان ١٤٠١
(ص ٦٣-٥٣)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 11, No.: 4, Winter 2023
(pp: 53-63)
DOI: 10.22092/ijsst.2022.358730.1434
Research Article

تأثیر افزایش دمای خاک با مالچ پلاستیکی بر صفات جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز در بذر چهار گونه علف هرز بهاره

اشکان رحیمی شیرازی[1]، مهدی مدن دوست[1*]، احمد کاظمی [1]

۱. گروه زراعت، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰)

چکیده

با توجه به مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی، می‌توان برای کنترل علف‌های هرز از روش بالا رفتن دمای خاک به وسیله مالچ پلاستیکی استفاده کرد. این پژوهش در سال ۱۳۹۹ در شهرستان فسا انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از ۲ عامل و ۳ تکرار اجرا شد. عامل اول بذر۴ گونه علف هرز تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus*)، سلمه تره (*Chenopodium album*)، خرفه (*Portulaca oleracea*) و بارهنگ (*Plantago lancoelata*) و عامل دوم مدت زمان پو شش مالچ پلا ستیک در ۳ سطح شاهد، ۲۰ و ۴۰ روز بود. پس از انجام زمان‌های پو شش مالچ پلاستیک، بذرها از عمق خاک بیرون آورده و مورد آزمون استاندارد جوانه‌زنی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر و فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز با مالچ پلاستیک روند کاهشی را نشان دادند. مالچ پلا ستیک ۴۰ روزه سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی و افزایش هدایت الکتریکی بذرها نسبت به تیمار بدون مالچ پلاستیک گردید. تیمار مالچ پلاستیک ۴۰ روزه سبب کاهش وزن خشک گیاهچه نسبت به شاهد گردید. در بین علف‌های هرز بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر در سلمه‌تره مشاهده شد. از سوی دیگر تیمار مالچ پلاستیکی نتوانست تغییر معنی‌داری در جوانه زنی بذر بارهنگ داشته باشد. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار پارامترهای مرتبط با جوانه‌زنی بذر در گونه‌های مختلف علف‌های هرز مورد آزمایش با زمان آفتاب‌دهی تحت پوشش مالچ پلاستیکی متفاوت بوده است؛ به‌طوری که آفتاب‌دهی به مدت ۴۰ روزه برای کنترل علف‌های هرز قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: بنیه‌ی بذر، درصد جوانه‌زنی، غشای سلولی بذر، وزن خشک گیاهچه.

The effects of soil temperature increasing using plastic mulch on germination traits and alpha and beta amylase in seeds of four spring weed species

A. Rahimi Shirazi[1], M. Madandoust[1*], A. Kazemi[1]

1. Agronomy Department, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran
(Received: May. 18, 2022 – Accepted: Aug. 01, 2022)

Abstract

Considering the environmental problems due to the usage of chemical herbicides, to control the weeds we can increase soil temperature by mulching. This research was conducted in Fasa in 2020. The experiment was performed as a factorial in a completely randomized design with three replications.The first factor was four varieties of weeds including *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* and *Plantago lancoelata* and the second factor was duration of mulching cover in 3 treatments including control, 20 and 40 days. After the periods of plastic mulching, the seeds were taken out of the soil depth and were examined based on standardized germination test. The results showed that the percentage and rate germination seeds, vigor and alpha and beta amylase decreased with the plastic mulching was used. 40 days of plastic mulching caused a reduction in germination speed comparing to the treatment which had no plastic mulching. By increasing the duration of the usage of mulching, the electric conduction of seeds showed an increase applying plastic mulching for forty days caused a decrease in seedling growth comparing to the treatment. The highest decrease in germination and seed vigor among the weeds was observed in *Chenopodium album* on the other hand plastic mulching treatment couldn't affect the germination in *Plantago lancoelata*. Overall, the results of this study showed that the parameters related to seed germination in different weed species was different based on the time of sun exposure under plastic mulch; So that solarization for 40 days is recommended to control weeds.

Keywords: Cell membrane in seed, Percentage germination, Seed vigor, Seedling dry weight.

* Email: mehdimadandoust@yahoo.com

مقدمه

علف‌های هرز مشکل اساسی برای زمین‌های زراعی محسوب می‌شوند و رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز از مهم‌ترین چالش‌های کشاورزی است، به‌طوری که خسارت حاصل شده از علف‌های هرز تا حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد نیز می‌رسد (Pannacci *et al*., 2017). بنابراین کنترل علف های هرز نیازمند اطلاعات دقیق و کامل از گیاه، خاک و بسیاری از عامل‌های دیگر محیطی است که در ارتباط با شناخت و کنترل علف‌های هرز می‌باشند (Smith, 2017). کنترل مناسب علف‌های هرز باید براساس یک برنامه مدیریت مبارزه تلفیقی باشد و هدف آن ترکیب تکنیک‌های مخصوص کنترل علف‌های هرز برای رسیدن به یک سطح اقتصادی با حداقل استفاده از سموم شیمیایی می‌باشد، لذا مدیریت کنترل علف‌های هرز سبب کاهش مصرف بیش از حد علف‌کش‌ها می‌شود (Lowry and Smith, 2018). در راستای اهداف کشاورزی پایدار در سال‌های اخیر و چالش‌های حاصل شده ناشی از مصرف بی‌رویه علف‌کش‌ها برای انسان و محیط زیست، بنابراین استفاده از روش‌های غیر شیمیایی جزء ضروری در کنترل و مدیریت مبارزه با علف‌های هرز خواهد بود (Swanton *et al*., 2003).

آفتاب‌دهی خاک با وسیله مالچ پلاستیکی یک روش غیر شیمیایی جهت مدیریت علف‌های هرز است. بدین صورت که لایه‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن روی سطح خاک آبیاری شده در ماه‌های گرم تابستان گذاشته می‌شود (Johnson *et al*., 2007). آفتاب‌دهی با استفاده از مالچ پلاستیکی با توجه به دو عامل دما و رطوبت صورت گرفته و برای کنترل برخی از علف های هرز، آفات و بیماری ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zhang *et al*., 2019). قرار گرفتن بذرهای علف‌های هرز در شرایط دمای بالای خاک از عوامل اصلی کاهش‌دهنده جمعیت بذر علف‌های هرز در خاک مرطوب می‌باشد (Karimian and Baziar, 2020).

با افزایش دمای خاک در اثر استفاده از آفتاب‌دهی، زوال بذر افزایش یافته که در نتیجه تخریب ساختار آنزیم‌های تنفسی، اختلال سنتز پروتئین و اسیدهای نوکلئیک اتفاق می‌افتد (Durant and Caocolo, 1988). بنابراین افزایش مرگ بذر علف های هرز در اثر بالا رفتن دمای خاک به دلیل خسارت مستقیم به ساختار و متابولیسم سلول‌ها حاصل می‌شود. همچنین بالا رفتن دمای خاک باعث تجزیه مواد آلی و افزایش حجم گازهای سمی در خاک می‌شود (Jabran and Chauhan, 2018). پدیده های حاصل شده در اثر افزایش دمای خاک منجر به زوال بذر و کاهش تراکم علف‌های هرز خواهد شد. البته علف‌های هرز یک‌ساله معمولاً در مقایسه با علف‌های هرز چند ساله آسان‌تر کنترل می‌شوند (Kapoor, 2013). پاسخ گونه‌های مختلف علف‌های هرز به این تیمارها بسته به سن، عمق قرارگیری بذر در خاک، میزان مواد آلی موجود خاک، رطوبت خاک، دمای خاک، مدت زمان آفتاب‌دهی و فعالیت بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها و اثرات برهمکنش آن‌ها بستگی خواهد داشت (Mallek *et al*., 2007). محققان بیان کردند که مالچ پلاستیکی می‌تواند سبب افزایش دما به میزان ۶ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد شود و بسیاری از شاخص‌های جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز را تحت تاثیر قرار دهد (Karimian and Baziar, 2020). برخی از علف‌های هرز به علت تولید زیاد بذر به شدت در مزارع غالب شده و به دلیل دوره طولانی خواب، کنترل شیمیایی آنها بسیار سخت است. در نتیجه افزایش دمای خاک می‌تواند بر روی بانک بذر علف های هرز تاثیر بگذارد (Mennan *et al*., 2020).

به دلیل مشکلات زیست محیطی ناشی از استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی و تأثیر منفی که بر محیط زیست دارد، می توان برای کنترل علف‌های هرز از روش آفتاب‌دهی و افزایش دمای خاک تحت پوشش مالچ پلاستیکی استفاده کرد. در این پژوهش تاثیر آفتاب‌دهی خاک با استفاده از مالچ پلاستیکی روی جوانه‌زنی و برخی

صفات فیزیولوژیکی بذر علف‌های هرز بهاره تاج خروس وحشی، سلمه‌تره، خرفه و بارهنگ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مشخصات جغرافیایی منطقه اجرای طرح شامل عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و با ارتفاع حدود ۱۳۸۱ متر از سطح دریا بود. بذرهای علف‌های هرز تاج خروس وحشی، سلمه‌تره، خرفه و بارهنگ از مزارع اطراف شهرستان فسا و شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۲ عامل و ۳ تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل ۴ نوع بذر علف هرز تاج خروس وحشی، سلمه تره، خرفه و بارهنگ و عامل دوم مدت زمان پوشش مالچ پلاستیک با ۳ سطح شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک)، پوشش مالچ پلاستیک ۲۰ روزه و پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روزه استفاده شد. قبل از انجام آزمایش از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌گیری جهت انجام تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک انجام شد. در تیر ماه ۱۳۹۹ بعد از آماده‌سازی زمین و کرت‌بندی آن، بذرها به‌طور تصادفی در هر کرت در یک توری مشبک از جنس پلاستیک به ابعاد ۷ × ۷ سانتی‌متر قرار داده شد و در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک قرار داده شد. دلیل مشبک بودن جهت رسیدن رطوبت به بذرها و تبادل دمایی با بستر خاک می‌باشد. بعد از آبیاری به‌صورت غرقابی، لایه‌های پلاستیکی به رنگ سیاه با ضخامت ۰/۵ میلی‌متر به روی هر کرت قرار داده شد. اندازه قطعاتی که روی آن‌ها پلاستیک قرار داده شد ۱/۵×۱/۵ متر بود (Ravangard *et al*., 2017). جهت جلوگیری از اتلاف حرارت حاصل از تابش آفتاب، حاشیه‌های پلاستیک از هر طرف ۲۵ سانتی‌متر با خاک مزرعه پوشانده شد. در طول زمان انجام آزمایش به طور هفتگی در ساعت یک بعد از ظهر با استفاده از دماسنج درجه حرارت زیر پوشش‌های پلاستیکی در عمق ۱۵ سانتی‌متری ثبت شد. پس از اندازه‌گیری دمای خاک زیر پوشش پلاستیک، بلافاصله منفذ به وجود آمده با چسب نواری بسته می‌شد. دمای اندازه‌گیری شده خاک در طول انجام آزمایش در زیر پوشش پلاستیکی در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱- دمای خاک در زیر پوشش پلاستیکی در مدت اجرای آزمایش

Table 1- Soil temperature under plastic mulch cover during the duration of the experiment

تاریخ Date	هفته Week	دما Temperature
13.04.1399	Week 1 هفته	38 ℃
20.04.1399	Week 2 هفته	42 ℃
27.04.1399	Week 3 هفته	48 ℃
3.05.1399	Week 4 هفته	51 ℃
10.05.1399	Week 5 هفته	57 ℃
15.05.1399	Week 6 هفته	68 ℃

پس از انجام دوره‌های آفتاب‌دهی خاک، بذر علف‌های هرز جداگانه از خاک بیرون آورده شد و در همان روز به آزمایشگاه منتقل شد. در نهایت بذرهای علف های هرز مورد آزمون استا ندارد جوانه‌زنی قرار گرفتند. تعداد ۵۰ عدد بذر سالم بدون شکستگی در هر تکرار به طور تصادفی در هر تیمار انتخاب شد. پس از

ضدعفونی بذر علف‌های هرز با محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد به مدت ۳۰ ثانیه، درون پتری‌های ۹۰ میلی‌متری استریل شده روی کاغذ صافی قرار داده شد. پس از آن به میزان ۵ سی‌سی آب مقطر به درون هر پتری‌دیش ریخته شد. در ادامه پتری‌دیش‌ها در داخل اتاقک رشد با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (Amiri *et al*., 2011).

اندازه‌گیری صفات

درصد و سرعت جوانه‌زنی

به مدت ۱۴ روز به‌صورت روزانه (هر ۲۴ ساعت) تعداد بذور جوانه زده شمارش شدند. برای محاسبه حداکثر و سرعت جوانه‌زنی (Maguire, 1962; Nichols and Heydecker, 1986) از رابطه‌های ۱ و ۲ استفاده شد.

رابطه ۱ = درصد جوانه‌زنی

۱۰۰× (تعداد بذر علف‌های هرز / بذر علف‌های هرز جوانه زده)

رابطه ۲ $GR=\Sigma\frac{Ni}{Ti}$

Ni: بذر جوانه‌زده در روز، Ti: مدت زمان از شروع آزمایش

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

در روز آخرجوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی ۱۰ عدد بذر با خط‌کش برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. از میانگین این‌ها طول کل گیاهچه محاسبه گردید.

وزن خشک گیاهچه

وزن خشک ۱۰ عدد گیاهچه شامل وزن خشک ریشه‌چه+ وزن خشک ساقه‌چه پس از قرار گرفتن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تعیین گردید.

شاخص بنیه بذر (گیاهچه)

با استفاده از رابطه ۳ شاخص بنیه بذر محاسبه شد (Abdul baki and Anderson, 1973).

رابطه ۳ = بنیه گیاهچه

۱۰۰/ (میانگین طول گیاهچه × درصد جوانه‌زنی استاندارد)

هدایت الکتریکی بذرها

از هر تیمار ۳ تکرار ۱۰۰ بذری برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی به صورت تصادفی انتخاب گردید. در ابتدا وزن (جرم) بذرها با ترازو اندازه‌گیری شد. پس از آن بذرها به طور جداگانه به مدت ۲۴ ساعت غوطه‌ور در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر در داخل ظروف بسته با فویل آلومینیومی قرار داده شدند. همچنین یک ظرف با آب دو بار تقطیر شده بدون بذر علف های هرز نیز به عنوان شاخصی از کیفیت آب (شاهد) در نظر گرفته شد. ظروف محتوی آب دو بار تقطیر شده به مدت ۲۴ ساعت در در دمای اتاق قرار داده شد تا از لحاظ دما به تعادل برسند. بعد از آن هدایت الکتریکی (با یکای میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) ظروف حاوی بذر علف های هرز با استفاده از دستگاه EC متر، اندازه‌گیری شدند. پس از آن با استفاده فرمول هدایت الکتریکی میزان هدایت الکتریکی هر گرم نمونه بذر محاسبه شد، که به صورت عدد حاصل از EC متر تقسیم بر وزن (جرم) خشک ۱۰۰ عدد بذر بدست آمد. در نهایت بر اساس در صد هدایت الکتریکی گزارش گردید (ISTA, 2003).

فعالیت آنزیم آلفا و بتا آمیلاز

جهت اندازه‌گیری فعالیت آلفا و بتا آمیلاز بذر جوانه زده شده، نمونه‌ها در هاون چینی ساییده و پس از آن با ۱۲۰۰۰ دور در دمای ۴-۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس از کاغذ صافی عبور داده شدند و محلول حاصل برای اندازه‌گیری آنزیم آلفا و بتا آمیلاز استفاده گردید. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی در هر لوله آزمایش ریخته شده و پس از آن به هر لوله آزمایش ۰/۵ میلی‌لیتر نشاسته یک درصد اضافه شد. پس از سه دقیقه به میزان یک میلی‌لیتر شناساگر DNS به هر لوله آزمایش اضافه شد. همچنین برای تهیه نمونه شاهد

عصاره‌ی آنزیمی حذف شد. به مدت پنج دقیقه در حمام آب گرم (دستگاه بن‌ماری) لوله‌های آزمایش قرار داده شدند. پس از سرد شدن در دمای اتاق، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به لوله‌های آزمایش اضافه گردید. در نهایت میزان جذب در ۵۴۰ نانومتر با ا ستفاده از د ستگاه ا سپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Bernfeld, 1955).

با استفاده از نرم افزارآماری SAS نسخه ۹/۱ ابتدا داده‌های آزمایش نرمال بودن و چولگی آنها بررسی شد و سپس تجزیه واریانس داده‌ها و به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه میانگین تیمارها انجام شد. لازم به ذکر است که در صورت معنی‌دار بودن اثر برهم‌کنش عامل‌های آزمایشی، برش‌دهی با رویه‌ی L.S. Means (انجام مقایسات در هر نوع علف هرز به‌طور جداگانه) انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گردید. برش‌دهی به معنای این است که مقایسه میانگین در هر سطح از فاکتور اول برای سطوح مختلف فاکتور دوم به‌طور جداگانه انجام می‌شود.

نتایج و بحث

مشخصات صفات اندازه‌گیری شده در خاک مزرعه شامل بافت خاک که در این مزرعه لوم و دارای اسیدیته ۷/۰ و شوری ۲/۱ دسی‌زیمنس بر متر بود.

صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات در صد و سرعت جوانه‌زنی نشان داد که اثر پوشش مالچ پلاستیک و نوع علف هرز بر این صفات معنی‌دار بود. همچنین درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر برهمکنش نوع علف هرز و پوشش مالچ پلاستیک قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات مورد بررسی

Table 2- Analysis of variance (mean square) for studied traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Stem length	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه The ratio of root length to stem	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	بنیه‌ی بذر Seed vigor	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	آلفا آمیلاز Alpha- amylase	بتا آمیلاز Beta- amylase
گونه علف هرز Weed	3	158 **	0.0000038 **	2.11 **	1.85 **	1.11 **	0.0002 **	3.42 **	32.41 **	0.28 **	0.29 **
مالچ پلاستیک Plastic mulch	2	45 *	0.0000037 **	2.08 **	1.25 *	1.02 **	0.0001 **	6.21 **	45.17 **	0.19 **	0.20 **
گونه علف هرز× مالچ پلاستیک Weed × Plastic mulch	6	102 **	0.0000031 **	1.96 **	1.41 **	1.05 **	0.0001 **	4.25 **	35.18 **	0.22 **	0.24 **
خطا Error	24	32	0.0000003	0.11	0.65	0.21	0.00001	0.164	10.32	0.015	0.022
ضریب تغییرات C.V (%)	–	11.21	10.31	12.35	13.08	12.09	9.21	11.31	8.23	16.14	20.12

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌داری.

*, ** and ns is significant at the 5 and 1 percent of probability levels and non-significant, respectively

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها نشان داد که در علف‌هرز تاج خروس وحشی، سلمه تره و خرفه، کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب برابر ۵۲، ۳۶ و ۵۶ در صد بود که در پو شش مالچ پلا ستیک ۴۰ روز بدست

آمد که نسبت به تیمار شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) کاهش معنی‌داری نشـان داد (جدول ۳). در بذر علف هرز تاج خروس وحشی و خرفه اختلاف معنی‌داری در شاهد با تیمار پوشـش مالچ پلاسـتیک ۲۰ روز مشـاهده نشـد. نتایج حاصل نشان داد که پوشش مالچ پلاستیک سبب کاهش درصـد جوانه‌زنی در علف‌های هرز مورد بررسـی شـد و تاثیر کاهش دهندگی آن در علف هرز سلمه‌تره بیشتر بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش علف هرز و پوشش مالچ پلاستیک روی درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه

Table 3- Mean comparisons of interactions between weed seeds and plastic mulch cover on germination percentage and rate, stem and root length and ratio root length to stem

گونه علف هرز Weed	مالچ پلاستیک (روز) Plastic mulch (day)	میزان جوانه‌زنی (درصد) Germination (percent)	سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) Germination rate (per hour)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Stem length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Ratio root length to stem
تاج خروس *Amaranthus retroflexus*	Control	72 a	0.0065 a	1.7 a	1.3 a	1.30 a
	20	68 a	0.0064 a	1.6 a	1.3 a	1.23 a
	40	52 b	0.0050 b	0.7 b	0.8 b	0.87 b
سلمه تره *Chenopodium album*	Control	68 a	0.0060 a	1.4 a	1.2 a	1.16 a
	20	52 b	0.0051 b	0.9 b	1.0 b	0.90 ab
	40	36 c	0.0040 c	0.5 c	0.6 c	0.83 b
خرفه *Portulaca oleracea*	Control	68 a	0.0068 a	1.1 a	1.0 a	1.10 ab
	20	62 ab	0.0068 a	1.0 a	0.8 b	1.25 a
	40	56 b	0.0054 b	0.6 b	0.6 c	1.00 b
بارهنگ *Plantago lancoelata*	Control	72 a	0.0060 a	2.4 a	0.9 a	2.66 a
	20	70 a	0.0060 a	2.4 a	0.9 a	2.66 a
	40	68 a	0.0059 a	2.3 a	0.9 a	2.55 a

در هر ستون وجود حداقل یک حرف مشابه نشانه عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

In each column, the presence of at least one similar letter is a sign of no significant difference between treatments at the 5% level of Duncan's test.

با افزایش زمان اسـتفاده از سـطوح پوشـش مالچ پلاسـتیک روند تغییرات سـرعت جوانه‌زنی در تمامی علف‌های هرز روند کاهشـی را نشـان داد، به‌طوری‌که در تیمار شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) بیش‌ترین میزان سرعت جوانه‌زنی بد ست آمد، اما پو شش مالچ پلا ستیک ۴۰ روز سـبب کاهش سـرعت جوانه‌زنی نسـبت به شـاهد گردید (جدول ۳). همچنین در علف‌هرز بارهنگ اختلاف آماری معنی‌داری بین روزهای مختلف به کارگیری مالچ پلاسـتیک وجود نداشـت (جدول ۳). همچنین در بذر علف‌هـای هرز تـاج خروس وحشـی و خرفـه اختلاف معنی‌داری بین شـاهد با تیمار پوشـش مالچ پلاسـتیک ۲۰ روز مشاهده نشد.

پژوهشـگران گزارش کردند که دمای کشـنده برای از بین بردن بذرهای گونه‌های مختلف علف‌های هرز متفاوت

است (Golzardi *et al*., 2015). چنین به نظر می‌رسد که جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز توسط ترکیبی از خصوصیات ژنتیکی بذر، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تعیین می‌شود. دمای زیاد حاصل از مدت زمان پوشش مالچ پلاستیک، از جوانه‌زنی ممانعت کرده و باعث می‌شود بذور قوه نامیه خودشان را از دست بدهند (Karimian and Baziar, 2020). بنابراین کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز مرتبط با کیفیت بذر در اثر اعمال تیمار پوشش مالچ پلاستیک می‌باشد. از جمله دلایل تاثیرگذار در کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی در شرایط استفاده از مالچ پلاستیک، کاهش بیان سنتز هورمون‌ها و اختلال در آنزیم‌های موثر در جوانه‌زنی می‌باشد (Jabran and Chauhan, 2018). همچنین گزارش شده است که تیمار پوشش مالچ پلاستیک سبب کنترل بهتر بذر علف‌های هرز زمستانه شده است. احتمالا دلیل حساس‌تر بودن بذرهای گونه‌های زمستانه، عدم سازگاری اکولوژیکی با دمای بالا می‌باشد (Ravangard *et al*., 2017).

صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تاثیر نوع علف هرز و پوشش مالچ پلاستیک قرار گرفت، همچنین برهمکنش عوامل آزمایشی روی این صفات معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز در علف‌های هرز مختلف اندازه‌گیری شد که نسبت به سطح شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) کاهش نشان داد (جدول ۳). به‌طوری که تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز در علف‌های هرز تاج خروس وحشی، سلمه تره و خرفه به ترتیب سبب کاهش ۵۹، ۶۴ و ۴۵ درصدی طول ریشه‌چه نسبت به سطح شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) شد. همچنین طول ساقه‌چه با تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز در علف‌های هرز تاج خروس وحشی، سلمه تره و خرفه به ترتیب کاهش ۳۸، ۵۰ و ۴۰ درصدی نسبت به سطح شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) نشان داد. در از سوی دیگر حداکثر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار بدون پوشش مالچ پلاستیک (شاهد) اندازه‌گیری شد. همچنین تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز نسبت به شاهد بدون مالچ نتوانست تغییر معنی‌داری در طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در علف‌هرز بارهنگ ایجاد کند (جدول ۳). روند تغییرات نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در تمامی علف‌های هرز با افزایش زمان استفاده شده پوشش مالچ پلاستیک کاهشی بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در تیمار شاهد مشاهده شد، اما پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز سبب کاهش این صفت شده است (جدول ۳). نتایج بدست آمده دیگر نشان داد که بیشترین اثر منفی تیمار پوشش مالچ پلاستیک در علف هرز خرفه و سلمه‌تره مشاهده شد.

تحرک پایین مواد ذخیره‌ای و انتقال کمتر آنها به سمت رویان به علت خسارت‌های مختلف به بخش‌های گوناگون بذر احتمالا یکی از دلایل کاهش رشد گیاهچه علف‌های هرز در شرایط افزایش زمان استفاده از پوشش مالچ پلاستیک است. در گزارش‌های قبلی نیز بیان شده که گونه‌های مختلف علف‌های هرز حساسیت متفاوتی به پوشش مالچ پلاستیک دارند و به دلیل ترکیبات موجود در بذر آنها می‌باشد (Rostam *et al*., 2011). آسیب شدید یاخته‌ای و مرگ یاخته‌ها به دلیل بهم ریختن ساختارهای یاخته‌ای در اثر افزایش دمای خاک به دلیل استفاده از پوشش مالچ پلاستیک توسط محققان گزارش شده است. بنابراین به هم ریختن ساختار پروتئین‌ها و افزایش سیالیت غشاهای یاخته‌ای در اثر دمای بالای خاک بخشی از خسارت غیرمستقیم پوشش مالچ پلاستیکی می‌باشد (Cohen *et al*., 2018). درنتیجه تقریبا تمام واکنش‌های متابولیکی سلول تحت تأثیر تیمار پوشش مالچ پلاستیک قرارگرفته و در نهایت بر رشد جنین تأثیر می‌گذارد و سبب کاهش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه می‌گردد (Jabran and Chauhan, 2018).

صفات وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر

وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر تحت تاثیر نوع علف هرز و پوشش مالچ پلاستیک قرار گرفت، همچنین اثر برهمکنش عوامل آزمایشی روی این صفات معنی‌دار بود (جدول ۲). در علف‌های هرز تاج خروس وحشی، خرفه و بارهنگ اختلاف معنی‌داری بین تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۲۰ روز با شاهد بدست نیامد (جدول ۴). همچنین وزن خشک گیاهچه در تیمار بدون پوشش مالچ پلا ستیک (شاهد) در علف‌هرز بارهنگ با تیمارهای ۲۰ و ۴۰ روز مالچ پلاستیک اختلاف معنی‌داری نداشت. از سوی دیگر تیمار پو شش مالچ پلا ستیک ۴۰ روز نسبت به شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) توانست سبب کاهش ۳۷ و ۴۴ درصدی در وزن خشک گیاهچه در علف‌هرز تاج خروس وحشی و سلمه تره شود (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش علف هرز و پوشش مالچ پلاستیک بر وزن خشک گیاهچه، بنیه‌ی بذر، هدایت الکتریکی و آنزیم آلفا و بتا آمیلاز

Table 4- Mean comparisons of interactions between weed seeds and plastic mulch cover on seedling dry weight, seed vigor, electrical conductivity and Alpha and Beta- amylase

گونه علف هرز Weed	مالچ پلاستیک (روز) Plastic mulch (day)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (g)	بنیه‌ی بذر Seed vigor	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	آلفا آمیلاز (میکرومول بر میلی‌لیتر بر دقیقه) Alpha- amylase ($\mu moles.ml^{-1}.min^{-1}$)	بتا آمیلاز (میکرومول بر میلی‌لیتر بر دقیقه) Beta- amylase ($\mu moles.ml^{-1}.min^{-1}$)
تاج خروس *Amaranthus retroflexus*	Control	0.035 a	1.080 a	20 b	0.50 a	0.53 a
	20	0.034 a	0.986 a	21 b	0.47 ab	0.50 ab
	40	0.022 b	0.390 b	35 a	0.43 b	0.46 b
سلمه تره *Chenopodium album*	Control	0.032 a	0.884 a	22 c	0.48 a	0.58 a
	20	0.026 b	0.494 b	28 b	0.46 a	0.56 a
	40	0.018 c	0.198 c	38 a	0.31 b	0.42 b
خرفه *Portulaca oleracea*	Control	0.028 a	0.714 a	18 b	0.40 a	0.60 a
	20	0.026 ab	0.558 b	20 ab	0.30 b	0.48 b
	40	0.024 b	0.336 c	22 a	0.17 c	0.29 c
بارهنگ *Plantago lancoelata*	Control	0.030 a	1.188 a	18 a	0.44 a	0.68 a
	20	0.030 a	1.155 ab	18 a	0.41 ab	0.59 b
	40	0.029 a	1.088 b	19 a	0.38 b	0.57 b

در هر ستون وجود حداقل یک حرف مشابه نشانه عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن است.

In each column, the presence of at least one similar letter is a sign of no significant difference between treatments at the 5% level of Duncan's test.

تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز سبب کاهش معنی‌دار شاخص بنیه بذر در تمامی علف‌های هرز گردید (جدول ۴). به‌طوری که تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز در علف‌های هرز تاج خروس وحشی و سلمه تره به ترتیب سبب کاهش ۶۴ و ۷۸ درصدی بنیه بذر نسبت به سطح شاهد (بدون پو شش مالچ پلا ستیک) شد. همچنین بنیه بذر با تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز در علف‌های هرز خرفه و بارهنگ به ترتیب کاهش ۵۳ و ۸ درصدی نسبت به سطح شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) نشان داد. در علف‌های هرز تاج خروس وحشی و بارهنگ اختلاف معنی‌داری بین تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۲۰ روز با شاهد وجود نداشت. همچنین شاخص

بنیه بذر در تیمار شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) در علف‌هرز بارهنگ با تیمارهای ۲۰ و ۴۰ روز مالچ پلاستیک اختلاف معنی‌داری نداشتند. از سوی دیگر علف‌هرز بارهنگ دارای بیشترین شاخص بنیه بذر در شرایط مختلف استفاده از مالچ پلاستیکی و عدم استفاده از مالچ پلاستیکی بود (جدول ۴).

تیمارهای پوشش مالچ پلاستیک به علت خسارت به بخش‌های مختلف بذر علف‌های هرز و افزایش نفوذپذیری غشا سلولی روی رویان تاثیر منفی گذاشته که در نتیجه سبب تولید گیاهچه‌های ضعیف‌تری می‌شود (Neogi *et al*., 2017). بنابراین تیمارهای مالچ پلاستیکی از طریق افزایش رطوبت و دما سبب آسیب شدید ساختار یاخته‌ای و مرگ یاخته‌ها به دلیل به هم ریختن ساختارهای آن‌ها شده و سبب کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر علف‌های هرز می‌گردد (Ravangard *et al*., 2017). بنابراین افزایش زمان استفاده از پوشش مالچ پلاستیک موجب کنترل بهتر علف‌های هرز گردید. گزارش شده است که تیمار پوشش مالچ پلاستیک خاک با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین رویان بذر، جوانه‌زنی و بنیه بذر را کاهش می‌دهد (Cohen *et al*., 2018).

هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی بذر علف های هرز تحت تاثیر نوع علف هرز و پوشش مالچ پلاستیک قرار گرفت، همچنین اثر برهمکنش عوامل آزمایشی روی این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی در پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز در علف‌های هرز تاج خروس وحشی و سلمه تره مشاهده شد، به‌طوری که تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۴۰ روز در علف‌های هرز تاج خروس وحشی و سلمه تره به ترتیب سبب افزایش ۷۵ و ۷۳ درصدی هدایت الکتریکی نسبت به سطح شاهد (بدون پوشش مالچ پلاستیک) شد (جدول ۴). در بذر علف‌های هرز تاج خروس وحشی، خرفه و بارهنگ اختلاف معنی‌داری بین تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۲۰ روز با شاهد وجود نداشت. همچنین هدایت الکتریکی در تیمار بدون پوشش مالچ پلاستیک (شاهد) در علف‌هرز بارهنگ با تیمارهای ۲۰ و ۴۰ روز مالچ پلاستیک اختلاف‌اش معنی‌داری نبود (جدول ۴). در اثر بالا رفتن دمای خاک با استفاده از پوشش مالچ پلاستیک یکی از اولین بخش‌های گیاهی که آسیب می‌بیند غشا یاخته‌ای است که در اثر آن، تراوایی غشای یاخته‌ای افزایش می یابد. بنابراین ترکیبات موجود در داخل یاخته به سمت بیرون از آن نشت می‌کنند. افزایش نشت‌پذیری غشاهای یاخته‌ای به دلیل افزایش پراکسیداسیون لیپیدها با تولید رادیکال‌های آزاد صورت می‌گیرد (Kanellou *et al*., 2016). بالا رفتن دمای خاک سبب شده که پیوندهای هیدروژن و دی سولفید در پروتئین‌ها و چربی‌ها تغییر کرده و ساختار غشای بذر را تحت تاثیر قرار دهد. در نتیجه ساختار غشای بذر تخریب شده و باعث افزایش هدایت الکتریکی بذر علف‌های هرز می‌شود (Lowry and Smith, 2018). گزارش شده است که افزایش هدایت الکتریکی سبب کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر شده که در نهایت سبز شدن بذر علف‌های هرز در خاک کاهش می‌یابد (Patel *et al*., 2005).

صفات فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز

فعالیت آنزیم های آلفا و بتا آمیلاز تحت تاثیر نوع علف هرز و پوشش مالچ پلاستیک قرار گرفت، همچنین اثر برهمکنش عوامل آزمایشی روی این صفات معنی‌دار بود (جدول ۲). فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در علف‌های هرز تاج خروس وحشی، سلمه‌تره و بارهنگ اختلاف معنی‌داری بین تیمار پوشش مالچ پلاستیک ۲۰ روز با شاهد نشان نداد (جدول ۴). همچنین آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز در بذر علف‌های هرز تاج خروس وحشی و بارهنگ در تیمار های ۲۰ و ۴۰ روز مالچ پلاستیک اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در هر حال افزایش زمان استفاده از مالچ پلاستیک در همه‌ی علف‌های هرز سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز شده است

(جدول ۴).

فعالیت آنزیم های دخیل در جوانه‌زنی بذر شامل آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز تحت تاثیر تیمار پوشش مالچ پلاستیک قرار گرفته است. احتمالا کاهش فعالیت این آنزیم‌ها به دلیل افزایش هدایت الکتریکی و تخریب ساختار یاخته‌ای به دلیل اثرات منفی پوشش مالچ پلاستیک بوده است. بنابراین با بالا رفتن نشت‌پذیری غشاهای یاخته‌ای بر متابولیسم یاخته‌ای اثر مخرب دارد و سبب ایجاد تغییر در ماهیت و فعالیت آنزیم‌ها می‌شود (Morales-Cedillo *et al*., 2015). به نظر می‌رسد بخش زیادی از واکنش‌های متابولیکی یاخته بذر علف‌های هرز تحت تأثیر تیمار پوشش مالچ پلاستیک قرار گرفته و در نهایت بر رشد آن تأثیر می‌گذارد (Jabran and Chauhan, 2018). آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز از آنزیم‌های حیاتی در فرایند جوانه‌زنی هستند که کاهش فعالیت آنها می‌تواند باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر گردد. بنابراین کاهش این صفات در علف‌های هرز ناشی از تغییر در فعالیت این آنزیم‌ها بوده است (Papenfus *et al*., 2015).

نتیجه‌گیری

افزایش مدت زمان قرار گرفتن پوشش مالچ پلاستیک روی صفات جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز تاج‌خروس وحشی، سلمه‌تره و خرفه به‌طور معنی‌داری موثر بود. اما نتوانست بذرهای بارهنگ را تحت تاثیر قرار دهد. درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز با افزایش مدت زمان استفاده از سطوح پوشش مالچ پلاستیک روند کاهشی نشان داد. در هر حال با افزایش زمان استفاده از پوشش مالچ پلاستیک روی رویان تاثیر منفی گذاشته و در نتیجه سبب کاهش بنیه بذر می‌شود. همچنین افزایش استفاده از پوشش مالچ پلاستیک خاک احتمالا به دلیل بالا رفتن هدایت الکتریکی بذر، فعالیت آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی شامل آلفا و بتا آمیلاز را کاهش می‌دهد. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که میزان حساسیت و تأثیرپذیری گونه‌های مختلف علف‌های هرز به آفتاب‌دهی خاک متفاوت است. همچنین آفتاب‌دهی به مدت ۴۰ روز برای کنترل علف‌های هرز قابل توصیه می‌باشد.

منابع

Reference

Amiri, M. B., P. Rezvani Moghaddam, H.R. Ehyai, J. Fallahi, and M. Aghhavani shajari. 2011. Effect of osmotic and salinity stresses on germination and seedling growth indices of artichoke (*Cynara scoolymus*) and purple coneflower (*Echinacea purpurea*). Environ. Stresses in Crop Sci. 3(2): 165-176. (In Persian, with English Abstract)

Bernfeld, P., 1955. Amylase α and β. Methods in Enzymol. 1: 149-158.

Cohen, O., A. Gamliel, J. Katan, E. Kurzbaum, J. Riov, and P. Bar. 2018. Controlling the seed bank of the invasive plant Acacia saligna: comparison of the efficacy of prescribed burning, soil solarization, and their combination. Biol. Invasions. 20: 2875-2887.

Durant, A., and E. Caocolo. 1988. Solarization in weed control for onion *(Allium cepal.)*. Adv. Hortic. 2: 104-108.

Golzardi, F., Y. Vaziritabar, Y. Vaziritabar, K.S. Asilan, M.H. Jafari Sayadi, and S. Sarvaramini. 2015. Effect of Solarization and Polyethylene Thickness Cover Type on Weeds Seed Bank and Soil Properties. J. Appl. Environ. Biol. Sci. 5: 88-95.

ISTA. 2003. Handbook for seedling evaluation (3rd.ed). Int. Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.

Jabran, K., and B.S. Chauhan. 2018. Weed control using ground cover systems. pp 61-71. In Jabran K., and B. Chauhan (eds.). Non-Chemical Weed Control. Academic Press, London, U.K.

Johnson, W.C., R.F. Davis, and B.G. Mullinix. 2007. An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in the southeastern coastal plain. Crop Prot. 26: 1660-1666.

Kanellou, E., M. Papafotiou, G. Conomou, and N. Ntoulas. 2016. Testing soil solarization as an alternative method for weed, suppression at archaeological sites. In VI Int. Conf. Landscape and Urban Hortic. 1189: 69-72.

Kapoor, R.T. 2013. Soil Solarization: Eco-friendly technology for farmers in agriculture for pest management. 2nd Int. Conf. Adv. Biol. Pharm. Sci. (ICABPS'2013) Sept 17-18, 2013, Hong Kong.

Karimian, A., and M.R. Baziar. 2020. Effect of soil temperature increasing by using plastic mulch on germination and seed vigor weeds of Amaranthus retroflexus, *Chenopodium album* and *Avena fatua*. Iran. J. Seed Sci. Res. 7: 361-374. (In Persian, with English Abstract)

Lowry, C.J., and R.G. Smith. 2018. Weed Control through Crop Plant Manipulations. pp 73-96. In Jabran, K., and B. Chauhan (eds.). Non-Chemical Weed Control. Acad. Press, London, U.K.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci. 2:176-177.

Mallek, S.B., T.S. Prather, and J.J. Stapleton. 2007. Interaction effects of *Allium spp*. residues, concentrations and soil temperature on seed germination of four weedy plant species. Appl. Soil Ecol. 37: 233-239.

Mennan, H., K. Jabran, B.H. Zandstra, and F. Pala. 2020. Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: Rev. Agron. 10(2): 257.

Morales-Cedillo, F., A. Gonzalez-Solis, L. Gutiérrez-Angoa, D.L. Cano-Ramírez, and M. Gavilanes-Ruiz. 2015. Plant lipid environment and membrane enzymes: the case of the plasma membrane H^+-ATP_{ase}. Plant Cell Rep. 34: 617-629.

Neogi, M.G., A.K.M. Salah Uddin, M.T. Uddin, and J. Lauren. 2017. Effect of seedbed solarization on plant growth and yield of two rice varieties BR11 and BRRI Dhan33. J. Bangladesh Agric. Univ. 15: 55-59.

Nichols, M.A., and W. Heydecker. 1986. Two approaches to the study of germination date. Proc. Int. Seed Test. 33:531-540.

Pannacci, E., B. Lattanzi, and F. Tei. 2017. Non-chemical weed management strategies in minor crops. A review. Crop Prot. 96: 44-58.

Papenfus, H.B., M.G. Kulkarni, M. Pošta, J.F. Finnie, and J.V. Staden. 2015. Smoke-isolated trimethylbutenolide inhibits seed germination of different weed species by reducing amylase activity. Weed Sci. 63: 312-20.

Patel, R.H., J. Shroff, S. Dutta, and T.G. Meisheri. 2005. Weed dynamics as influenced by soil solarization. A review. Agric. Rev. 26: 295-300.

Ravangard, S.E., S.V. Eslami, and S. Mahmudi. 2017. Effect of Soil Solarization on Downy Brome (*Bromus tectorum* L.) Control in Birjand Area. J. Plant Prot. 32(1): 11-19. (In Persian, with English Abstract)

Rostam, J., S.M. Nabavi Kalat, and R. Sadrabadi Haghighi. 2011. Studies on the Effect of Type and Solarization Period on Germination Percentage of Four Weed Species. Iran. J. Field Crops Res. 8: 26-33. (In Persian, with English Abstract)

Smith, A. E. 2017. Handbook of Weed Management Systems. Routledge, Boca Raton, U.S.

Swanton, C.J., B.D. Booth, and S.D. Murphy. 2003. Weed ecology in natural and agricultural systems. Agric. Ecosyst. Environ. 104(3): 683-684.

Zhang, H., C. Miles, S. Ghimire, C. Benedict, I. Zasada, and L. DeVetter. 2019. Polyethylene and biodegradable plastic mulches improve growth, yield, and weed management in floricane red raspberry. Sci. Hortic. 250: 371-379.