

اثر چهار گونه گیاه پوششی بر کنترل و تغییرات جمعیت علف‌های هرز در منطقه کرج

محمد رضا مجیدی^۱، بهرام میرشکاری^۲، بتول صمدانی^۳، حسن حاج نجاری^۴ و فرهاد فرحوش^۲

۱- دانشجوی دکتری، ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران، ۳- مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، ۴- پژوهشکده میوه‌های سردسیری، مؤسسه تحقیقات باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۲)

چکیده

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ در کرج، به منظور بررسی تأثیر گیاهان پوششی در کنترل علف‌های هرز و استفاده از علف‌کش برای استقرار گیاهان پوششی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی، گیاهان پوششی شامل علف‌بره (*Festuca ovina*)، لرزان‌قرمز (*Festuca rubra*)، علف‌گندمی‌بیابانی (*Agropyron desertorum*)، علف پشمکی (*Bromus tomentellus*) و شاهد (بدون گیاه پوششی و آلوده به علف هرز) و عامل فرعی، علف‌کش برمایسیدام (EC 40) در چهار سطح صفر، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ گرم در هکتار بود. بر اساس نتایج به دست آمده، گیاهان پوششی علف پشمکی و علف‌بره به ترتیب با ۸ و ۵ کیلوگرم بر مترمربع، بیشترین وزن خشک را دارا بودند. همین گیاهان، بیشترین تأثیر کاهش را بر تراکم علف‌های هرز (به ترتیب برابر ۸۶٪ و ۶۷٪) و وزن خشک علف‌های هرز (به ترتیب برابر ۸۱٪ و ۷۱٪) داشتند. اثر متقابل گیاه پوششی و علف‌کش روی وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار گردید. علف‌های هرز غالب در آزمایش شامل قدومه (*Alyssum desertorum*)، هفت‌بند (*Polygonum aviculare*) و خاکشیر ایرانی (*Descurainia sophia*) بودند که میانگین کاهش وزن خشک آنها در اثر اعمال تیمار نسبت به شاهد، به ترتیب ۷۱٪، ۸۹٪ و ۸۳٪ بود. بیشترین مقدار کاهش در وزن خشک علف‌های هرز غالب در گیاه پوششی علف‌پشمکی یادداشت شد. بیشترین کاهش تنوع علف‌های هرز بر اساس شاخص شانون وینر در بین تیمارهای گیاهان پوششی نسبت به شاهد (H=1.5) در گیاهان پوششی علف‌پشمکی (۰/۶) و علف‌بره (۰/۷۳) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: وزن خشک گیاه پوششی، علف‌کش، تنوع.

Effect of Four Cover Crop Species on Weed Control and Population Changes in Karaj Region

Mohammad Reza Majidi^{1,2}, Bahram Mirshekari^{*2}, Batoul Samedani³, Hassan Hajnajari⁴ and Farhad Frahvash²

1- Ph.D. Studen, 2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran, 3- Plant Protection Dept., Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, 4- Plant Biology and Crop

Productivity, Temperate and Cold Fruits Research Institute (TCFRI), Horticulture Science Res. Institute.

(Received: Aug. 15, 2017 - Accepted: May 12, 2018)

ABSTRACT

This experiment was conducted during 2015-2016 in Karaj, Iran to investigate the effect of cover crops on weed control and the use of herbicide on establishment of cover crops as a split-plot arrangement in a randomized complete block design with three replications. Main factors were *Festuca ovina*, *Festuca rubra*, *Agropyron desertorum*, *Bromus tomentellus* and control (no cover crops, weedy) and sub factor was Bromoxynil + MCPA (Bromicide M.A EC.40) herbicide in four levels: 0, 300, 450 and 600 gha⁻¹. Based on the findings, *B.tomentellus* and *F. ovina* species had the highest cover crop dry mater (8 and 5 kg/ m² respectively). *B. tomentellus* and *F. ovina* species had the highest reduction in weed densities (86% and 67%, respectively) and dry weights (81% and 71% respectively) compared to the control. The interaction between cover crops and herbicide on total dry weight of weeds was significant. The most common weeds of the experiment were *Alyssum desertorum*, *Descurainia Sophia* and *Polygonum aviculare*. The mean dry weight reduction of dominant weeds by cover crops compared to control for *D. sophia*, *A. desertorum* and *P. aviculare* were 83%, 71% and 89%, respectively. The highest dry weight loss of dominant weeds was belonged to *B.tomentellus* and *F. ovina* treatments. Based on the Shannon Wiener index, the highest reductions of diversity compared to the control (1.5) were observed for *B.tomentellus* (0.6) and *F. ovina* (0.73).

Key words: Cover crop, dry weight, herbicide, diversity.

* Corresponding author E-mail: mirshekari@iaut.ac.ir

مقدمه

علف‌های‌هرزی که دارای دوره رشدی طولانی هستند ایجاد کنند (Håkansson, 2003).

کنترل شیمیایی به همراه استفاده از گیاهان پوششی، یکی از راهکارهای مقابله با جوانه‌زنی‌های متناوب بذر علف‌های‌هرز است (Teasdale, 1996). در آزمایشی که بر روی جوانه‌زنی بذرها نوعی تاج خروس هیبرید (*Amaranthus hybridus*) انجام گرفت، کاربرد بقایای گیاه پوششی ماشک (*Visia sativa*) به میزان ۵۰۰ گرم در مترمربع به تنهایی توانست ۱۳٪ از جوانه‌زنی تاج خروس هیبرید بکاهد. استفاده از علف کش متولاکلر به میزان ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار نیز به تنهایی توانست جوانه‌زنی این علف‌هرز را به میزان ۱۶٪ کاهش دهد. مقدار این کاهش در شرایط اعمال توام این دو تیمار توانست تا ۸۶٪ افزایش یابد (Teasdale et al., 2005).

گیاه پوششی علف‌بره (*Festuca ovina* L.) گیاهی از تیره گندمیان، چندساله و با ارتفاع بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد. دمای بهینه برای رشد آن ۴/۵ تا ۳۸ درجه سلسیوس است و می‌تواند تا دو درجه سلسیوس را بدون بروز علائم یخ‌زدگی در اندام‌های هوایی تحمل کند (Bor, 1970). گیز و همکاران (Giese et al., 2014) دریافتند که گیاه پوششی علف‌بره نسبت به گیاهان پوششی علف‌بره‌نی (*Festuca arundinacea* Schreb)، چچم چند ساله (*Lolium perenne* L.) و علف‌باغ (*Dactylis glomerata* L.) دارای بیشترین تراکم و زیست‌توده بود. لرزانک‌قرمز (*Festuca rubra* L.)، گیاه پوششی چندساله فصل سرد است که با ریزوم و دانه تکثیر می‌شود. ساقه آن به شکل راست و بین ۲۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر متغیر است (Peeters, 2015). این گیاه، شرایط سایه و دیگر عوامل تنش‌زا را تحمل می‌کند (Sikoriya, 2014). ظهور گیاه پوششی لرزانک‌قرمز در اواخر فاز پنجه‌زنی گندم، بهترین شرایط را برای کاهش تأثیر علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد گندم دارد. این گیاه، یکی از

یکی از راهکارهای مهم برای جایگزینی علف‌کش‌ها، استفاده از گیاهان پوششی باقابلیت پررشدی^۱ و زودرشدی^۲، برای ایجاد رقابتی انتخابی با علف‌های‌هرز، در جهت جلوگیری از رشد علف‌های‌هرزو همچنین غنی نمودن خاک است (Davison & Newton, 2012). استفاده از گیاهان پوششی در راستای توسعه پایدار، مبتنی بر کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی و افزایش بهره‌وری اقتصادی است (MahdaviDamghani, 2005) و این گیاهان، یکی از اجزای مهم کشت‌های پایدار می‌باشند (Ahmadvand & Hajinia, 2015). ضروری است که گیاهان پوششی جهت کاهش تهدیدات زیست‌محیطی علف‌کش‌ها مدیریت شوند (Upadhyaya & Blackshaw, 2007) زیرا گیاهان پوششی، علاوه بر کنترل علف‌های‌هرز، موجب افزایش سهم خاک اطراف ریشه از مواد زیستی می‌شوند (Olson et al., 2014) و قادرند از طریق ایجاد رقابت برای جذب منابع، در مقابل علف‌های‌هرز و همچنین از طریق تولید مواد دگرآسیب‌به‌وسيله قسمت‌های زنده گیاه، مانع رشد علف‌های‌هرز شوند (Hartwig & Ammon, 2002).

گیاهان پوششی با تسریع در فرآیند بسته شدن تاج پوشش، به کاهش استقرار علف‌های‌هرز کمک می‌کنند (Teasdale & Mohler, 1993). به‌طورکلی، گیاهان پوششی از چهار طریق رقابت، دگرآسیبی، جذب مواد شیمیایی محرک جوانه‌زنی علف‌های‌هرز و تغییر در شرایط میکروبی خاک به نفع گیاه زراعی، (Schonbeck, 2005) موجب کنترل علف‌های‌هرز می‌شوند. همچنین سرعت در استقرار و تولید زیست‌توده بالا، از ویژگی‌های گیاهان پوششی برای کنترل علف‌هرزاست (Ekelemeet et al., 2003). گیاهان پوششی می‌توانند در تراکم‌های بالا، علف‌های‌هرز را کنترل کنند و انواع چندساله با توانایی رشد دوباره، قادر خواهند بود تا محدودیت بیشتری برای

¹ Rich growth

² Early growth

(*F. rubra*)، علف گندمی بیابانی (*A. desertorum*)، علف-پشمکی (*B. tomentellus*) و شاهد بدون گیاه پوششی و آلوده به علف هرز و عامل فرعی شامل علف کش پهن برگ کش برموکسنیل + ام سی پی آ (برومایسید ام آ، EC/۴۰) در چهار سطح صفر، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود. بر اساس مطالعات قبلی این علف کش جهت تسهیل استقرار گیاهان پوششی در برابر علف‌های هرز قبل از کاشت گیاهان پوششی زمین استفاده شد (Hein, 2014, Reddy, 2003). استفاده شد. علف کش توسط سم پاش پشتی کتابی مجهز به نازل شراهی با فشار ۲/۵ بار، به صورت پس رویشی و در بیست و هشتم فروردین ماه در کرت‌های تحت تیمار استفاده شد. ابعاد هر کرت ۳/۵×۳/۵ متر بود.

از روتیواتور به منظور حذف بقایای گیاهان موجود در سطح خاک استفاده شد و پس از آن زمین تسطیح گردید. بعد از غلتک زنی، بذور گیاهان پوششی به صورت دستی در دهم مهرماه کاشته شد. میزان بذر مصرفی گیاهان پوششی علف بره و لرزانک-قرمز ۳۰ کیلوگرم در هکتار و علف گندمی بیابانی و علف پشمکی، ۳۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. آبیاری گیاهان پوششی، سه بار و به صورت غرقابی تا سبز شدن آن‌ها انجام شد. یادداشت برداری از علف‌های هرز و گیاه پوششی در هفدهم اردیبهشت ماه انجام گرفت؛ که شامل شمارش علف‌های هرز به تفکیک گونه با استفاده از دو کوادرات ۰/۵×۰/۵ متری در داخل هر کرت فرعی بود و همزمان وزن خشک علف‌های هرز نیز به تفکیک گونه اندازه گیری شد. وزن خشک علف‌های هرز و گیاه پوششی بعد از قرار گرفتن در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت یادداشت شد. برای ارزیابی تأثیر گیاهان پوششی بر تنوع علف‌های هرز، از شاخص تنوع شانون وینر (H') (معادله شماره ۱)، برای تعیین غنای گونه‌ای از شاخص غنای گونه‌ای مارگالوف (معادله شماره ۲) و برای ارزیابی میزان یکنواختی از (معادله شماره ۳) استفاده شد.

گیاهان مطلوب برای ایجاد محدودیت رشدی بر گیاهان مجاور است (Hänninen, 2002). این گیاه، یکی از گیاهان مطلوب برای ایجاد محدودیت رشدی بر گیاهان مجاور است (Hänninen, 2002). علف پشمکی (*Bromus tomentellus*)، گیاهی پوششی زود رشد از تیره گندمیان است که به شکل طبیعی در مراتع زاگرس و البرز رشد می کند و منبع خوبی برای چرای دام است و قابلیت تحمل شرایط سخت را دارد (Armaki et al., 2013). علف پشمکی، مقاومت مناسبی نسبت به تنش خشکی دارد و از جوانه زنی قابل توجهی در شرایط تنش برخوردار است (Armaki et al., 2013). این گیاه، حساسیت کمتری به رقابت درون گروهی داشته و تراکم پذیری مطلوبی دارد (Barati et al., 2015). علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum*) (Fisch. ex Link) Schult. ریشه افشان آن عمق ۲۵۰ تا ۳۵۰ سانتیمتری زمین نفوذ می کند و به خوبی می تواند در نواحی با بارندگی ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی متر مستقر شود. این گیاه در شرایط بحرانی گرما به خواب می رود و می تواند خود را در مقابل شرایط نامساعد حفظ کند و در زمستان دوباره به رشد خود ادامه دهد (Olge, 2002).

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر گیاهان پوششی در کنترل علف‌های هرز و استفاده از علف کش برای استقرار گیاهان پوششی در منطقه کرج به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. در بهار سال ۱۳۹۳ و قبل از انجام آزمایش، تنوع علف‌های هرز مزرعه به منظور بررسی تغییرات احتمالی به وجود آمده پس از کشت گیاه پوششی، نمونه برداری و ثبت شد. از مهرماه سال ۱۳۹۴ تا خردادماه ۱۳۹۵، طرح کشت گیاهان پوششی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی، نوع گیاه پوششی در پنج سطح شامل علف بره (*F. ovina*)، لرزانک قرمز

اثر متقابل در مواقعی که اثر متقابل معنی‌دار برآورد شده بود، انجام گردید.

نتایج و بحث

وزن خشک گیاهان پوششی

مقایسه میانگین وزن خشک گیاهان پوششی در سطح ۵ درصد (شکل ۱) نشان داد که بیشترین وزن خشک مربوط به گیاه پوششی علف پشمکی (۸ کیلوگرم بر مترمربع) و پس از آن، تیمار علف بره (۵/۰۷ کیلوگرم بر مترمربع) و کمترین مقدار آن مربوط به علف گندمی بیابانی (۱/۸ کیلوگرم بر مترمربع) بود. یافته‌های لِنارز و همکاران (Linares et al., 2008)، حاکی از وجود رابطه منفی بین میانگین تجمع زیست‌توده گیاه پوششی شدر الیس (*Alysicarpus vaginalis* L.) و لویبای چشم‌بلبلی (*Vinga unguiculata* L.) و کنترل علف‌های هرز می‌باشد. بر اساس یافته‌های بیرگمن و همکاران (Björkman et al., 2015) نیز درجه کنترل علف‌های هرز به میزان وزن خشک تولیدی گیاه پوششی وابسته است. میرسکی و همکاران (Mirsky et al., 2011) گزارش کردند که رویش و رشد علف‌های هرز پس از استقرار و افزایش زیست‌توده گیاهان پوششی، تحت تاثیر آنها قرار می‌گیرد.

شاخص شانون (Magurran, 1988):

$$H' = - \sum p_i \times \log p_i \quad (\text{معادله ۱})$$

$$P_i = N_i / N$$

P_i ، فراوانی نسبی گونه‌ها؛ N_i ، تعداد افراد گونه i ام و N ، تعداد کل افراد است.

شاخص مارگالف (Magurran, 1988):

$$M = \frac{S - 1}{\ln N} \quad (\text{معادله ۲})$$

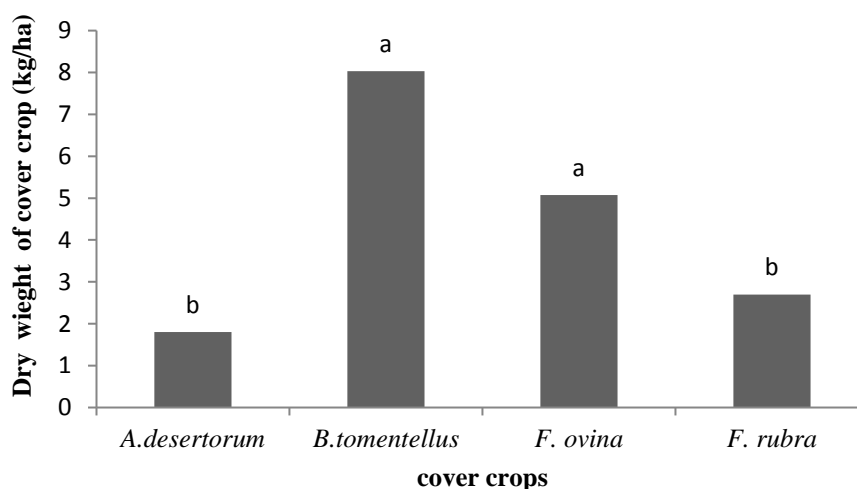
M ، شاخص غنای گونه‌ای؛ S ، تعداد گونه و N ، تعداد کل افراد گونه‌هاست.

شاخص یکنواختی پیلو (Peet, 1974):

$$E = \frac{H}{\ln(S)} \quad (\text{معادله ۳})$$

S ، تعداد گونه و H ، شاخص شانون است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها تست شد و سپس به وسیله نرم‌افزار SAS، آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برش دهی



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن خشک گیاهان پوششی

Figure 1- Mean comparison of dry weight of cover crops.

تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (نشان داده نشده است) نشان داد که تأثیر متقابل گیاه پوششی و سطوح مختلف علف کش برموکسنیل + ام سی پی آ (برومایسید ام آ، ۴۰٪ EC) بر تراکم کل علف‌های هرز در کلیه تیمارها و وزن خشک علف‌های هرز در دو تیمار علف‌پشمکی و لرزانک قرمز معنی‌دار نشد. بر اساس اطلاعات جدول ۱، میانگین تراکم کل علف‌های هرز در تیمارهای مختلف گیاهان پوششی با شاهد، اختلاف معنی‌دار داشت. بیشترین تراکم علف‌های هرز در مترمربع مربوط به شاهد (۴۰/۶ عدد در مترمربع) بود. در میان گیاهان پوششی، بیشترین تراکم علف‌های هرز به گیاه پوششی علف‌گندمی بیابانی (۲۰/۹ عدد در مترمربع) و پس از آن، به ترتیب به لرزانک قرمز (۱۸/۵ عدد در مترمربع) و علف‌بره (۱۳/۱ عدد در مترمربع) تعلق داشت و کمترین آن متعلق به گیاه پوششی علف‌پشمکی (۵/۳ عدد در مترمربع) بود. کرمر و لی (Kremer & Li, 2003) در تحقیقی نشان دادند که جمعیت علف‌های هرز، تحت تأثیر گیاهان پوششی کاهش پیدا می‌کند.

در مطالعه حاضر، میانگین وزن خشک کل علف‌های هرز در تیمارهای مختلف در سطح پنج درصد با شاهد اختلاف معنی‌دار نشان داد. بیشترین وزن خشک علف‌های هرز مربوط به شاهد (۳۰/۱ گرم در مترمربع) بود. در بین گیاهان پوششی، میانگین وزن خشک کل علف‌های هرز به ترتیب متعلق به علف‌گندمی بیابانی (۲۰/۵ گرم در مترمربع)، لرزانک قرمز (۱۸/۵ گرم در مترمربع)، علف‌بره (۱۳/۱ گرم در مترمربع) و علف‌پشمکی (۵/۸ گرم در

مترمربع) بود (جدول ۱). وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای علف‌پشمکی و علف‌بره به ترتیب ۸۱٪ و ۷۱٪ و تراکم علف‌های هرز نیز در این دو تیمار به ترتیب ۸۶٪ و ۶۷٪ نسبت به شاهد کاهش داشت. بیدگلی و همکاران (Bidgoli et al., 2013)، آب و نیتروژن را از مهم‌ترین عوامل رشد و توسعه گیاهان قلمداد کرده‌اند. تغییر در میزان این دو عامل، موجب کاهش قابلیت رقابت بین گیاهان می‌شود. گزارش سلطان (Sultan, 2001) مبنی بر همپوشانی نیاز گیاهان و محدودیت رشد، مؤید همین مطلب است. وینگاردن و همکاران (Wyngaarden et al., 2015)، گیاهان پوششی چندساله همانند شبدر قرمز (*Trifolium pratense*) را رقابت‌کننده مؤثری گزارش کردند.

ارمکی و همکاران (Armaki et al., 2013) گزارش کردند که علف‌پشمکی مقاومت بالایی نسبت به شرایط تنش خشکی دارد و قادر است با افزایش پتانسیل اسمزی در شرایط تنش، در هر مرحله از دانه رستی، استقرار مناسب‌تری داشته باشد. امیری و همکاران (Amiri et al., 2008) نیز عدم تأثیر شرایط شوری و اسیدیته خاک را بر گیاه علف‌پشمکی گزارش نموده‌اند. همچنین میر لوهی و همکاران (Mirlohi et al., 2006)، این گونه را با قابلیت بالای سازگاری در هر دو شرایط سرد و مرطوب و سرد و خشک معرفی کردند. به همین دلایل، این گیاه رقابت‌کننده بهتری نسبت به گیاهان مجاور به شمار می‌رود. محتوای بالای کلروفیل **b** و فنولیک این گیاه، شرایط

جدول ۱- مقایسه میانگین تأثیر نوع گیاه پوششی بر تعداد و وزن خشک کل علف‌های هرز

Table 1- Mean comparison of the effect of cover crops on total weeds density and dry weight.

Treatment	Weeds density (plants m ⁻²)	Weed dry weight (g m ⁻²)
<i>Agropyron desertorum</i>	20.9b	20.5b
<i>Bromustomentellus</i>	5.3d	5.7e
<i>Festuca ovina</i>	13.1c	8.7d
<i>Festuca rubra</i>	18.5bc	11.41c
Control	40.6a	30.1a

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% probability level in Tukey test.

برای علف هرز خاکشیر در تیمار علف‌گندمی بیابانی، علف‌بره و شاهد، برای علف هرز قدومه در تیمار علف‌بره، لرزانک قرمز و شاهد و برای علف هرز هفت‌بند در تیمار لرزانک قرمز و شاهد، معنی‌دار شده است (جدول ۴). مقایسه میانگین وزن خشک و تراکم علف‌های هرز غالب در تیمارهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. علف‌های هرز غالب محل آزمایش، قدومه (*Alyssum desertorum*)، هفت‌بند (*Polygonum aviculare*) و خاکشیر (*Descurainia Sophia*) بود. نتایج نشان داد که کمترین تراکم علف‌های هرز غالب به ترتیب مربوط به تیمار گیاه پوششی علف‌پشمکی (میزان کنترل نسبت به شاهد برای خاکشیر ۷۰٪، قدومه ۴۷٪ و علف هفت‌بند ۶۶٪) و پس از آن تیمار علف‌بره و لرزانک قرمز بود. بیشترین تراکم علف هرز در دو تیمار شاهد و علف‌گندمی بیابانی مشاهده گردید (جدول ۳). وزن خشک علف‌های هرز غالب در اثر اعمال تیمار گیاهان پوششی نسبت به شاهد، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. میزان کاهش در وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد در تیمار علف‌پشمکی برای علف هرز خاکشیر ۸۳٪، قدومه ۷۱٪ و هفت‌بند ۸۹٪ بود. میرسکی و همکاران (Mirsky et al., 2011) گزارش کردند که تفاوت در زمان جوانه‌زنی و حساسیت به نوع گیاه پوششی می‌تواند در غالبیت علف‌های هرز مؤثر باشد. پنولد و کالینز (Penold & Collinsn, 2012) گزارشی مبنی بر رقابت مطلوب چندساله‌های باریک برگ با علف‌های هرز، به‌ویژه گونه‌های هفت‌بند ارائه نموده‌اند. کارت و پرمسکی (Korte & Porembski, 2010) در تحقیقی به تأثیر گیاهان پوششی موجود در ردیف‌های باغ، بر کاهش رشد علف‌های اشاره کرده‌اند. اثر متقابل گیاهان پوششی و علف کش (جدول ۴) برای علف هرز خاکشیر در تیمار علف-گندمی بیابانی، علف‌بره و شاهد، برای علف هرز قدومه در تیمار-های لرزانک قرمز، علف‌بره و شاهد و برای علف هفت‌بند در شاهد و لرزانک قرمز معنی‌دار شد. در تمامی تیمارها، غلظت ۴۵۰ گرم علف کش در هکتار، از نظر آماری با غلظت ۶۰۰ گرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت که به معنی تأثیر بهینه غلظت

استقرار و مقاومت به سرمای این گیاه را توجیه می‌کند (Vahdati et al., 2017). همچنین این گیاه تحمل خوبی به تنش خشکی دارد (Pessaraki, 2007) و به دلیل تحمل شرایط تنش رطوبتی، حتی در شرایط محدودیت منابع غذایی می‌تواند رقابت‌کننده و کنترل‌کننده خوبی برای علف‌های هرز باشد (Grime & Curtis, 1976).

بر اساس اطلاعات جدول ۲، اثر سطوح مختلف علف‌کش روی تراکم کل علف‌های هرز معنی‌دار نشد. ویگنیز و همکاران (Wignnis et al., 2015) نیز عدم تأثیر متقابل گیاه پوششی شبدر لاک‌ی (*Trifolium incarnatum L.*) و ماشک (*Vicia villosa*) به همراه علف‌کش پس رویشی روی تراکم نوعی تاج‌خروس (*Amaranthus palmeri S.Wats.*) را گزارش کرده‌اند. اختلاف بین غلظت‌های مختلف علف‌کش در رابطه متقابل بین گیاه پوششی و علف‌کش در سه تیمار گیاه پوششی علف‌گندمی-بیابانی، علف‌بره و شاهد معنی‌دار گردید. در بین سه تیمار گیاه پوششی، بیشترین میزان کاهش در تیمارها مربوط به تیمار شاهد (۵۰٪)، علف‌گندمی بیابانی (۳۹٪) و علف‌بره (۳۱٪) با غلظت ۶۰۰ گرم ماده موثره در هکتار بود. بیشترین میزان کاهش وزن خشک علف‌های هرز در غلظت ۴۵۰ گرم ماده موثره در هکتار، به ترتیب در تیمارهای گیاه شاهد (۴۵٪)، علف‌بره (۳۷٪) و آگروپایرون (۳۶٪) بود. در بین تیمارها، اثر متقابل گیاه پوششی علف‌بره با ۴۵۰ گرم ماده موثره در هکتار علف‌کش، بیشترین درصد کاهش وزن خشک را در بین تیمارها نسبت به تیمار شاهد داشت. در مطالعه بنگاروا و همکاران (Bangarwa et al., 2009)، اثر متقابل گیاه پوششی خردل^۱ و کاربرد علف‌کش در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد فلفل^۲ معنی‌دار نشد.

وزن خشک علف‌های هرز غالب

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (نشان داده نشده است) حاکی است که اثر متقابل گیاه پوششی و سطوح مختلف علف‌کش برونوکسنیل + ام سی پی آ بر وزن خشک علف‌های هرز غالب،

¹ Caliente mustard

² Capsicum annum

فرنگی را در بهبود شرایط رقابتی بین علف‌های هرز و گیاه پوششی مفید اعلام کردند.

کاهش یافته علف کش برموکسنیل + ام سی پی آ در رابطه متقابل با گیاه پوششی است. تسدل و همکاران (Teasdale et al., 1998)، کاربرد گیاه پوششی به همراه علف کش در مزرعه گوجه

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل گیاه پوششی و علف کش بروماید روی وزن خشک کل علف‌های هرز.

Table 2- Interaction between cover crops and Bromacid on total weeds dry matters

Cover crop× herbicide (g ai/ha)	Dry weight (g m ²)
<i>Agropyron desertorum</i> × 0	27.1a
<i>Agropyron desertorum</i> × 300	21.2b
<i>Agropyron desertorum</i> × 450	17.3c
<i>Agropyron desertorum</i> × 600	16.5c
<i>Festuca ovina</i> × 0	13.3a
<i>Festuca ovina</i> × 300	12.1a
<i>Festuca ovina</i> × 450	11.7a
<i>Festuca ovina</i> × 600	8.3b
Control× 0	43.4a
Control× 300	31.8ab
Control× 450	23.7c
Control× 600	21.7c

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% probability level in Tukey test

جدول ۳ - مقایسه میانگین تأثیر نوع گیاه پوششی روی تراکم و وزن خشک علف‌های هرز غالب.

Table 3- Mean comparison of the effect of cover crops on dominant weed densities and dry weights.

Treatment	<i>D. sophia</i>		<i>A. desertorum</i>		<i>P. aviculare</i>	
	Density plant(m ²)	Dry weight(gm ²)	Density plant(m ²)	Dry weight(gm ²)	Density plant(m ²)	Dry weight(gm ²)
<i>Agropyron desertorum</i>	4.09b	6.7b	10.7ab	8.8a	6ab	4.9b
<i>Bromustomentellus</i>	2.1c	1.5d	6.9b	2.9c	4.1b	1.23d
<i>Festuca ovina</i>	3.4b	2.07d	7.8b	3.7c	4.8b	1.5d
<i>Festuca rubra</i>	3.5b	4.6c	9.6ab	5.1b	5.5b	2.9c
Control	7a	8.9a	13.8a	10.05a	12.4a	11.7a

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% probability level in Tukey test

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل گیاه پوششی و علف‌کش برومایسید روی وزن خشک علف‌های هرز غالب

Table 4- Mean comparison of the interactions between cover crops and bromacide on dry weight of dominant weeds.

Cover crop × herbicide (g ai/ha)	Dry weight (g m ⁻²)		
	<i>D. sophia</i>	<i>A. desertorum</i>	<i>P. aviculare</i>
<i>Agropyron desertorum</i> × 0	9.7a	-	-
<i>Agropyron desertorum</i> × 300	6.6b	-	-
<i>Agropyron desertorum</i> × 450	5.9b	-	-
<i>Agropyron desertorum</i> × 600	2.3b	-	-
<i>Bromus tomentellus</i> × 0	-	-	-
<i>Bromus tomentellus</i> × 300	-	-	-
<i>Bromus tomentellus</i> × 450	-	-	-
<i>Bromus tomentellus</i> × 600	-	-	-
<i>Festuca ovina</i> × 0	5.5a	3b	-
<i>Festuca ovina</i> × 300	5.4b	5.3a	-
<i>Festuca ovina</i> × 450	4.9ab	3.9ab	-
<i>Festuca ovina</i> × 600	2.8b	2.8b	-
<i>Festuca rubra</i> × 0	-	6.1a	2.02a
<i>Festuca rubra</i> × 300	-	5.03ab	1.9 a
<i>Festuca rubra</i> × 450	-	4.8dab	1.5 ab
<i>Festuca rubra</i> × 600	-	4.4b	0.5b
Control × 0	12.9a	14.1a	16.4a
Control × 300	9.9ab	9.8ab	12.1ab
Control × 450	6.8b	9.1ab	7.8b
Control × 600	5.5b	7.1b	8.3b

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% probability level in Tukey test.

تغییرات جمعیت علف‌های هرز

سال ۱۳۹۴، از جمله علف‌های هرز اصلی نمونه برداری شده نبودند. مطابق جدول ۶، شاخص تنوع شانون وینر (H') پس از کاشت گیاهان پوششی کاهش پیدا کرد. بیشترین کاهش تنوع در بین تیمارها، در دو تیمار علف‌پشمکی (۱/۳۵ در سال ۱۳۹۳ و ۰/۶ در سال ۱۳۹۴) و علف‌بره (۱/۷۹ در سال ۱۳۹۳ و ۰/۷۳ در سال ۱۳۹۴) مشاهده شد. تیمار علف‌پشمکی در سال ۹۴ به میزان ۶۰٪ نسبت به شاهد کاهش تنوع داشت. قابل ذکر است که از شاخصه مهم در بررسی رقابت علف‌های هرز، تنوع می‌باشد (May, 1975) و تنوع گونه‌ای در یک جامعه مشخص، ممکن است تحت تأثیر ناهمگونی روابط محیطی، همانند کیفیت خاک، دسترسی به نور و یا آب تغییر کند (Crawley, 1997). جهت بررسی غالبیت گونه‌ها، از شاخص غالبیت مارگالوف (M) استفاده شد (جدول ۶). در این شاخص، عدد بزرگ‌تر، بیانگر غالبیت بیشتر می‌باشد (Gamito, 2010). در سال ۱۳۹۳، بین تیمارها اختلاف

بر اساس نمونه برداری در بهار سال ۱۳۹۳، علف‌های هرز اصلی قبل از کاشت گیاهان پوششی شامل علف هفت‌بند، خاکشیر، خارشتر، پنیرک، پیچک، علف شور، جومیش، یولاف، خونی واش، سیزاب، جاروی قزوینی (*Kochia scoparia*)، تره تیزک وحشی (*Cardaria draba*) و قدومه بود (جدول ۵). در این سال، ۱۳ گونه در مزرعه غالب بودند که عمدتاً یک‌ساله دولپه و یا تک‌لپه و دارای مسیر فتوستتری C₃ بودند. در سال ۱۳۹۴، تعداد گونه‌های اصلی، هشت گونه بود که به غیر از یک مورد، بقیه دولپه‌ای و همگی دارای مسیر فتوستتری C₃ بودند. همان‌طور که در جدول ۵ مشخص شده است، تنوع علف‌های هرز پس از کاشت گیاهان پوششی، تحت تأثیر فشار حاصل از گیاهان پوششی تغییر پیدا کرد و گونه‌های *Malva neglecta*، *Salsola rigida*، *Veronica persica*، *Alhagi maurorum*، و *Avena fatua* در

معنی داری از نظر این شاخص مشاهده نشد ولی در سال ۱۳۹۴، تیمارها دارای اختلاف معنی دار بودند. در سال ۱۳۹۴، کمترین شاخص غنای گونه‌ای مربوط به علف بره (۱/۹۷) بود که نسبت به شاهد (۲/۴۵)، ۲۰ درصد شاخص غنای گونه‌ای را کاهش داد؛ اگرچه از نظر آماری با تیمار علف گندمی بیابانی تفاوت معنی داری نداشت. این بدین معنی است که در تیمار علف بره و علف گندمی بیابانی، تنوع گونه‌ای افزایش داشت و غالبیت یک یا چند گونه مشهود نبود. پادارلو و همکاران (Padarlo et al., 2008) نیز گزارش کردند که ممکن است عوامل دیگر در تعیین غنای گونه‌ای مؤثر باشند. بنابراین به نظر جدول ۵- علف‌های هرز قبل و پس از کشت گیاهان پوششی.

می‌رسد برای کسب نتیجه مطلوب نیاز به زمان بیشتری باشد. اسمیت و گاروس (Smith & Gross, 2007) نیز نشان دادند که غنای گونه‌ای علف‌های هرز، تحت تأثیر میزان تنوع گونه‌ای و زمان قرار می‌گیرد. شاخص یکنواختی (E)، در واقع بازگوکننده میزان فراوانی نسبی گونه‌ها در جامعه است (Ludwig & Reynold, 1988). در سال ۱۳۹۴ و تحت تأثیر گیاهان پوششی، میزان یکنواختی در تمام تیمارها به‌طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش داشت؛ یعنی فراوانی نسبی گونه‌های هرز تحت تأثیر گیاه پوششی تقلیل پیدا کرده است. به‌طوری که در تیمار

Table 5- Weeds, before and after planting the cover crops.

2014				2015			
Scientific name	Vegetative form	Photosynthetic path	Life cycle	Scientific name	Vegetative form	Photosynthetic path	Life cycle
<i>Polygonum Aviculare</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual	<i>Polygonum Aviculare</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual
<i>Descurainia sophia</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual	<i>Descurainiasophia</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual
<i>Alhagi maurorum</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual	<i>Convolvulus arvensis</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual
<i>Malva neglecta</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual	<i>Bromus spp</i>	Monocot	C ₃	Annual
<i>Convolvulus arvensis</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual	<i>Alyssum desertorum</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual
<i>Salsolarigida</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual	<i>Bassia scoparia</i>	Dicotyledon	C ₄	Annual
<i>Bromus spp</i>	Monocot	C ₃	Annual	<i>Cardaria draba</i>	Dicotyledon	C ₃	Perennial
<i>Avena fatua</i>	Monocot	C ₃	Annual				
<i>Alyssum desertorum</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual				
<i>Veronica persica</i>	Dicotyledon	C ₃	Annual				
<i>Bassia scoparia</i>	Dicotyledon	C ₄	Annual				
<i>Cardaria draba</i>	Dicotyledon	C ₃	Perennial				
<i>Phalaris minor</i>	Monocot	C ₃	annual				

جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون (H[□])، شاخص غنای گونه‌ای مارگالوف (M) و شاخص یکنواختی پیلو (E) علف‌های هرز در بین تیمارهای گیاهان پوششی قبل و پس از کاشت گیاهان پوششی.

Table 8- Mean comparison of the Shannon's index (H'), Margalef species richness index (M), and uniformity index (E) of weeds before and after planting the cover crops.

Treatment	2014			2015		
	H'	M	E	H'	M	E
<i>Agropyron desertorum</i>	1.77a	1.46a	1.1a	1.1ab	1.9b	0.49ab
<i>Bromus temulentum</i>	1.35a	1.41a	0.76a	0.6a	3a	0.26b
<i>Festuca ovina</i>	1.79a	1.51a	0.66a	0.73ab	1.9b	0.31b
<i>Festuca rubra</i>	1.38a	1.67a	0.85a	0.95ab	2 b	0.47ab
Control	2.01a	1.66a	1.3a	1.5a	2.1b	0.72a

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% probability level in Tukey test.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، از میان تیمارهای مورد مطالعه، کشت گیاهان پوششی علف‌پشمکی و علف‌بره، به همراه کاربرد علف‌کش برموکسنیل + ام سی پی آ در غلظت‌های توصیه شده و کاهش یافته ۴۵۰ گرم در هکتار، دارای اثر کنترلی مطلوبی نسبت به سایر تیمارها روی علف‌های هرز بود. این دو تیمار، علاوه بر تولید زیست توده بیشتر نسبت به سایر تیمارها، موجب کاهش معنی دار تراکم و وزن خشک مجموع علف‌های هرز شدند. همچنین این دو تیمار توانستند جمعیت علف‌های هرز را از نظر تنوع و فراوانی تحت تأثیر قرار داده و کاهش دهند. اثر متقابل تیمارهای علف‌گندمی بیابانی، علف‌بره و شاهد روی وزن خشک علف‌های هرز، ناشی از تأثیر عامل فرعی در غلظت‌های ۴۵۰ و ۶۰۰ گرم ماده موثره در هکتار، مطلوب ارزیابی گردید؛ بنابراین می‌توان کشت گیاهان پوششی علف‌پشمکی و علف‌بره، به همراه کاربرد علف‌کش برموکسنیل + ام سی پی آ در غلظت کاهش یافته را جهت سرکوب و کنترل علف‌های هرز در باغات و نهالستان‌ها توصیه نمود.

علف‌پشمکی ۶۳٪ و در تیمار علف‌بره ۵۶٪ کاهش یکنواختی نسبت به شاهد مشاهده گردید و این کاهش یکنواختی، بیانگر عملکرد مثبت مدیریت مزرعه است (Hartzler, 1999). به نظر می‌رسد که افزایش تراکم گیاهان پوششی موجب پر شدن آشیان‌های اکولوژیک و در نتیجه، تخصیص منابع غذایی کمتر به علف‌های هرز و کاهش توان رقابتی علف‌های هرز شده است. همچنین، اثرات دگرآسیبی احتمالی گیاهان پوششی به کار گرفته شده در تیمارهای آزمایشی روی بانک بذر و قدرت جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، موجب کاهش تنوع و یکنواختی علف‌های هرز در مزرعه شده است. لپنیسکا و همکاران (Lipniska et al., 2013) در گزارشی اعلام کردند که گیاهان پوششی علف‌بره، لرزانک‌قرمز و علف بره‌نی (*Festuca arundinacea*)، از طریق تولید مواد دگرآسیب، مانع رشد اولیه علف‌هرز آگروستیس (*Agrostis capillaris*) شدند.

منابع

- Ahmadvand, G. and hajinia, S., 2015. The effect of cover crop and different tillage systems on soil physical properties and yield of potato. *escijournals*, 8 (4), 163-182.
- Armaki, M.A., Hashemi, M. and Azarniv, H., 2013. Physiological and morphological responses of three *Bromus* species to drought stress at seedling stage and grown under germinator and greenhouse conditions. *Afr. J. Plant Sci*, 7(5), pp.155-161.
- Bangarwa, S.K., Norsworthy, J.K. and Gbur, E.E., 2009. Cover crop and herbicide combinations for weed control in polyethylene-mulched bell pepper. *Horti Tech*, 19(2), pp.405-410.
- Björkman, T., Lowry, C., Shail, J.W., Brainard, D.C., Anderson, D.S. and Masiunas, J.B., 2015. Mustard cover crops for biomass production and weed suppression in the Great Lakes region. *AJ*, 107(4), pp.1235-1249.
- Bor, N.L., 1970. Gramineae-Triticeae. *Flora Iranica* 70, pp.147-244.
- Crawley, M.J. 1997. The Structure of Plant Communities, p. 475-531, In M. J. Crawley, ed. *Plant Ecol*. Blackwell Science Ltd, Oxford
- Davison, J. and Newton, J., 2012. Non-chemical Weed Control for Small Acreage Farmers in Nevada. University of Nevada Cooperative Extension.
- Ekeleme, F., Akobundu, I. O., Fadayomi, R. O., Chikoye, D., & Abayomi, Y. A. 2003. Characterization of Legume Cover Crops for Weed Suppression in the Moist Savanna of Nigeria 1. *Weed Technol*, 17(1), 1-13.
- Gamito, S. 2010. Caution is needed when applying Margalef diversity index. *Ecological Indicators*, 10(2), 550-551.
- Grime, J.P. and Curtis, A.V., 1976. The interaction of drought and mineral nutrient stress in calcareous grassland. *Ecol*, pp.975-988.

- Hartwig, N.L. and Ammon, H.U., 2002. Cover crops and living mulches. *Weed sci*, 50(6), pp.688-699.
- Hartzler, B. 1999. Spatial weed distribution: can it be used to improve weed management. In: *Proceedings of the 1999 Integrated Crop Management Conference*, Dec. 1-2, Iowa State University, Ames, IA
- Hein, T. 2014. Herbicide impacts on establishing cover crops. Available from [https:// www.top crop manager.com/ tillage / herbicide - impacts -on- establishing - cover-crops -16150](https://www.topcropmanager.com/tillage/herbicide-impacts-on-establishing-cover-crops-16150)
- Korte, N. and Porembski, S., 2010. Suitability of different cover crop mixtures and seedlings for a new tree row management in an organic orchard. *Gesunde Pflanzen*, 62(2), pp.45-52.
- Kremer, R.J. and Li, J., 2003. Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. *Soil and Tillage Res*, 72(2), pp.193-202.
- Linares, J., Scholberg, J.M.S., Chase, C. and McSorley, R., 2008, June. Evaluation of annual warm-season cover crops for weed management in organic citrus. In *Organic Fruit Conference 873* (pp. 235-242).
- Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology: a primer in methods and computing* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Mahdavi Damghani, A.M. 2005. Study of Ecological Sustainability of Some Agricultural Systems in Khorasan Province Using System Approaches. Ph.D. in Agriculture. Mashhad Ferdowsi University (In Persian with English summary).
- May, R. M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. In: Cody, M.L. and Diamond, J. M. *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Cambridge, pp: 81-121.
- Mirsky, S.B., Curran, W.S., Mortensen, D.M., Ryany, M.R. and Shumway, D.L., 2011. Timing of cover-crop management effects on weed suppression in no-till planted soybean using a roller-crimper. *Weed Sci*, 59(3), pp.380-389.
- Olge, D.G. 2002. Crested Weatgrass *Agropyron cristatum*. Plant Fact Sheet. USDA NRCS. Idaho State Office .Availableonline: [https ://plants .usda. gov/ factsheet/pdf/fs_agcr.pdf](https://plants.usda.gov/factsheet/pdf/fs_agcr.pdf)
- Olson, K., Ebelhar, S.A. and Lang, J.M., 2014. Long-term effects of cover crops on crop yields, soil organic carbon stocks and sequestration. *Open Journal of Soil Sci*, 4(08), p.284.
- Padarlo, A., Bazoobandi, M., Alimoradi, L. and Jahedi poor, S. 2008. Calculation of Shanon-Weiner and Simpson index in weeds community of saffron fields. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January. (In Persian with English summary).
- Peeters, A. 2015. *Festuca ovina* L. Available from: [http: www .fao .org /ag/ agp /agpc/doc/gallery/pictures/festovi/festovi.htm](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/gallery/pictures/festovi/festovi.htm)
- Penold, M.C. and Collins, C., 2012. Cover crops and weed suppression.
- Pessaraki, M. ed., 2007. *Handbook of turfgrass management and physiology*. CRC press.
- Reddy, K.N., 2003. Impact of Rye Cover Crop and Herbicides on Weeds, Yield, and Net Return in Narrow-Row Transgenic and Conventional Soybean (*Glycine max*) 1. *Weed Techol*, 17(1), pp.28-35.
- Schonbeck, M. 2005. Cover Cropping: On-farm, Solar-powered Soil Building. Virginia Association for Biological Farming Information Sheet .Availableonline: <http://www.vabf.org/pubs.php>
- Sikoriya, S., 2014. Phenological Study and Management of Red Fescue (*Festuca rubra*) in Wild Blueberry.
- Smith, R.G. and Gross, K.L., 2007. Assembly of weed communities along a crop diversity gradient. *J Appl Ecol*, 44(5), pp.1046-1056.
- Sultan, S.E. 2001 . Phenotypic plasticity for fitness components in *Polygonum* species of contrasting ecological breadth. *Eco*, 82(2), 328-343.
- Teasdale, J. R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *JPA*, 9(4), 475-479.
- Teasdale, J. R., & Mohler, C. L. 1993. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *AJ*, 85(3), 673-680.
- Teasdale, J. R., Pillai, P., & Collins, R. T. 2005. Synergism between cover crop residue and herbicide activity on emergence and early growth of weeds. *Weed sci*, 53(4), 521-527.
- Teasdale, J.R. and Abdul-Baki, A.A., 1998. Comparison of mixtures vs. monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicide. *HortSci*, 33(7), pp.1163-1166.

Upadhyaya M.K., Blackshaw R.E. 2007. Non-chemical weed management: Principles , Concepts and Technology. CAB. 240pp

Vahdati, N., Tehranifar, A. and Kazemi, F., 2017. Assessing chilling and drought tolerance of different plant genera on extensive green roofs in an arid climate region in Iran. J Environ Manage, 192, pp.215-223.

Wiggins, M.S., McClure, M.A., Hayes, R.M. and Steckel, L.E., 2015. Integrating cover crops and

post herbicides for glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) control in corn. Weed Technol, 29(3), pp.412-418

Wyngaarden, S.L., Gaudin, A., Deen, W. and Martin, R.C., 2015. Expanding Red Clover (*Trifolium pratense*) Usage in the Corn-Soy-Wheat Rotation. Sustainability, 7(11), pp.15487-15509.