Iranian Journal of Weed Science
Vol 15, No 2, 2019 (65-77)
DOI: 10.22092/IJWS.2019.1502.06

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۵، شمارهٔ ۲، ۱۳۹۸ (ص ۷۷-۶۵)

اثر گیاهان پوششی بر کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد دانه ذرت در شرایط خاک‌ورزی حفاظتی

پرویز شریفی زیوه[۱]، احمد توبه*[۲]، دکتر عبدالقیوم قلیپوری[۲]، محمد تقی آل ابراهیم[۲]، بتول صمدانی[۳]

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۳- استادیار موسسه تحقیقات گیاهپزشکی، بخش تحقیقات علف‌های هرز، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

(تاریخ دریافت:۱۳۹۷/٦/٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱۲)

چکیده

کاشت گیاهان پوششی قبل از گیاه اصلی همراه با خاک‌ورزی حفاظتی، یکی از روش‌های موثر در کنترل علف‌های‌هرز و رسیدن به کشاورزی پایدار است. به این منظور، آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، با انتخاب شش تیمار جو پاییزه (*Hordeum vulgare*)، چاودار پاییزه (*Secale cereal*)، کلزا (*Brassica napus*)، ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*)، شبدر کریمسون (*Trifolium incarnatum*) و تیمار شاهد در یک سیستم بی‌خاک‌ورزی در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. اثر تیمارها بر تراکم کل علف‌های‌هرز، معنی‌دار بود. کاهش تراکم کل علف‌های‌هرز زمستانه و بهاره در تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدر لاکی، به ترتیب ۸۳/۵، ۷۷/۲۵، ۶۶/۲۵، ۵۱ و ۲۶/۲۵ درصد نسبت به شاهد به دست آمد. کاهش تراکم علف‌های‌هرز با افزایش میزان پوشش سطح خاک و زیست‌توده توسط گیاهان پوششی همراه بود. بیشترین زیست‌توده، به ترتیب در تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک‌گل خوشه‌ای و شبدر لاکی به دست آمد. اثر گیاهان پوششی بر عملکرد دانه ذرت معنی‌دار بود و عملکرد دانه ذرت در تیمارهای جو پاییزه، چاودار، کلزا، ماشک گل‌خوشه‌ای، شبدر لاکی و شاهد بدون گیاه‌پوششی، به ترتیب ۹/۱۲، ۸/۴۵، ۷/۹۲، ۶/۹۳، ۶/۵۲ و ۶/۳۱ تن بر هکتار بود. با توجه به نتایج این آزمایش، می‌توان غلات را در تلفیق با خاک‌ورزی حفاظتی به کار برد تا ضمن کنترل پایدار علف‌های‌هرز و کاهش نهاده‌های شیمیایی، در نهایت به عملکرد مطلوبی دست یافت.

واژه های کلیدی: تراکم علف‌های‌هرز، چاودار، خاکورزی حفاظتی، زیست توده، شبدر لاکی، علف هرز.

Effect of cover crops on weed control and corn grain yield in conservative tillage system

Parviz Sharifi Ziveh[1,2], Ahmad Tobeh[2*], Abdulghaum Gholipouri[2], Mohammad Taghi Alebrahim[2], Batoul Samedani[3]

1-PhD Student of Plant Eclogy, 2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of MohagheghArdabili, Ardabil, Iran.
3-Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(Received: August 26, 2018 - Accepted: May 2, 2019)

ABSTRACT

The use of cover crops before planting the main plant along with selecting the type of tillage can be considered as one of the effective methods in sustainable agriculture. In order to show the efficacy of this system, an experiment was conducted in a no-tillage system and with six treatments, barely (*Hordeum vulgare* L.), rye (*Secale cereal* L.), rape (*Brassica napus* L.), vetch (*Vicia villosa* L.), crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.) and control, in a randomized complete block design with three replications, at the farms of agriculture and education research center and natural resources of Ardabil Province (Moghan) during the 2015-2017. Variance analysis showed that the effect of the treatments on the total weed density was significant. On average, in four sampling stages, total control of winter and spring weed at barley, rye, rape, vetch and clover treatments were 83.5,77.25,66,25,51, and 26.25 respectively. The results also showed that the soil cover percentage was significantly affected by the treatments. Decrease in weed density increased biomass of cover crops and their soil coverage. Barley, rye, rape, and clover had the highest biomass. Effect of cover crops on maize yield was significant. Corn grain yield were 9.12, 8.45, 7.92, 6.93, 6.52 and 6.31 ton/ha in barley, rye, rape, vetch, clover, and control treatments, respectively. According to the results of this experiment, cereals can be used in combination with conservative tillage system to achieve the desired yield while controlling weeds and reducing chemical inputs.

Key words: Crimson clover, conservative tillage system, rye, weed density, weed biomass

* Corresponding author E-mail: ahmadtobeh1340@gmail.com

مقدمه

کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز، یکی از ارکان جدانشدنی کشاورزی معمول و رایج است که علاوه بر مقاوم شدن بسیاری از علف‌های‌هرز، خطرات زیست‌محیطی و خسارت‌های شدید جانبی بر زنجیره حیاتی اکوسیستم-های زراعی و طبیعی را به دنبال دارد و هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد (Samjani *et al.*, 2009). استفاده از گیاهان پوششی و استفاده از روش‌های کم خاک‌ورزی و حفاظتی، از برنامه‌هایی است که می‌تواند جایگزین کاربرد علف‌کش‌ها و خاک‌ورزی‌های فشرده و مرسوم باشد (Teasdale, 1996). خاک‌ورزی حفاظتی، به مجموعه ای از روش‌ها شامل نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک، تناوب زراعی، کاربرد کود سبز، کنترل عبور و مرور وسایل و ماشین‌آلات کشاورزی گفته می-شود که وقتی ترکیبی از این روش‌ها به کار می‌رود، صرفه جویی در وقت و انرژی و تقویت منابع آب و خاک و افزایش موادآلی خاک و حاصلخیزی خاک را به دنبال دارد. همچنین تثبیت نیتروژن و سرکوب علف-های‌هرز از دیگر مزایای خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد (Cline & Silvemail, 2002). افزایش مقاومت علف-های‌هرز به علف‌کش‌ها، بیانگر ضرورت تجدید نظر در روش کنترل علف‌های هرز است (Teasdale *et al.*, 2007). گیاهان پوششی مزایای زیادی در اکوسیستم-های کشاورزی دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به مواردی مانند کنترل فرسایش بادی و آبی، بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، بازگردش عناصر غذایی و کربن‌آلی، بازدارندگی از علف‌های‌هرز، تولید علوفه زیاد و در برخی موارد، افزایش عملکرد گیاه‌زراعی را اشاره کرد (Blanco-Canqui et al., 2015). در گزارشات مختلفی به رابطه با اثرات گیاهان پوششی بر عناصر غذایی و مخصوصاً نیتروژن اشاره کرده‌اند (Dabney *et al.*, 2010; Blanco-Canqui *et al.*, 2011; Kaspar & Singer, 2011). در آزمایشی در کشت ذرت، گیاهان پوششی با جذب نیتروژن از خاک، از آبشویی آن جلوگیری کردند (Salmerón *et al.*, Gabriel & Quemada, 2011، 2010). یکی از راه‌های افزایش عملکرد گیاهان، بهبود خواص تغذیه‌ای و فیزیکی خاک مزارع، با افزودن ماده‌آلی به خاک می‌باشد. در کشاورزی پایدار، ماده‌آلی، یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک می‌باشد؛ بنابراین مدیریت آن به ویژه در خاک‌های کشور، از اهمیت خاصی برخوردار است. عملیات خاک‌ورزی مرسوم، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده سطح ماده‌آلی خاک است. در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی، وجود گیاهان‌پوششی می‌تواند حدود ۰/۱ تا یک میلی-گرم کربن آلی بر هکتار در سال را به خاک اضافه کند(Blanco-Canqui *et al.*, 2013a). داده‌های ۳۷ آزمایش نشان داده است که گیاهان پوششی می‌توانند حدود ۰/۳۲ میلی‌گرم کربن‌آلی را در یک‌سال به یک هکتار خاک اضافه کنند (Poeplau & Don, 2015). این‌که گیاهان پوششی تا چه حد باعث افزایش کربن خاک می‌شوند، به مواردی همچون مقدار زیست‌توده تولیدی گیاهان‌پوششی، تعداد سال‌های کشت این گیاهان، میزان کربن قبلی خاک، نوع خاک، نوع گیاه-پوششی کشت شده، نوع خاک‌ورزی و شرایط اقلیمی بستگی دارد (Blanco-Canqui *et al.*, 2013; Blanco-Canqui *et al.*, 2015; Rawls *et al.*, 2003). در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، حجم آماده سازی زمین، کاهش می‌یابد و بقایای باقی مانده بر سطح خاک، تاثیر بسزایی بر جامعه علف‌های‌هرز دارد (Boscutti *et al.*, 2015; Virginia *et al.*, 2015). گیاهان پوششی نیز به عنوان یک راهکار مناسب جهت کنترل علف‌های‌هرز در سیستم‌های کشاورزی هستند (Mirsky *et al.*, 2011).

با کاهش دمای خاک تحت کشت گیاهان پوششی، جوانه‌زنی بذرهای علف‌های‌هرز کاهش می‌یابد (Wicks *et al.*, 1994). بقایای گیاه‌پوششی نیز از طریق کاهش نفوذ نور، مانع فیزیکی و خاصیت آللوپاتی می‌تواند موجب کاهش تولید بذر در علف‌های‌هرز شود (Franke *et al.*, 2007). گیاهان پوششی با تخلیه نیتروژن قابل دسترس خاک و جذب آن می‌توانند رشد علف‌های‌هرز را کاهش دهند (Brainard *et al.*, 2012). میزان تاثیر گیاهان پوششی بر عملکرد گیاه زراعی، به میزان بارندگی سالانه منطقه، گونه گیاه پوششی (لگوم یا غیر لگوم)، فصل رشد گیاه پوششی(زمستان یا تابستان)، سیستم خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی یا خاک‌ورزی مرسوم) بستگی دارد (Blanco-Canqui *et al.*, 2015). با بررسی ۱۷ تحقیق مشخص شد که در نه مورد، گیاهان پوششی، موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی، در شش مورد، بدون تاثیر و در دو مورد باعث کاهش عملکرد شده‌اند. عواملی همچون کاهش فشار علف‌های‌هرز در اثر بقایای گیاهان پوششی، افزایش منافذ و کاهش فشردگی خاک، افزایش رشد گیاه اصلی، کاهش رقابت علف‌های‌هرز در جذب نور و دریافت املاح معدنی و کاهش مقدار C/N توسط گیاهان پوششی لگوم، از جمله دلایل افزایش عملکرد عنوان شده‌اند (Blanco-Canqui *et al.*, 2015) این آزمایش، با هدف بررسی اثر سیستم خاک‌ورزی حفاظتی و گیاهان پوششی مختلف بر جمعیت علف‌های‌هرز و عملکرد ذرت رقم دیررس در منطقه مغان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤، در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، با مختصات عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۲۳ دقیقه و طول جغرافیایی ٤٧ درجه و ۲۵ دقیقه و با ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح دریا، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل گیاهان پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)، شبدر لاکی (*Trifolium incarnatum* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.)، جو (*Hordeum vulgare*) رقم صحرا، چاودار پاییزه (*Secale cereal* L.) و شاهد بودند که پس از برگرداندن آن‌ها به خاک، ذرت رقم ۷۰٤ کشت شد. قبل و پس از برگرداندن گیاهان پوششی(۲۰ روز قبل از کشت ذرت)، خاک مزرعه مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش در زمینی که کشت قبلی آن گندم و بقایای کاه و کلش جمع آوری شده بود، انجام شد. به منظور کاشت گیاهان پوششی، در اولین فرصت ممکن در شهریور ماه، عملیات خاک‌ورزی، دیسک، ماله و تهیه جوی و پشته انجام شد و سپس همه گیاهان پوششی در کرت‌هایی به ابعاد ۱۰ متر در نه متر، با استفاده از خطی کار مدل گاسپاردو (ساخت ایتالیا با تراکتور کشنده جاندیر ۳۱٤۰) کشت شدند. میزان بذر مصرفی هر یک از گیاهان پوششی چاودار، جو، ماشک گل‌خوشه‌ای، کلزا و شبدر کریمسون، به ترتیب ۱٤۰، ۱٤۰، ۳۰، هفت و ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود. در فروردین (مصادف با مرحله‌ی گلدهی گیاهان پوششی) و سه هفته قبل از کشت ذرت، تمام کرت‌ها با علف‌کش گراماکسون به میزان ۱/۱ کیلوگرم در هکتار سمپاشی شدند تا اندام هوایی گیاهان پوششی خشک شوند. پس از خشک شدن کامل گیاهان پوششی، همه پلات‌ها توسط غلطک دندانه‌دار(ساخت ایران) در سطح خاک پهن و کوبیده شدند. قبل از غلطک زنی و برای پوسیده شدن سریع بقایای گیاهان پوششی، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به طور یکنواخت پخش شد و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز به صورت سرک و در زمان آبیاری ذرت در بین ردیف‌ها استفاده شد. در پایان، بذر ذرت هیبرید دیررس (SC 704)، توسط ردیف‌کار پنوماتیک مدل

گاسپاردو(ساخت ایتالیا با کشنده تراکتور جاندیر مدل ۳۱٤۰) مخصوص کشت در بقایا، کشت شد. بذرها با تراکمی معادل ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار، روی ردیف‌هایی با فاصله ردیف ۰/۷۵ متر و فاصله بوته روی ردیف ۰/۲ متر کشت شدند.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Soil physiochemical characteristics of the experimental field

	Clay (%)	Sand (%)	Silt (%)	Texture	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	O.C (%)	pH	Ec (ds/m)
Pre plant cover crop	41	22	37	Clay-L	479.02	950	0.06	1.94	7.9	0.84
After cover crop incorporated	43	22	35	Clay-L	834	953	0.09	1.96	7.41	1.34

تاریخ عملیات‌های انجام شده در جدول ۲ آورده شده است. نخستین آبیاری پس از کاشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی، بنا به شرایط جوی و نیاز گیاه، به کمک سیفون انجام شد.

جدول ۲- تاریخ عملیات انجام شده در مزرعه

Table 2- Data of Operations in the field

Field preparation	Cover crops seeding	Cover crops incorporation into the soil	corn seeding	corn harvest
11 September 2015	27 October 2015	3 April 2016	8 April 2016	1 October 2016

به منظور بررسی جمعیت علف‌های هرز در هر تیمار، چهار، هشت و ۱۲ هفته پس از کاشت گیاهان پوششی و هشت هفته پس از کاشت ذرت در فصل بهار، از سطحی معادل یک مترمربع نمونه برداری شد و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و سپس به تفکیک جنس و گونه شناسایی شدند. نمونه‌ها به مدت ٤۸ ساعت در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، خشک شدند و سپس وزن آن‌ها آن با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد ذرت، پس ازحذف اثر حاشیه ای(یک ردیف از طرفین و نیم متر از بالا و پایین کرت)، بلال ها با دست برداشت شدند و اجزای عملکرد، با انتخاب ۱۰ بلال به صورت تصادفی، اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد دانه ذرت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (رطوبت ۱٤درصد) اندازه‌گیری شد. پس از ایجاد بیشترین زیست‌توده توسط گیاهان پوششی (ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدر در زمان گلدهی و چاودار در مرحله اواسط دانه‌بندی)، برگرداندند (Dabney *et al.*, 2010) آن‌ها با انجام عملیات خاک‌ورزی انجام شد. قبل از برگرداندن گیاهان پوششی، نمونه برداری از آن‌ها از سطحی معادل ۰/۵ مترمربع هر کرت انجام شد و تمام اندام هوایی گیاهان پوششی، کف‌بر شدند و در پاکت‌های جداگانه قرار گرفتند و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای ارزیابی پوشش خاک توسط گیاهان پوششی، در چهار، هشت و ۱۲ هفته بعد از کاشت، به کمک دوربین دیجیتال، عکس‌هایی از ۱۲ متر مربع مزرعه و هر کرت به تنهایی گرفته شد شد و پس از آن، تصاویر با نرم افزار Image version 1.47 آنالیز شدند. تصاویر به فرمت مناسب[1] تبدیل شدند و رنگ سبز گیاهان از خاک لخت، به روش

[1] - HSB

" آستانه رنگی" جدا شدند. در صورت نیاز، برگ علف-های‌هرز به صورت دیجیتالی از گیاهان پوششی حذف شدند. در نهایت، پوشش سبز خاک به روش پارتیشن بندی تصویر[1] ارزیابی شد. داده‌های بدست آمده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و توسط نرم افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، برای مقایسه میانگین استفاده شد.

نتایج و بحث

تاثیر گیاهان پوششی بر تراکم علف‌های‌هرز

علف‌های هرز زمستانه موجود در این آزمایش شامل گنگر وحشی (*Cirsium arvense*)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)، جو وحشی (*Hordeum murinum*) و سیزاب (*Veronica persica*) و علف-های‌هرز بهاره موجود شامل تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، تاج‌خروس رونده (*Amaranthus blitoides* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، قیاق (*Sorghum halepense* Pers.) و پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) بودند. نتایج تجزیه واریانس (جدول آورده نشده است) نشان داد که در کلیه مراحل نمونه‌برداری، اثر تیمارها بر تراکم کل علف‌های‌هرز، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اولین نمونه‌برداری، تیمارهای جو پاییزه، کلزا و چاودار پاییزه به‌طور مشترک، کمترین تراکم کل علف‌های‌هرز را داشتند و بیشترین تراکم کل علف‌های‌هرز، از تیمار شاهد بدون گیاه پوششی بدست آمد (جدول ۳).

به عبارت دیگر، درصد کنترل تراکم علف‌های‌هرز در مرحله اول نمونه‌برداری در تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل خوشه ای و شبدر لاکی، به ترتیب ۹۰، ۸۸، ۷۷، ٤٦ و ۲۹ درصد نسبت به شاهد بود. در مرحله دوم نمونه برداری ، تیمارهای جو پاییزه و چاودار پاییزه به‌طور مشترک، کمترین تراکم کل علف‌های هرز را داشتند (جدول ۳). به عبارت دیگر در مرحله دوم، تراکم علف‌های هرز بر اثر تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل خوشه‌ای و شبدر لاکی نسبت به تیمار شاهد (بدون گیاه پوششی)، به ترتیب ۹۵، ۸۷، ۷۸، ٦٤ و ۳۹ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در مرحله سوم نمونه برداری، کمترین تراکم کل علف‌های‌هرز در تیمارهای جو پاییزه، کلزا و چاودار پاییزه مشاهده شد اما معنی دار نبود و تیمارهای ماشک گل خوشه‌ای و شبدر لاکی از این نظر، در رتبه-های بعدی قرار گرفتند (جدول ۳). میزان کنترل تراکم علف‌های‌هرز در مرحله سوم نمونه‌برداری در تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل خوشه‌ای و شبدر لاکی نسبت به شاهد (بدون گیاه پوششی) به ترتیب ۸۸، ۸۱، ۷۹، ٦۹ و ۲۲ درصد بدست آمد. نتایج حاصل از مقایسات میانگین (جدول۳) نشان داد که در مرحله چهارم نمونه برداری، مالچ حاصل از تیمارهای جو پاییزه و چاودار پاییزه، به طور غیر معنی‌داری کمترین تراکم کل علف‌های‌هرز را در پی داشتند و مالچ های کلزا، ماشک گل خوشه‌ای، شبدر لاکی و شاهد بدون گیاه پوششی، به ترتیب دارای بیشترین تراکم کل علف‌های‌هرز بودند. درصد کنترل تراکم علف‌های‌هرز در مرحله چهارم نمونه برداری در تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل خوشه ای و شبدر لاکی نسبت به شاهد (بدون گیاه پوششی) به ترتیب ٦۱، ۵۳، ۳۱، ۲۵ و ۱۵ درصد بود. در تحقیقی، کاهش علف‌های‌هرز در ذرت و سویا، با افزایش سطح پوشش گیاهان پوششی گزارش شده است (Uchino *et al.*, 2009). در گزارش دیگری نیز اظهار شده است که

[1] - Analyze Particles

گیاهان پوششی، بدون تاثیر سوء بر رشد ذرت می‌توانند زیست‌توده علف‌های‌هرز را تا ۹۶ درصد کاهش دهند (Haffman *et al.*, 1993).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر گیاهان پوششی بر تراکم علف‌های هرز، درصد پوشش خاک و زیست‌توده علوفه در شرایط خاک-ورزی حفاظتی

Table 3. Mean comparison of the effects of cover crops on weed density, percentage of soil coverage and forage biomass in the conservative tillage system

Treatments	Total weed number (No/m^2)				Percentage of soil cover (%)			Cover forage dry weight (t ha^{-1})
	4 weeks after planting[1]	8 weeks after planting[2]	12 weeks after planting[3]	24 weeks after planting[4]	4 weeks after planting	8 weeks after planting	12 weeks after planting	
Barley	2.17 d	1.33 e	2.17 d	5.17 d	90.87 ab	92.91 a	100 a	15.23 a
Rye	2.67 d	3.83 de	3.50 d	6.17 cd	84.37 bc	92.52 a	100 a	12.56 b
Rape	5.17 d	6.67 cd	3.83 d	9.01 bc	91.79 a	93.91 a	100 a	10.08 c
Vetch	11.83 c	10.83 c	5.67 c	9.83 b	90.58 ab	91.54 a	100 a	5.78 d
Clover	15.67 b	18.33 b	14.33 b	11.17 ab	29.66 d	53.00 c	80.83 b	2.89 e
Control	22.15 a	30.33 a	18.33 a	13.15 a	82.91 c	86.08 b	100 a	0.00 f

۱ ، ۲ و ۳ ، تراکم علف‌های هرز زمستانه و ۴ ،تراکم علف‌های هرز بهاره هستند.

در هر ستون میانگین هایی با حروف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

1, 2 and 3 are the density of winter weeds and 4 is the density of spring weeds.

In each column, means with the same letter have no significant difference.

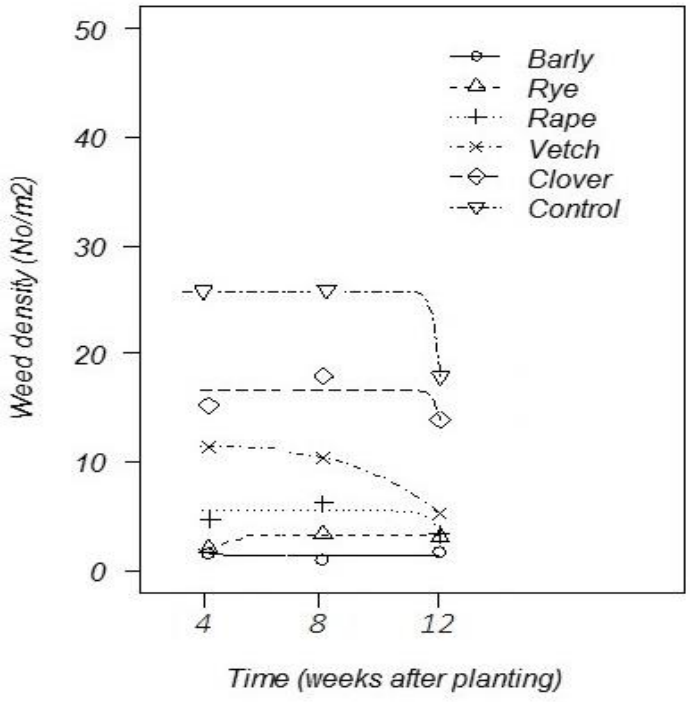
در این گزارش، دلیل افزایش عملکرد محصول، بهبود منافذ خاک و کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز بیان شده است (Sabahi *et al.*, 2006). گیاهان پوششی از طریق اشغال سطح خاک، از رشد و توسعه گیاهچه‌های هرز جلوگیری می‌کنند. همچنین استفاده از گیاهان پوششی، یکی از روش‌های مناسب کنترل علف‌های‌هرز است که رهیافتی همگام با طبیعت محسوب می‌شود (Uchino *et al.*, 2012).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایش در کلیه مراحل نمونه‌برداری بر درصد پوشش خاک معنی‌دار بود (جدول واریانس آورده نشده است). در مرحله اول نمونه‌برداری، میزان پوشش سطح خاک توسط تیمارهای جو پاییزه، کلزا و ماشک گل خوشه ای، حدود ۹۰ درصد بود. پس از آن، تیمارهای چاودار و شاهد (درصد پوشش بدست آمده در تیمار شاهد بدون گیاه پوششی مربوط به علف‌های‌هرز است) به‌طور مشترک، در مرتبه بعدی قرار گرفتند و کمترین درصد پوشش خاک، از تیمار شبدر لاکی بدست آمد (جدول ۳). تیمار شبدر کریمسون، به‌دلیل استقرار ضعیف و حساس بودن به دمای پایین در طول زمستان، زیست توده کمتری تولید کرد اما گیاهان دیگر به رشد و نمو خود ادامه دادند به‌طوری‌که در مرحله دوم نمونه‌برداری، تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل خوشه‌ای، به‌طور معنی بیشترین پوشش سطح خاک را داشتند و تیمارهای شاهد (بدون گیاه پوششی) و شبدر لاکی از این نظر در رتبه ی بعدی قرار گرفتند (جدول ۳). در مرحله سوم نمونه‌برداری ، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که به جز تیمار شبدر لاکی، سایر تیمارها در یک گروه مشترک با هم، بیشترین پوشش سطح خاک را داشتند. همچنین تیمار شاهد (بدون گیاه پوششی)، بیشترین پوشش سطح

خاک را توسط علف‌های هرز در این مرحله از نمونه-برداری داشته است (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها بر زیست‌توده گیاهان پوششی معنی‌دار شد (جدول واریانس آورده نشده است). تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل خوشه ای و شبدر لاکی به ترتیب بیشترین زیست توده را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

بررسی مراحل نمونه برداری از تراکم علف‌های‌هرز، پوشش سطح خاک و زیست‌توده تولیدی توسط گیاهان پوششی در طول زمستان و بهار (قبل از کشت ذرت) نشان دادکه تیمارهای گیاهان پوششی به مرور زمان، تاثیر خود را بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز بیشتر نمودند (جدول ۳ و شکل ۱) به‌طوری‌که پس از مرحله اول نمونه برداری و با گذشت زمان، بر تراکم و در نتیجه قدرت رقابتی علف‌های‌هرز افزوده شد اما همزمان میزان رشد و تولید زیست توده گیاهان پوششی نیز افزایش یافت به‌طوری که تاثیر بازدارندگی بر روند رشد و کنترل علف‌های هرز داشتند. اصولا میزان جوانه زنی بذر علف‌های‌هرز با افزایش زیست توده گیاهان پوششی، به‌صورت خطی کاهش می‌یابد (Ngwira *et al.*, 2014). همچنین با توجه به این‌که بیشتر علف-های‌هرز برای جوانه زنی به نور نیاز دارند، شاید به‌دلیل سایه اندازی بر سطح خاک توسط گیاهان پوششی خصوصاً در تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه و کلزا، علف‌های‌هرز به میزان بالایی کنترل شده اند ولی در تیمارهای ماشک گل خوشه ای و شبدر لاکی، به‌دلیل پوشش کمتر سطح خاک و تولید زیست‌توده کمتر، به نظر می‌رسد که نور و منابع رشدی بیشتری برای جوانه-زنی در اختیار بذر علف‌های‌هرز قرار گرفته باشد.

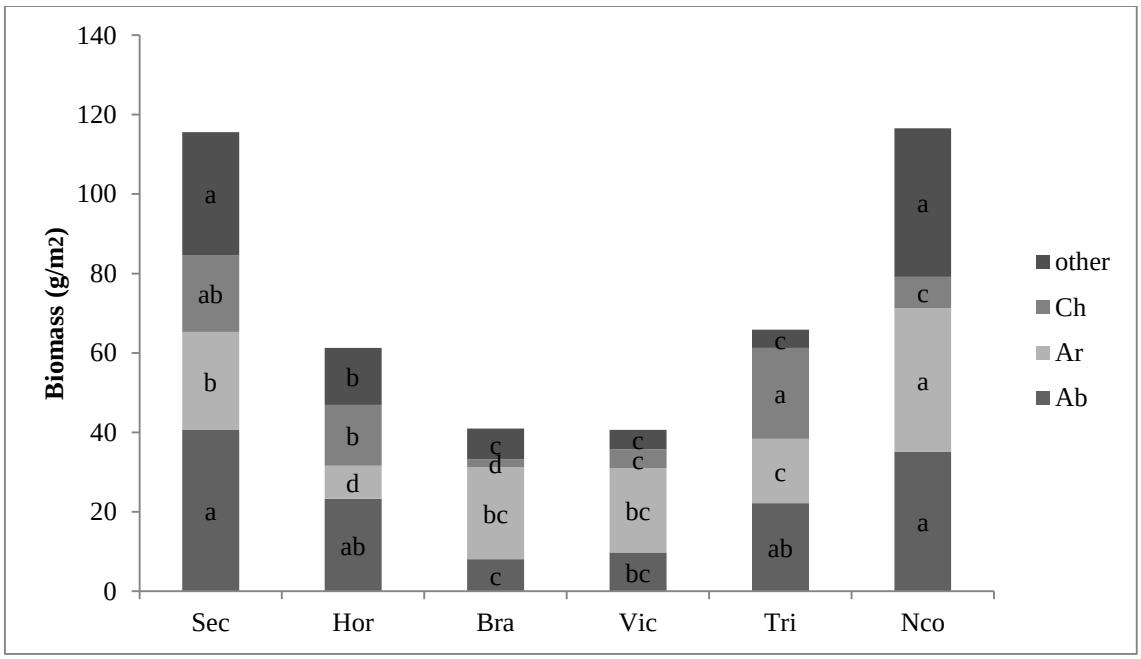


شکل ۱- اثر سطح پوشش گیاهان پوششی بر روند کاهش تراکم علف‌های هرز زمستانه

Fig 1. Effects of cover crops coverage on the trends of winter weeds' reduction

آنالیز واریانس نشان داد که زیست‌توده علف‌های‌هرز در ذرت، به تفکیک گونه و در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی دار بود (جدول واریانس آورده نشده است). مقایسه میانگین زیست‌توده علف‌های هرز به

تفکیک گونه نشان داد که بقایای گیاهان پوششی در کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز در ذرت متفاوت عمل کرده‌اند به‌طوریکه گیاه‌پوششی کلزا و ماشک گل خوشه‌ای، زیست‌توده علف‌هرز تاج خروس‌رونده را به ترتیب ۹٤/۱۹ و ۹۳ درصد کاهش دادند و شبدر لاکی، جو، و شاهد، زیست‌توده این علف‌هرز را به ترتیب ۸٤/۰۳، ۸۳/۲۷ و ۷٤/۷۹ درصد کاهش دادند اما با هم اختلاف آماری نداشتند (شکل ۲). در کاهش زیست‌توده تاج‌خروس ایستاده، گیاه‌پوششی جو با کاهش ۸۹/۰٦ درصد، بهتر از بقیه عمل نمود و شبدر لاکی، ماشک‌گل‌خوشه‌ای و کلزا، تراکم این علف‌هرز را به ترتیب ۸۷/۵۵، ۸۳/٦۳ و ۸۲/۱۳ درصد کاهش دادند در حالی‌که کاهش ناشی از تیمارهای چاودار و شاهد به ترتیب ۸۱/۰٦ و ۷۲/۰۷ درصد بود (شکل۲). کلزا با ۹۷/۲۵ درصد، از سایر گیاهان پوششی در کنترل سلمه‌تره موفق‌تر بود و پس از آن، ماشک‌گل-خوشه‌ای (۹۳/٤۰) و شاهد (۸۹/۱٤) قرار داشتند. جو و چاودار، زیست‌توده سلمه‌تره را به ترتیب ۸۷/۷٦ و ۷۳/۵۰ درصد کاهش دادند اما شبدر لاکی با ٦۸/۳۰ درصد کنترل، در کاهش سلمه‌تره موفقیت کمتری داشت (شکل ۲). در کنترل سایر علف‌های‌هرز موجود در پروژه که از یکنواختی برخوردار نبودند، شبدر (۹۵/۳۹ درصد)، کلزا (۹۲/۳۲ درصد) و ماشک‌گل-خوشه‌ای (۱۳/ درصد ۹۵) موفق‌تر از جو (۸۵/٦۹ درصد)، چاودار (٦۹/۰۱ درصد) و شاهد (٦۲/٤۷ درصد) عمل نمودند (شکل ۲).

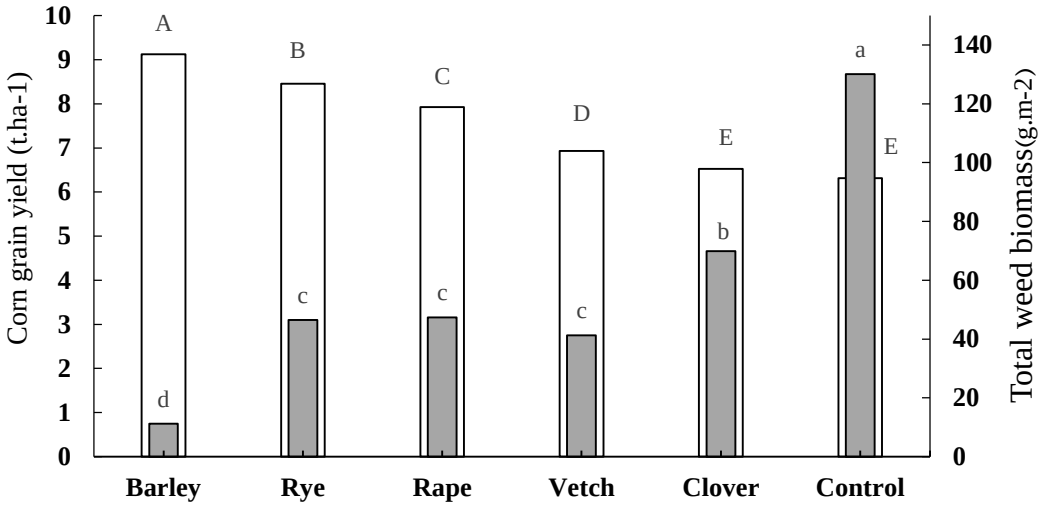


شکل ۲- اثر گیاهان پوششی بر زیست‌توده علف‌های‌هرز ذرت به تفکیک گونه (Sec: چاودار، Hor: جو، Bra: کلزا، Vic: ماشک گل خوشه‌ای، Tri: شبدر لاکی، Nco: شاهد، Ab: تاج خروش رونده، Ar: تاج خروس ریشه قرمز، Ch: سلمه تره، Other: سایر.)

Fig 2. Effect of cover crops on the corn weed biomass by different weed species (Sec: rye, Hor: barly, Bra: rape, Vic: *Vicia,* Tri: clover, Noc: No cover crop, Ab: *Amaranthus blitoides*, Ar: *Amaranthus retroflexus*, Ch: *Chenopodium album*, Other: other weeds)

با نگاهی به نتایج مشخص می شود که غلاتی همچون جو پاییزه و چاودار پاییزه با رشد سریع، زیست‌توده بالایی تولید کردند و مدت زمان زیادی نیز به صورت مالچ گیاهی در سطح خاک باقی ماندند که در اثر پوسیدگی و تجزیه بقایای آن‌ها (بافت‌های گیاهی غلات به‌دلیل خشبی و سخت بودن، دیرتر پوسیده می-شود) توانسته‌اند بیشترین تاثیر را از نظر تولید مواد آللوپاتیک داشته باشند و در نتیجه تاثیر بیشتری بر تراکم

کل علف‌های هرز، قبل از کشت ذرت داشته‌اند. در مرحله چهارم نمونه‌برداری، با وجودی که یک ماه از انجام خاک‌ورزی حفاظتی سپری شده بود، به غیر از تیمار شبدر لاکی، سایر تیمارها از میانگین تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز کمتری برخوردار بودند که احتمال می‌رود، خاصیت آللوپاتیک این گیاهان در مرحله چهارم نمونه‌برداری بر علف‌های‌هرز، تاثیر گذاشته باشد (جدول ۳ و شکل ۳). می‌توان گفت که در شرایط خاک‌ورزی حفاظتی، قرار دادن بقایا به‌صورت مالچ در سطح خاک، به‌دلیل ماندگاری بیشتر بقایا در سطح خاک و در نتیجه تولید مواد آللوپاتیک بیشتر، احتمالا موجب ایجاد شرایط نامطلوب برای علف‌های هرز شده است. غلاتی که به عنوان گیاهان پوششی کشت می‌شوند، با رشد سریع و تولید زیست‌توده بالا، موجب کنترل علف‌های‌هرز می‌شوند (Jahanzad *et al.*, 2014 ؛ Jahanzad *et al.*, 2013). نتایج یک تحقیق نشان داد که چاودار، موجب کاهش ۷۶ درصدی زیست‌توده علف‌های‌هرز به نسبت به شاهد و ۷۱ درصدی نسبت به تیمار یولاف شد که دلیل کنترل کنندگی بیشتر چاودار را بالا بودن خاصیت آللوپاتیک آن اعلام کردند (Sadeghpour *et al.*, 2014). صمدانی و رحیمیان مشهدی (Samedani *et al.*, 2007) گزارش کردند که چاودار به دلیل داشتن زیست‌توده و سایه اندازی بالا، علف‌های‌هرز را به خوبی کنترل می‌کند.



شکل ۳ – اثر گیاهان پوششی بر زیست‌توده علف‌های‌هرز و عملکرد دانه ذرت. ستون‌های بی‌رنگ (با حروف لاتین بزرگ) و ستون‌های هاشور زده (با حروف لاتین کوچک) به ترتیب نشان دهنده عملکرد دانه ذرت و وزن خشک کل علف‌های هرز هستند.

Fig 3. Effect of cover crops on the weed biomass and corn grain yield. Colorless columns (with capital letters) and shaded columns (with small letters) represent the corn grain yield and total weed biomass, respectively.

حسن نژاد و علیزاده (Hasannejad & Alizadeh, 2005) نیز بیان داشتند که چاودار، به‌طور معنی‌داری علف‌های‌هرز تاج خروس، سلمه تره، علف‌شور و پیچک صحرایی را در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی کنترل کرد. در یک بررسی و در تیمار چاودار زنده،، تراکم و زیست‌توده پیچک صحرایی ۱۰۰ درصد کاهش یافت (Samadani & Montazeri, 2009). المور (Elmore, 1980) در مطالعات خود مشاهده کرد که بقایای چاودار، قابلیت بالایی در کاهش زیست‌توده طیف وسیعی از علف‌های‌هرز به‌ویژه یک‌ساله‌ها دارد. در پژوهشی، کشت چاودار با تراکم ۱۵۷ کیلوگرم در هکتار در اوایل پاییز، موجب کنترل بهینه علف‌های‌هرز

شد (Sumeda & Weller, 1996). رنجبر و همکاران (Rangbar *et al.*, 2007) گزارش کردند که زیست توده تاج خروس در تیمار مالچ چاودار، ماشک و مخلوط آن‌ها در مقایسه با شاهد، به ترتیب ۱۰۰، ۸۸، ۹۷ ٪ کاهش یافت. در آزمایش آن‌ها، تیمارهای مالچ گیاهان پوششی در مقایسه با شاهد (بدون علف هرز) توانستند تراکم تاج خروس را به میزان ۸۸–۷۵ درصد کاهش دهند. در آزمایشی دیگر، چاودار موجب کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز، به میزان ۷٦ درصد نسبت به شاهد شد (Sadeghpour *et al.*, 2014). نمودار روند کاهش تراکم کل علف‌های‌هرز (شکل ۱) نشان می دهد که گیاه پوششی جو، با ایجاد پوشش در سطح خاک (جدول ۳) توانسته است تراکم علف‌های هرز را پایین‌تر از بقیه تیمارها نگه دارد (Starovoytov *et al.*, 2010). پس از برگرداندن بقایای گیاهان پوششی به خاک، تراکم علف‌های‌هرز ذرت نیز به خاطر زیست‌توده بیشتر، کاهش یافت. افزایش زیست‌توده گیاهان پوششی، موجب کاهش جذب نور و مواد معدنی توسط علف‌های هرز می‌شود و به‌دنبال کاهش رقابت علف‌های‌هرز با ذرت، عملکرد ذرت نیز افزایش یافته است (Hashemi & Sadeghpour, 2013).

اثر گیاهان پوششی بر زیست‌توده کل علف‌های‌هرز و عملکرد دانه ذرت

نتایج نشان داد که اثر گیاهان پوششی بر صفات زیست‌توده علف‌های‌هرز و عملکرد دانه ذرت معنی-داری شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه ذرت (۹/۱۲ تن در هکتار)، از تیمار جو پاییزه بدست آمد و تیمارهای چاودار (۸/٤٥ تن بر هکتار)، کلزا (۷/۹۲ تن بر هکتار)، ماشک گل خوشه‌ای (٦/۹۳ تن بر هکتار)، شبدر لاکی (٦/٥۲ تن بر هکتار) و شاهد بدون گیاه پوششی (٦/۳۱ تن بر هکتار) از نظر عملکرد دانه ذرت، در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۲). در مورد زیست‌توده علف‌های‌هرز نیز نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای جو پاییزه، چاودار پاییزه، کلزا، ماشک گل خوشه‌ای، شبدر لاکی و شاهد بدون گیاه پوششی به ترتیب دارای ۱۱/۲۲، ٤٦/٤۳، ٤۷/۳٥، ٤۱/۲۱، ٦۹/۸٤ و ۱۳۰/۱۲ گرم زیست‌توده علف‌هرز در متر مربع بودند (شکل ۲). در این آزمایش، غلات پاییزه ضمن کنترل قابل قبول علف‌های‌هرز، تاثیر مطلوبی نیز بر عملکرد دانه ذرت داشتند. با وجود این‌که خانواده بقولات، *C/N* کمتری نسبت به غلات دارند،کاهش عملکرد ذرت در ماشک گل خوشه ای نسبت به جو و چاودار احتمالاً به دلیل بالا بودن ماده خشک علفهای هرز باشد (شکل ۲) که باعث رقابت بین ذرت و علف‌هرز، به منظور جذب نور و دریافت املاح معدنی شده است. در مطالعات دیگر، کاهش عملکرد ذرت در اثر ماشک گل خوشه ای گزارش شده است (Uchino *et al.*, 2009). از طرف دیگر، به نظر می‌رسد که وجود بقایای گیاهان پوششی در سطح خاک، از طریق حفظ رطوبت در سطح خاک و خنک‌تر نگهداشتن خاک در فصول گرم در اثر مدیریت مالچ ایجاد شده توسط خاک‌ورزی حفاظتی، رشد بیشتر گیاه ذرت را فراهم نموده باشند. در این آزمایش، تیمار شبدر لاکی، به‌دلیل رشد کند در طول زمستان، زیست توده کمتری را تولید کرد و بنابراین علف‌های‌هرز در ذرت افزایش یافت (شکل ۲). عدم پوشش مناسب خاک توسط شبدر لاکی و کاهش کارایی کارکردی مالچ آن و نیز نیتروژن توسط این گیاه پوششی، محتوی نیتروژن در دسترس علف-های‌هرز هم بالا بود. به عبارت بهتر، علف‌های‌هرز به دلیل پوشش کم مالچ سبز شده و نیز حاصلخیزی ناشی از تثبیت نیتروژن و عدم وجود مواد آللوپاتیک، به خوبی رشد کرده‌اند و ذرت در رقابت با آن‌ها عقب مانده است (Salmeron *et al.*, 2010). اما تیمارهای غلات نسبت به سایر تیمارها، به‌طور معنی‌داری، بیشترین زیست‌توده و احتمالا جذب نیتروژن از خاک را در طول پاییز و زمستان نسبت به خود اختصاص داده اند اضافه کردن

مقدار کود نیتروژن به هنگام برگرداندن گیاهان پوششی به خاک، پوسیدن آن‌ها را سریعتر نموده است. عامل نیتروژن و تهویه خوب خاک به خاطر زیست‌توده بیشتر غلات، تاثیر مثبت بر زراعت بعدی (ذرت) گذاشت و موجب بهبود عملکرد ذرت گردید. در بین غلات، پتانسیل چاودار در بازیافت نیتروژن خاک و کنترل علف‌های‌هرز، به اثبات رسیده است (Sadeghpour *et al.*, 2014; Hashemi & Sadeghpour, 2013). بنابراین، خاک ورزی حفاظتی و حفظ بقایای گیاه پوششی، با آزاد کردن تدریجی نیتروژن موجود در بقایای گیاهان پوششی و کنترل علف‌های‌هرز، بر عملکرد ذرت موثر بوده است. از این رو می توان گفت که در شرایط اقلیمی منطقه مغان، از جهت کنترل مطلوب علف‌های‌هرز و عملکرد بالای ذرت، مقرون به صرفه و اقتصادی تر خواهد بود که برای ارقام دیررس ذرت، از کشت گیاهان پوششی، همراه با خاک‌ورزی حفاظتی استفاده نمود. سطحی بودن ریشه‌های جو و چاودار، مطابقت زیادی با رشد در شرایط خاک‌ورزی حفاظتی یا کم عمق دارد. در آزمایشی، بیشتر بودن میزان تولید زیست‌توده در گیاه جو و بالا بودن میزان نیتروژن جذب شده توسط این گیاه، تخلیه بیشتر نیتروژن خاک توسط این گیاه را توجیه نمود (Salmeron *et al.*, 2011). در گزارشی، میزان نفوذ ریشه گیاهان پوششی در یک سیستم بدون خاک‌ورزی تا عمق ۵۰ سانتی متری خاک برای گیاهان پوششی، به ترتیب از بیشتر به کمتر، شامل تربچه علوفه‌ای، کلزا و چاودار بود (Chen & Weil, 2010). دیما و همکاران (Dhima *et al.*, 2006) گزارش نمودند که عملکرد چغندرقند در تیمارهای گیاه پوششی جو و چاودار، بیش از تیمار تریتیکاله و بدون گیاه پوششی بود. دی هانان و همکاران (De Haan *et al.*, 1993) استفاده از گیاهان پوششی در بین ردیف‌های گیاه زراعی را گزینه مناسبی جهت جایگزینی مصرف علف‌کش و خاک‌ورزی متداول عنوان نمودند و اظهار داشتند که کشت بهاره یونجه (*Medicago sativa*)، بدون کاهش عملکرد ذرت، تراکم علف‌های‌هرز را تا ۸۰ درصد کاهش داد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین زیست‌توده گیاهان پوششی، کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد دانه ذرت مربوط از تیمار گیاه پوششی جو به‌دست آمد. محققین پیشین هم نتیجه گرفته‌اند که عملکرد ذرت بعد از گیاهان پوششی، به شدت به مقدار بقایای گیاهان پوششی (نسبت C/N) افزوده شده به خاک، وابسته است (Starovoytov *et al.*, 2010). کاهش عملکرد ذرت در خانواده بقولات نسبت به غلات در این تحقیق، احتمالاً به خاطر کمتر بودن زیست‌توده گیاه پوششی و افزایش علف‌های‌هرز در آن‌ها باشد. افزایش زیست‌توده گیاه پوششی، باعث افزایش رقابت گیاه ذرت با علف‌های‌هرز در جذب نور و مواد معدنی شده است (Uchino *et al.*, 2009). رقابت ناشی از حضور علف‌های‌هرز، باعث کاهش توان فتوسنتزی ذرت و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه های ذرت می شود (Zaefarian, 2009). بالا بودن زیست‌توده در کشت گیاهان پوششی، از جمله راهکارهای مؤثر در کنترل علف‌های‌هرز به شمار می‌رود به‌طوری که با کشت گیاهان پوششی با توانایی مناسب در سرکوب علف-های‌هرز از طریق خفه کردن، در طی چند سال و با مدیریت مطلوب می‌توان به کنترل بلند مدت علف-های‌هرز دست یافت. این کار برای کشاورزان، این امکان را فراهم می‌سازد که گیاهان پوششی را به مانند عملیاتی ثمربخش، با توانایی بالقوه از نظر مشارکت در چرخه گردش عناصر غذایی و همچنین سرکوبی علف-های‌هرز نگاه کنند. در مجموع، نتایج آزمایش حاکی از آن بود که عملکرد ذرت در گیاهان پوششی از خانواده غلات و حفظ بقایای بیشتر در سطح خاک با استفاده از

خاک ورزی حفاظتی، بیشتر از سایر تیمارها بود.

منابع

Blanco-Canqui, H., Shapiro, C.A., Wortmann, C.S., Drijber, R.A., Mamo M., Shaver T.M. and Ferguson R.B. 2013b. Soil organic carbon: The value to soil properties. J. Soil Water Conserv. 68: 129A–134A.

Blanco-Canqui, H., Holman, J.D., Schlegel, A.J., Tatarko, J. and Shaver, T. 2013a. Replacing fallow with cover crops in a semiarid soil: Effects on soil properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 77: 1026–1034.

Blanco-Canqui, H., Mikha, M.M., Presley, D.R., and Claassen, M.M. 2011. Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 75: 1471–1482.

Blanco-Canqui, H., Shaver, T.M., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., Elmore, R.W., Francis, C.A. and Hergert G.W. 2015. Cover crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils. Agron. J. 6: 449-2474.

Boscutti, F., Sigura, M., Gambon, N., Lagazio, C., Krüsi, B.O. and Bonfanti, P. 2015. Conservation tillage affects species composition but not species diversity: a comparative study in Northern Italy. Environ. Manag. 55: 443–452.

Brainard, D., Henshaw, B. and Snapp, S. 2012. Hairy vetch varieties and bi-cultures influence cover crop services in strip-tilled sweet corn. Agron. J. 104: 629–638.

Chen, G. and Weil R.R. 2010. Penetration of cover crop roots through compacted soils. Plant Soil. 331:31–43.

Cline, G. R. and Silvemail, L. 2002. Effect of cover crops, nitrogen and tillage on Sweet corn. Hort. Technol. 12: 118-125.

Dabney, S.M., Delgado, J.A., Meisinger, J.J., Schomberg, H.H., Liebig, M.A. and Kaspar, T. 2010. Using cover crops and cropping systems for nitrogen management. In: J.A. Delgado and R.F. Follett, editors, Advances in nitrogen management for water quality. Soil Water Conserv. Soc., Ankeny, IA. p. 231–282.

De Haan, R.L., Wyse, D.L., Ehlke, N.J., Maxwell, B.D. and Putnam, D.H. 1993. Simulation of spring seeded smother plants for weed control in corn (*Zea mays*). Weed Sci. 42:35-43.

Dhima, K.V., Vasilukoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G. and Lithourgidis, A.S. 2006. Allelopathic development. Crop Sci. Soc. Am. 46:1682-1691.

Elmore, C.D. 1980. Inhibition of turnip (*Brassica rapa*) seed germination by velvet leaf (*Abutilon theophrasti*) seed. Weed Sci. 28: 658-660.

Franke, A., Singh, S., McRoberts, N., Nehra, A., Godara, S., Malik, R. and Marshall, G. 2007. *Phalaris minor* seedbank studies: longevity, seedling emergence and seed production as affected by tillage regime. Weed Res. 47:73–83.

Gabriel, J.L. and Quemada, M. 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: yield, N uptake and fertiliser fate. Eur. J. Agron. 34: 133–143.

Hasannejad, S. and Alizadeh, H. 2005. Winter rye appropriate option in the management of weeds in spring crops. In Proceedings of the 1st Conference of Weed Science. Plant Pests and Diseases Research Institute, 5th-6th January, Tehran, Iran. p. 146. (In Persian with English Summary).

Hashemi, M. and Sadeghpour, A. 2013. Establishment and production of switchgrass grown for combustion: a review. Int. J. Plant Biol. Res. 1: 1002.

Jahanzad, E., Jorat, M., Moghadam, H., Sadeghpour, A., Chaichi, M.R. and Dashtaki, M. 2013. Response of a new and a commonly grown for age sorghum to limited irrigation and plant density. Agric. Water Manag. 117: 62–69.

Jahanzad, E., Sadeghpour, A., Hosseini, M.B., Barker, A.V., Hashemi, M.Z. and vakili, O. 2014. Silage yield and quality of millet-soybean intercrops as influenced by nitrogen application. Agron. J. 106: 1993–2000.

Kaspar, T.C., and Singer, J.W. 2011. The use of cover crops to manage soil. In: J.L. Hatfield, and T.J. Sauer, editors, Soil management: Building a stable base for agriculture. Am. Soc. Agron. and Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI. P: 321–337.

Mirsky, S.B., Curran, W.S., Mortensen, D.A., Ryan, 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. 59:380–389.

Ngwira, A., Aune, J.B. and Thierfelder. C. 2014. On-farm evaluation of the effects of the

principles and components of conservation agriculture on maize yield and weed biomass in Malawi. EXP AGR. 50: 591–610.

Poeplau, C. and A. Don. 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops: A meta-analysis. Agric. Ecosyst. Environ. 200:33–41.

Rangbar, M., Samedani, B., Rahimian Mashhadi, H., Jahansooz, M.R. and Bihamta, M. R. 2007. Effect of winter cover crops on weed control and yield of tomatoe. Pajhuhesh and Sazaeghi. 74. (In Persian).

Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J.C., Sobecki, T.M. and Bloodworth, H. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. Geoderma. 116:61–76.

Sabahi, H., Minoyi, S. and Liaghati, H. 2006. A comparison between summer cover crop and inorganic nitrogen on garlic yield and the condition of weeds. Environ. Sci. 13: 23-32. (In Persian with English Summary).

Sadeghpour, A., Gorlitsky, L.E., Hashemi, M., Weis, S.A. and Herbert, S.J. 2014. Response of switchgrass yield and quality to harvest season and nitrogen fertilizer. Agron. J. 106: 290–296.

Sadeghpour, A., Hashemi, M., DaCosta, M., Jahanzad, E. and Herbert, S.J. 2014. Switchgrass establishment influenced by cover crop, tillage systems and weed control. BioEnergy Research 7 (4), 1402-1410.

Salmerón, M., Cavero, J., Quilez, D. and Isla, R. 2010. Winter cover crops affect monoculture maize yield and nitrogen leaching under irrigated Mediterranean conditions. Agron. J. 102: 1700–1709.

Samedani, B., Ranjbar, M., Rahimian, H. and Jahansooz, M. 2007. The effects of winter rye cover crops planting and hairy vetch and their mixtures on density and biomass of London rocket *(Sisymbriminm irio*) and Earth smoke (*Fumaria villanti*). Quarterly of Plant Diseases. 1: 85-95. (In Persian with English summary).

Sumeda, R.J. and Weller, S.C. 1996. Potential of rye (*Secale cereale*) for weed mangement in transplant tomatoes. (*Lycopersicom esculentum*). Weed Sci. 44: 596-602.

Starovoytov, A., Gallagher, R.S., Jacobsen, K.L., Kaye, J.P. and Bradley, B. 2010. Management of small grain residues to retain legume-derived nitrogen in corn cropping systems. Agron. J. 102: 895-903.

Teasdale, J.R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. J. Prod. Agric. 9: 475–479.

Teasdale J.R., Brandsaeter L.O., Calegar A. and Skoraneto, F. 2007. Cover crops and weed management. In: Non-chemical weed management (eds. Upadhyaya M.K. and Blackshaw R.E.) UK: C.A.B International, Oxford shire.

Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Ichiyama, K., Sugiura, E., Yudate, T., Nakamura, S. and Gopal, J. 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression organic and rotational cropping system, 1: Stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. Field Crop Res. 127: 9-16.

Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T. and Nakamura, S. 2009. Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic based cropping systems. Field Crops Res. 113: 342-351.

Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R. and Govaerts, B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. Field Crops Res. 183: 56–68.

Wicks, G.A., Crutchfield, D.A. and Burnside, O.C. 1994. Influence of wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch and metolachlor on corn (*Zea mays*) growth and yield. Weed Sci. 42: 141–147.

Zaefarian, F. 2009. Ecophysiological response of maize and soybean intercropping to competition of *amaranthus* and *datura*. PhD Thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat-Modares. (In Persian).