

Effect of Winter Wheat Intercropped With Vetch and Clover on Weed Population Under Different Soil Tillage Systems

Ekhlās Amini^{1*}, Alireza Taab², Emanuele Radicetti²

Received: 30 April 2021 Accepted: 02 September 2021

1- PhD Student, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

2- Assis. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

3- Assis. Prof., Dept. of Chemical and Pharmaceutical Sciences, University of Ferrara, Ferrara, Italy.

*Corresponding Author Email: artabcord@yahoo.com , a.taab@ilam.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Environmental problems due to overuse of herbicides and resistance of weeds to them have made the need to develop agricultural strategies as a secure and less costly method for weed management one of the sustainable agricultural priorities. This study was carried out to study the effect of intercropping of Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) or vetch (*Vicia villosa* Roth.) as cover crop with wheat under different soil disturbance regimes on population dynamics of weeds to use as ecological weed management systems.

Materials and Methods: The experiment was conducted as split plots in the form of a randomized complete block design with three replications in the research farm of Ilam University during the two cropping years of 2018/19 and 2019/20. Tillage regimes as the main factor in three levels (conventional tillage, minimal tillage and no cultivation) and different intercropping patterns including monocultures wheat, monoculture clover, monoculture vetch, additive intercropping of 100% wheat + 50% clover, additive intercropping of 100% wheat + 50% vetch and weedy (without crops) were considered as sub-factors.

Results: The results showed that no-tillage conditions and reduced tillage systems had the highest and lowest weed density, respectively. The results also reveal that intercropping of winter wheat with legume cover crops reduce weed density substantially. The weed density was reduced up to 80.7% in intercropping of wheat+vetch and to 66% in intercropping of wheat+clover under no tillage system. The respected values were, respectively, 91.6 and 77.7% under reduced tillage and 80 and 70.8% under conventional tillage systems. The Shannon and Wiener Brillouin, Evenness, and Margalef indexes were lowest and Simpson dominance index was highest under no tillage system.

Conclusion: Intercropping of wheat and cover crops can be applied to reduce efficiently weed density and also to affect weed diversity. This also can be an important step toward sustainable agriculture.

Keywords: Clover, Crop Mixture, Cropping Pattern, Diversity Indices, Tillage System, Vetch

اثر کشت مخلوط گندم زمستانه با ماشک و شبدر بر جمعیت علف‌های هرز تحت سیستم‌های مختلف شخم

اخلاص امینی^۱، علیرضا تاب^{۲*}، امانول رادیستی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱۱

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۳- استادیار گروه علوم شیمیایی و دارویی، دانشگاه فرارا، فرارا، ایتالیا

*مسئول مکاتبه: Email: artabcord@yahoo.com, a.taab@ilam.ac.ir

چکیده

اهداف: مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه علفکش‌ها و مقاومت علف‌های هرز به آن‌ها، لزوم توسعه راهکارهای زراعی به‌عنوان یک روش ایمن‌تر و کم‌هزینه‌تر برای مدیریت علف‌های هرز را از الویت‌های کشاورزی پایدار قرار داده است. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر کشت مخلوط گندم با شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) و ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth.) بر جمعیت و تنوع علف‌های هرز تحت سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام طی دو سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ و ۱۳۹۸-۹۹ انجام گرفت. خاک‌ورزی به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بی‌خاک‌ورزی) و الگوهای مختلف کشت شامل کشت خالص گندم، کشت خالص شبدر، کشت خالص ماشک، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گندم + ۵۰ درصد شبدر، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گندم + ۵۰ درصد ماشک و شاهد (بدون کشت) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تراکم علف‌های هرز بودند. کاهش تراکم بوته علف‌های هرز در الگوی کاشت گندم + ماشک و گندم + شبدر تحت بی‌خاک‌ورزی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۸۰/۷۲ و ۶۵/۹۹ درصد و در خاک‌ورزی حداقل ۹۱/۶۰ و ۷۷/۷۱ درصد و در خاک‌ورزی متداول ۸۰/۰۴ و ۷۰/۸۳ درصد بود. کمترین شاخص تنوع شانون-وینر، شاخص تنوع بریلوین، شاخص یکنواختی و غنای گونه‌ای مارگالف و بیشترین شاخص غالبیت سیمپسون در سامانه بی‌خاک‌ورزی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: کشت مخلوط ماشک با گندم در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول توانست علف‌های هرز را تا سطح مناسبی کاهش دهد و این راهکار می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر در راستای کشاورزی پایدار مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، خاک‌ورزی حفاظتی، شاخص تنوع، شبدر، ماشک

مقدمه

مدیریت علف‌های هرز یک مسئله بسیار مهم می‌باشد زیرا علف‌های هرز با وجودی که از تنوع زیستی مزارع حمایت می‌کنند می‌توانند باعث از بین رفتن عملکرد محصولات زراعی شوند (پتیت و همکاران ۲۰۱۶). علف‌های هرز از یک سو از طریق سایه‌اندازی و کاهش میزان نور در دسترس گیاه زراعی و یا از طریق تولید برخی مواد شیمیایی آلوپاتیک رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (جبران و چوهان ۲۰۱۸) و از سوی دیگر علف‌های هرز در جذب نور، آب و مواد غذایی با محصولات زراعی در رقابت می‌باشند که این رقابت پایدار معمولاً منجر به کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی می‌گردد (گوگلیمینی و همکاران ۲۰۱۷). اولین قدم برای توسعه مدیریت علف‌های هرز سازگار با محیط زیست این است که بدانیم جوامع علف‌های هرز چگونه به محرک‌های محیطی واکنش نشان می‌دهند و در این میان، احتمالاً شرایط اقلیمی و مدیریتی مهمترین عوامل تعیین کننده جامعه علف‌های هرز می‌باشند (آلارکون ویلورا و همکاران ۲۰۱۹).

از بین عوامل مختلف مؤثر بر جمعیت علف‌های هرز موجود در یک مزرعه، نوع عملیات مدیریتی و نحوه کنترل علف‌های هرز مهم‌ترین عواملی هستند که ترکیب و تراکم گونه‌ایی جمعیت علف‌های هرز موجود در مزرعه را تعیین می‌کنند. اگرچه استفاده از علف‌کش‌ها، یک روش سریع در کنترل علف‌های هرز می‌باشد. ولی کاربرد مواد شیمیایی علاوه بر پر هزینه بودن، پیامدهای سوئی از قبیل آلودگی آب‌ها، آلودگی خاک، خسارت به محیط‌زیست و حیات وحش، وجود باقیمانده علف‌کش‌ها در مواد غذایی، تجمع سموم در زنجیره‌های غذایی و به‌وجود آمدن علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها را در پی داشته است (یوان-کوان و همکاران ۲۰۱۲). به همین دلیل، تلاش برای استفاده از روش‌های غیرشیمیایی کنترل علف‌های هرز، روند رو به رشدی داشته است. جمعیت علف‌های هرز ممکن است به‌وسیله تنوع گونه‌ای در سیستم‌های زراعی نیز کاهش یابند (کور-هلو و همکاران ۲۰۱۱). یکی از

راهکارهای ایجاد تنوع استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط است. کشت مخلوط به کاشت دو یا چند گیاه به‌طور هم‌زمان در یک قطعه از زمین اطلاق می‌شود (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵) که از طریق کاهش فضا و منابع قابل جذب برای علف‌های هرز، باعث کنترل غیر شیمیایی علف‌های هرز می‌گردد (کومار و همکاران ۲۰۱۷).

در کشت مخلوط، به‌دلیل رقابت گیاهان با علف‌های هرز از رشد و توسعه آن‌ها ممانعت به‌عمل می‌آید و این امر با وجود عدم کاربرد علف‌کش، به افزایش تولید در این نوع سیستم کشت منجر می‌شود. توانایی نظام‌های کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های هرز به عوامل مختلفی از جمله ترکیب گیاهان، ارقام، تراکم گیاهی، سهم هریک از گیاهان زراعی در کشت مخلوط، ترتیب و فاصله قرار گرفتن آن‌ها از یکدیگر، حاصلخیزی خاک و وضعیت رطوبتی خاک بستگی دارد (یوان-کوان و همکاران ۲۰۱۲، آموس و همکاران ۲۰۱۳). علاوه بر این، کاهش آشیانه‌های خالی و منابع در دسترس برای رشد علف‌های هرز نیز تا حدود زیادی کاهش قدرت تهاجم علف‌های هرز را موجب می‌شود (شایگان و همکاران ۲۰۰۸). در آزمایشی کشت مخلوط گندم و شبدر زیرزمینی (*Trifolium subterraneum* L.) باعث کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص گندم (*Triticum aestivum* L.) شد (کامپیگلیا و همکاران ۲۰۱۴). در مطالعه بر روی کشت مخلوط شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) با دیگر گیاهان لگوم، به‌دلیل اثرات دگرآسیبی ریشه شنبلیله بر چرخه زندگی گل جالیز (*Orobancha purpurea*) در مرحله جوانه‌زنی منجر به کاهش خسارت این علف‌هرز شد (فرناندز-آپاریسیو و همکاران ۲۰۰۸). در کشت مخلوط ماشک گل‌خوشه‌ای با گشنیز مشاهده شد که بوته‌های گشنیز و ماشک گل خوشه‌ای با اشغال سطح بیشتری از زمین، از رشد رویشی علف‌های هرز ممانعت کرده و در رقابت با آن‌ها کارا تر عمل نموده و در نتیجه با غلبه بر علف‌های هرز به کاهش زیست‌توده تولیدی آن‌ها نسبت به کشت خالص منجر شدند (نصیری ۲۰۲۰). کشت مخلوط به‌دلیل

سامانه‌های خاکورزی حفاظتی موجب کاهش دمای متوسط خاک شده و این ممکن است موجب تأخیر در سبز شدن گیاه و بذور علف‌های هرز شود (نیکلز و همکاران ۲۰۱۵). این موضوع سبب افزایش توان رقابتی گیاه زراعی با علف‌های هرز می‌شود.

محققین بیان نمودند بیشتر بودن وزن خشک و فراوانی علف‌های هرز در سامانه خاکورزی حفاظتی نسبت به خاکورزی رایج احتمالاً به دلیل عدم حذف کلیه علف‌های هرز در زمان کم‌خاکورزی و در نتیجه بهبود شرایط برای رشد علف‌های هرز باقیمانده بوده است (میرزاوند و همکاران ۲۰۱۷).

با توجه به اهمیت روزافزون کشاورزی پایدار و نقش آن در تولید محصول سالم، این پژوهش با هدف بررسی اثر کشت مخلوط افزایشی و روش‌های مختلف خاکورزی بر پویای جمعیت علف‌های هرز و ارزیابی الگوهای مختلف کاشت جهت مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۴ متر انجام گرفت. نتایج آزمون خاک، بافت خاک محل آزمایش را سیلت لوم رسی نشان داد. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. متوسط بارش طی دو سال زراعی به ترتیب ۱۰۱۰ و ۶۵۱ میلی‌متر در سال زراعی بود (شکل ۱). آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. خاک-ورزی به عنوان عامل اصلی در سه سطح، خاکورزی مرسوم، خاکورزی حداقل و بی‌خاکورزی و الگوهای مختلف کشت شامل کشت خالص گندم، شبدر، ماشک و کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گندم + ۵۰ درصد شبدر، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گندم + ۵۰ درصد ماشک و عدم کشت گیاه زراعی به عنوان فاکتور فرعی در نظر

تأثیری که بر جنبه‌های مختلف تولید و به‌ویژه کارایی استفاده از منابع دارد، می‌تواند افزایش عملکرد گونه‌های مخلوط نسبت به کشت خالص را در پی داشته باشند (مونتی و همکاران ۲۰۱۶).

سیستم‌های خاکورزی با جابه‌جایی و انتقال بذور علف‌های هرز به اعماق مختلف خاک، برگرداندن بقایا به خاک و در نتیجه تغییر چرخه عناصر غذایی تأثیر زیادی بر جامعه علف‌های هرز دارند (ویرجینیا و همکاران ۲۰۱۵). به‌طور کلی شخم، ترکیب و خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک جوامع علف‌های هرز را متأثر می‌سازد (ارمنگوت و همکاران ۲۰۱۶). زمان و نوع خاکورزی در هر کشت تا حد زیادی گونه‌های علف‌های هرز مهم در گیاه زراعی را تعیین می‌کنند بنابراین خاکورزی تأثیر انتخابی بر علف‌های هرز دارد. نتایج مطالعات نشان داد که کاهش شدت شخم عموماً فراوانی علف‌های هرز چندساله و گراس‌ها را زیاد می‌کند (ارمنگوت و همکاران ۲۰۱۵). محققین در بررسی تأثیر روش‌های مدیریتی مختلف بر تراکم، ترکیب و تنوع علف‌های هرز مزرعه ذرت دریافتند که کمترین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در سیستم شخم مرسوم به دست آمد. آن‌ها دلیل این امر را دفن علف‌های هرز و نابودی مریستم‌های حساس آن‌ها توسط شخم سنگین دانستند. در این مطالعه بخش عمده ترکیب علف‌های هرز متعلق به گونه‌های پهن‌برگ بود (خرم‌دل و همکاران ۲۰۰۹).

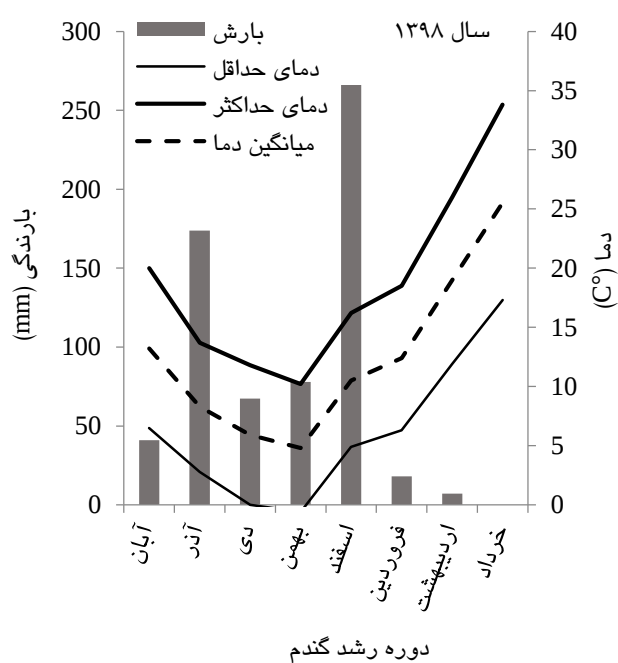
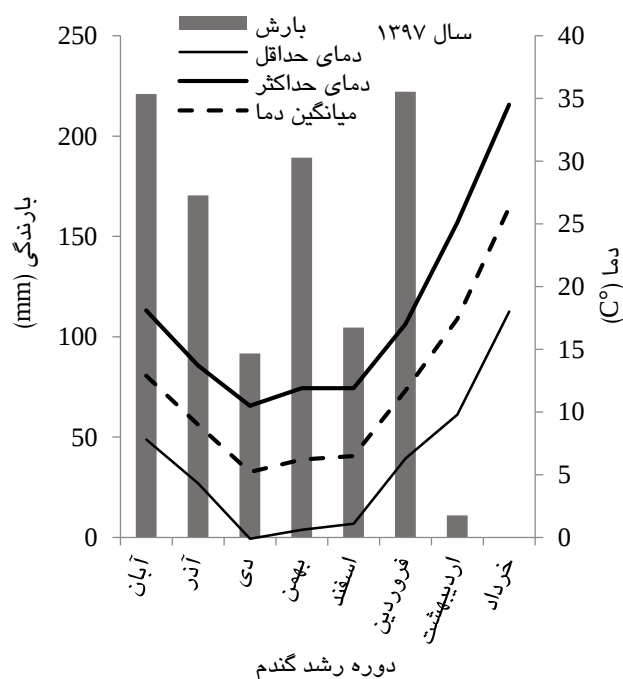
در سامانه‌های بی‌خاکورزی که خاک مزرعه دستکاری نمی‌گردد تجمع سطحی بذور علف‌های هرز می‌تواند موجب افزایش شکارگرها (پرنده‌گان، جوندگان، حشرات) و تسهیل کردن دسترسی آنان به بذور شده که نتیجه آن کاهش این بذور و در نتیجه جمعیت علف‌های هرز است (بلوبو و کاپلان ۲۰۱۵). به دلیل عدم خاکورزی یا کاهش خاکورزی، بذره‌ای موجود بر سطح خاک به درون خاک وارد نشده و بانک بذر علف‌های هرز در خاک کاهش می‌یابد (نیکلز و همکاران ۲۰۱۵) که در بلند مدت می‌تواند موجب کاهش علف‌های هرز گردد. حفظ بقایای گیاهی در

روش خاک‌ورزی حداقل، زمین با استفاده از گاوآهن قلمی شخم زده شد به‌طوری‌که حداقل ۳۰ درصد از بقایا گیاهان روی سطح خاک باقی مانده و بقیه با خاک مخلوط شدند. در روش بدون خاک‌ورزی نیز کشت بدون شخم صورت گرفت. بعد از اعمال سطوح خاک‌ورزی عملیات کاشت تمام گیاهان به‌طور هم‌زمان در هفته دوم آبان ماه با دست به‌صورت ردیفی در کرت‌های به عرض دو و طول سه متر انجام شد. در کشت خالص تمام گیاهان فاصله خطوط از هم ۲۰ سانتی‌متر بود و در کرت‌های مربوط به کشت مخلوط افزایشی، بین خطوط گندم، لگوم‌ها کاشته شدند و فاصله خطوط کاشت ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

گرفته شدند. برای کشت از گندم رقم بهاران به‌میزان ۲۰ گرم در مترمربع و بذر مصرفی گیاهان شبدرایرانی رقم هفت چین و ماشک گل‌خوشه‌ای رقم مراغه در کشت خالص آن‌ها به ترتیب چهار و هفت گرم در مترمربع و متناسب با شیوه کشت مرسوم منطقه در نظر گرفته شد. در هر دو سال، آماده‌سازی و شخم زمین در اواسط مهرماه بر اساس خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی انجام گردید. برای انجام خاک‌ورزی متداول از دستگاه‌های متداول و مرسوم منطقه که به‌صورت کامل خاک‌ورزی را انجام می‌دهند، استفاده شد. زمین پس از گاورو شدن در آغاز با گاوآهن برگرداندار شخم و پس از آن برای نرم‌کردن کلوخه‌ها دو بار دیسک زده شد. در

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک)

سال زراعی	هدایت الکتریکی (dS.m^{-1})	اسیدیته	ماده آلی (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	نیتروژن کل (%)
۱۳۹۷-۹۸	۰/۵۶	۷/۸۶	۲/۳۴	۱۰/۸۰	۳۸۶/۶۶	۰/۱۲
۱۳۹۸-۹۹	۰/۳۰	۸/۰۹	۳/۰۹	۳/۵۲	۳۳۹/۶۸	۰/۱۹



شکل ۱- دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای متوسط و میزان بارندگی در طول دوره رشد طی دو سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ و ۱۳۹۷-۹۸

آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاهان و شرایط اقلیمی متناسب با سیستم کشت رایج منطقه انجام گرفت. به منظور اندازه‌گیری جمعیت گونه‌های علف‌های هرز نمونه‌برداری در مرحله شیری گندم با استفاده از

کوادراتی به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر انجام شد. تراکم علف‌های هرز به تفکیک گونه تعیین گردید. سپس میزان تنوع گونه‌ای علف‌های هرز با استفاده از روابط ذیل محاسبه گردید (بوٹ و همکاران ۲۰۰۳).

$$H' = -\sum_{i=1}^S [P_i \ln(P_i)]$$

$$\hat{H} = \frac{1}{N} \log \left(\frac{N_i}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right)$$

$$E_p = \frac{H}{\ln(S)}$$

$$R = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

$$D = \sum_{i=1}^S \left[\frac{n_i (n_i - 1)}{N(N-1)} \right]$$

رابطه (۱) شاخص تنوع شانون-وینر (Shannon and Wiener index)

رابطه (۲) شاخص تنوع بریلوین (Brillouin index)

رابطه (۳) شاخص یکنواختی (Evenness index)

رابطه (۴) شاخص مارگالف (Margalef index)

رابطه (۵) شاخص غالبیت سیمپسون (Simpson dominance index)

تشخیص در سال دوم با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) محاسبه گردید.

نتایج و بحث

در سال اول در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و الگوی کاشت ۲۴ گونه علف‌هرز یک‌ساله و سه گونه علف‌هرز چندساله متعلق به ۱۰ خانواده گیاهی مشاهده گردید. خانواده گندمیان (Poaceae) با نه گونه علف‌هرز و خانواده‌های لگوم (Fabaceae) و شب‌بو (Brassicaceae) هر کدام با چهار گونه علف هرز متنوع‌ترین خانواده‌های علف هرز بودند. در سال دوم آزمایش علف‌های هرز مشاهده شده در مزرعه متعلق به ۱۱ خانواده بودند که در این میان گندمیان (Poaceae) با ۱۰ گونه علف هرز ولگوم‌ها (Fabaceae) با چهار گونه علف هرز از بیشترین تنوع برخوردار بودند. از نظر سیکل رویشی علف‌های هرز یک‌ساله با ۲۵ گونه نسبت به علف‌های هرز چندساله با سه گونه از فراوانی بیشتری برخوردار بودند. از آنجایی که علف‌های هرز یک‌ساله دارای توان بازیابی و قابلیت تکثیر سریع بعد از تخریب بوده و ویژگی‌های مشابهی با گیاهان زراعی یک‌ساله دارند (لوسوسوا و همکاران ۲۰۰۸) بنابراین قابل انتظار است که در بوم نظام‌های زراعی

که در این روابط، N تعداد کل افراد، n_i تعداد افراد مربوط به گونه i ، P_i فراوانی نسبی افراد گونه i ام، S تعداد گونه، $1-D$ شاخص تنوع سیمپسون و R شاخص غنا می‌باشد.

مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی با استفاده از نرم‌افزار Past تعیین گردید. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت بررسی گردید. تجزیه آماری داده‌های آزمایش با نرم‌افزار SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد و جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار MS Excel 2010 استفاده گردید. با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل سه‌گانه (سال × خاک‌ورزی × الگوی کاشت)، برش‌دهی اثرات متقابل بر اساس سال و مقایسه میانگین‌ها به روش Lsmeans در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. تابع تشخیص برای تعیین و شناسایی علف‌های هرز غالب و رابطه گونه‌های مختلف بر اساس تراکم در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ به صورت جداگانه و بر اساس روش گام به گام صورت گرفت و مقدار توابع تشخیص استخراج شده برای هر گروه و رسم نمودار تابع

چوپان در هر دو سال در شرایط بی‌خاک‌ورزی مشاهده نشدند. همچنین در سال اول علف‌های هرز ماستونک، جوپیازدار، آجیل مزرعه، ماشک برگ‌پهن و دگرگل‌گندمی و در سال دوم علف‌های هرز پیچک صحرایی، تاتاری و خردل وحشی مشاهده نگردیدند (جدول ۲). در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول افزایش فراوانی نسبی علف‌هرز جو دره احتمالاً نشان‌دهنده سازگاری این گونه با شرایط رشد و مساعد بودن شرایط اقلیمی، خاک و مدیریت مزرعه برای رشد آن می‌باشد. جو دره دارای تنوع ژنتیکی است و یکی از علف‌های هرز سمج و مهاجم مزارع گندم می‌باشد که اکثر باریک برگ‌کش‌های رایج توصیه شده برای مزارع گندم قادر به کنترل کامل آن نیستند (موسوی ۲۰۱۹). محققین در بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر مدیریت جو دره در مزارع گندم بیان نمودند که گاواهن برگردان‌دار موجب دفن بذرهای جو دره ریزش کرده و افزایش دوام آن‌ها در لایه‌های خاک شد و به دلیل افزایش تراکم بانک بذر در خاک‌ورزی کامل، تراکم و وزن خشک جو دره نیز افزایش یافت (جمالی و احمدوند ۲۰۱۷). بررسی‌ها نشان می‌دهد، هر ساله از کل بانک بذر علف‌های هرز، درصد بسیار کمی (کمتر از ۵ درصد) جوانه می‌زنند (شوت و همکاران ۲۰۱۲). با ذخیره انبوه بذر جو دره در خاک، مشکل آلودگی مزرعه پیوسته ادامه می‌یابد.

بررسی نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تیمار خاک‌ورزی، الگوی کاشت، اثر متقابل خاک‌ورزی × الگوی کاشت و سال × الگوی کاشت بر تراکم علف‌های هرز معنی‌دار بود. سال، الگوی کاشت، اثرات دوگانه خاک‌ورزی × الگوی کاشت و سال × الگوی کاشت تأثیری معنی‌دار بر تعداد گونه علف‌های هرز داشت (جدول ۳).

فراوانی و تراکم نسبی این گونه‌ها به مراتب بالاتر از گونه‌های چندساله باشد. بر اساس فراوانی نسبی، در سامانه خاک‌ورزی متداول، در سال اول علف‌های هرز جو دره، یولاف وحشی و کله‌گنجشکی به ترتیب با ۱۲، ۱۰ و ۹/۲۳ درصد فراوانی به عنوان علف‌های هرز غالب مشاهده شدند. در سال دوم نیز بیشترین فراوانی نسبی مربوط به علف‌های هرز گلرنگ وحشی و یولاف وحشی بودند. علف‌های هرز هترانتلویوم (دگرگل‌گندمی)، پیچک صحرایی، غربلیک، تاتاری خردل وحشی و جوپیازدار در هر دو سال در خاک‌ورزی متداول وجود نداشتند. همچنین در سال اول علف‌های هرز گیامستک، ماستونک و سوزن چوپان و در سال دوم یونجه و جوزراعی در سامانه خاک‌ورزی متداول مشاهده نشدند (جدول ۲).

تحت سامانه خاک‌ورزی حداقل، علف‌هرز جو دره در سال اول و دوم به ترتیب با ۱۱/۵۱ و ۹/۴۱ درصد فراوانی نسبی، بیشترین جمعیت علف‌های هرز را به خود اختصاص داد. در این سامانه در سال اول، علف‌های هرز یولاف وحشی، ماشک و شاخ‌به‌سر و در سال دوم علف‌هرز گلرنگ وحشی از نظر فراوانی نسبی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. علف‌های هرز پیچک صحرایی، خردل وحشی و جوپیازدار در سامانه خاک‌ورزی حداقل دیده نشدند. همچنین در سال اول، علف‌های هرز ماشک برگ‌پهن، جوزراعی، غربلیک، قلیانک، ماستونک، سوزن چوپان و در سال دوم، علف‌های هرز تاتاری و یونجه وجود نداشتند (جدول ۲).

تحت شرایط بی‌خاک‌ورزی در سال اول علف‌های هرز جو دره، بی‌تی‌راخ و یولاف وحشی به ترتیب با ۱۲/۱۴، ۱۰ و ۹/۲۹ درصد و در سال دوم جو دره و یولاف وحشی با فراوانی نسبی به ترتیب ۱۱/۲۵ و ۱۰ درصد بیشترین جمعیت علف‌هرز را در بین گونه‌های علف‌هرز شناسایی شده داشتند. علف‌هرز جوزراعی، غربلیک، قلیانک و سوزن

جدول ۲- فهرست گونه‌های علف‌هرز و فراوانی نسبی آن‌ها موجود در مزرعه گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی طی دو سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ و ۱۳۹۷-۹۸

شماره	نام فارسی	نام علمی	نام خانواده	بی‌خاک‌ورزی				خاک‌ورزی حداقل				خاک‌ورزی متداول	
				۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۸-۹۹	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۸-۹۹	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۸-۹۹	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۸-۹۹	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۸-۹۹
۱	کله کجشکی	<i>Eucadium syriacum</i> L.	Brassicaceae	۷/۸۶	۲/۵۰	۷/۱۹	۴/۷۱	۹/۳۳	۷/۰۷	۵/۹۸	۶/۵۲	۷/۰۷	۵/۹۸
۲	شاخ به سر	<i>Ceratocephalus falcatus</i> L.	Ranunculaceae	۸/۵۷	۱/۲۵	۷/۹۱	۴/۱۲	۸/۰۰	۵/۹۸	۶/۵۲	۷/۰۷	۵/۹۸	۶/۵۲
۳	بی تی راج	<i>Galium tricornutum</i> D.	Rubiaceae	۱۰/۰۰	۸/۱۳	۴/۳۲	۴/۷۱	۶/۰۰	۶/۰۰	۶/۵۲	۷/۰۷	۵/۹۸	۶/۵۲
۴	جودره	<i>Hordeum spontaneum</i> L.	Poaceae	۱۲/۸۴	۱۱/۲۵	۱۱/۵۱	۹/۴۱	۱۲/۰۰	۶/۵۲	۶/۵۲	۷/۰۷	۵/۹۸	۶/۵۲
۵	یولاف وحشی	<i>Avena ludoviciana</i> L.	Poaceae	۹/۲۹	۱۰/۰۰	۷/۹۱	۷/۶۵	۱۰/۰۰	۶/۵۲	۶/۵۲	۷/۰۷	۵/۹۸	۶/۵۲
۶	گلرنگ وحشی	<i>Carthamus oxyacanthus</i> M. Bieb.	Asteraceae	۶/۴۳	۶/۸۸	۵/۷۶	۸/۲۴	۴/۶۷	۶/۵۲	۶/۵۲	۷/۰۷	۵/۹۸	۶/۵۲
۷	زیرک	<i>Cephalaria syriaca</i> L.	Dipsacaceae	۵/۷۱	۴/۳۸	۲/۱۶	۳/۵۳	۳/۳۳	۶/۵۲	۶/۵۲	۷/۰۷	۵/۹۸	۶/۵۲
۸	ماشک معمولی	<i>Vicia sativa</i> L.	Fabaceae	۵/۰۰	۷/۵۰	۷/۹۱	۷/۶۵	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۹	ماشک برگ‌پهن	<i>Vicia narbonensis</i> L.	Fabaceae	۰/۰۰	۲/۵۰	۰/۰۰	۱/۱۸	۲/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۰	چشم	<i>Lolium persicum</i>	Poaceae	۴/۲۹	۵/۰۰	۶/۴۷	۶/۴۷	۵/۳۳	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۱	جوموشی	<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	۲/۸۶	۵/۶۳	۷/۱۹	۰/۵۹	۲/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۲	علف‌پشمکی	<i>Bromus tectorum</i> L.	Poaceae	۲/۵۷	۴/۳۸	۵/۷۶	۱/۱۸	۰/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۳	آله و وحشی	<i>Ranunculus arvensis</i>	Ranunculaceae	۵/۷۱	۱/۸۸	۳/۶۰	۷/۶۵	۴/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۴	جغجغک	<i>Vaccaria pyramidata</i> Medik.	Caryophyllaceae	۲/۱۴	۲/۵۰	۳/۶۰	۵/۲۹	۴/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۵	شقایق	<i>Papaver dubium</i> L.	Papaveraceae	۲/۸۶	۱/۲۵	۴/۳۲	۲/۳۵	۲/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۶	آجیل مزرعه	<i>Neslia paniculata</i> L.	Brassicaceae	۰/۰۰	۱/۸۸	۲/۸۸	۲/۳۵	۲/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۷	آژیوپس تائوشی	<i>Aegilops tauschii</i> Coss.	Poaceae	۲/۵۷	۶/۲۵	۳/۶۰	۴/۷۱	۵/۳۳	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۸	خار	<i>Lathyrus aphaca</i> L.	Fabaceae	۲/۱۴	۷/۵۰	۲/۸۸	۵/۲۹	۴/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۱۹	ازمک	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	Brassicaceae	۲/۱۴	۵/۶۳	۲/۸۶	۵/۲۹	۴/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۰	یونجه	<i>medicago sativa</i> L.	Fabaceae	۲/۱۴	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۰۰	۰/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۱	دگر گل‌گندمی	<i>Heteranthelium piliferum</i> L.	Poaceae	۰/۰۰	۲/۵۰	۰/۷۲	۰/۵۹	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۲	کیامستک	<i>Bromus commutatum</i> L.	Poaceae	۱/۴۳	۴/۳۸	۰/۷۲	۰/۵۹	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۳	جو زراعی	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Poaceae	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۹	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۴	پیچک صحرایی	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convulvaceae	۰/۷۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۵	غریبک	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Lamiaceae	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۹	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۶	قلیانک	<i>Silene conoidea</i> L.	Caryophyllaceae	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۷۶	۰/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۷	تاتاری	<i>Carduus arabicus</i> Jacq. ex Murray	Asteraceae	۰/۷۱	۰/۰۰	۰/۷۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۸	خردل وحشی	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	۰/۷۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۲۹	ماستوک	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Apiaceae	۰/۰۰	۰/۶۳	۰/۰۰	۲/۹۴	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۳۰	جو پیازدار	<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Poaceae	۰/۰۰	۰/۶۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷
۳۱	سوزن چوپان	<i>Scandix pecten - veneris</i> L.	Apiaceae	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۹	۰/۰۰	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثرات خاک‌ورزی و الگوی کاشت بر شاخص‌های تنوع علف‌های هرز طی دو سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ و ۱۳۹۷-۹۸

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم بوته علف‌های هرز	تعداد گونه علف‌های هرز	میانگین مربعات				
				شاخص غالبیت سیمپسون	شاخص شانون-وینر	شاخص غنای مارگالف	شاخص تنوع بریلوین	شاخص یکنواختی
سال	۱	۳۱۳ ^{NS}	۷۱/۷۰۴ ^{NS}	۰/۰۰۸۹ ^{NS}	۰/۹۳۳۷ ^{NS}	۲/۸۵۷۵ ^{NS}	۰/۷۹۲۳ ^{NS}	۰/۰۴۸۷ ^{NS}
بلوک	۲	۵۷۰۱ ^{NS}	۳/۹۵۴ ^{NS}	۰/۰۱۶۶ ^{NS}	۰/۲۳۷۹ ^{NS}	۰/۱۲۸۹ ^{NS}	۰/۲۲۸۵ ^{NS}	۰/۰۰۵۷ ^{NS}
تکرار × سال	۲	۱۱۳۰۱	۱۳/۷۳۱	۰/۰۱۲۹	۰/۳۲۶۳	۰/۳۷۱۴	۰/۳۰۲۲	۰/۰۰۳۳
خاک‌ورزی	۲	۱۲۴۸۵۸ ^{**}	۷/۷۰۴ ^{NS}	۰/۱۷۲۱ ^{**}	۱/۲۹۴۱ ^{**}	۰/۶۹۶۳ ^{**}	۱/۰۰۴۵ ^{**}	۰/۲۶۹۳ ^{**}
سال × خاک‌ورزی	۲	۵۴۲۹ ^{NS}	۱/۱۴۸ ^{NS}	۰/۰۹۷۲ ^{**}	۰/۷۵۷۰ ^{**}	۰/۱۲۰۷ ^{NS}	۰/۶۵۶۶ ^{**}	۰/۱۹۱۱ [*]
خطای اصلی	۸	۶۹۰۹	۱/۲۰۴	۰/۰۱۸۴	۰/۰۴۲	۰/۰۴۴۹	۰/۰۳۳۳	۰/۰۲۳۳
الگوی کاشت	۵	۲۹۴۳۳۲ ^{**}	۱۰۹/۵۰۴ ^{**}	۰/۰۴۸۱ [*]	۱/۲۵۵۲ ^{**}	۱/۸۶۳۳ ^{**}	۱/۳۹۱۹ ^{**}	۰/۰۵۶۳ [*]
خاک‌ورزی × الگوی کاشت	۱۰	۸۵۳۷ ^{**}	۸/۳۴۸ [*]	۰/۰۲۱۵ ^{NS}	۰/۲۰۴۰ ^{NS}	۰/۲۴۳۷ ^{NS}	۰/۱۹۴۴ [*]	۰/۰۱۲۰ ^{NS}
سال × الگوی کاشت	۵	۳۳۲۳۶ ^{**}	۳۲/۵۹۲ ^{**}	۰/۰۷۶۹ ^{**}	۰/۹۴۱۴ ^{**}	۱/۰۰۲۴ ^{**}	۰/۸۷۱۴ ^{**}	۰/۰۰۶۰ ^{NS}
سال × خاک‌ورزی × الگوی کاشت	۱۰	۲۴۰۵ ^{NS}	۳/۷۰۴ ^{NS}	۰/۰۲۴۵ ^{NS}	۰/۱۰۸۶ ^{NS}	۰/۱۰۴۲ ^{NS}	۰/۱۰۵۳ ^{NS}	۰/۰۱۸۹ ^{NS}
خطای فرعی	۶۰	۲۷۳۳	۳/۸۰۵	۰/۰۱۴۷	۰/۱۰۷۸	۰/۱۳۵۵	۰/۰۹۲۲	۰/۰۲۰۲
ضریب تغییرات (%)	-	۲۵/۶۱	۲۲/۲۷۱	۴۳/۵۴۵	۲۰/۰۸۳	۲۴/۶۶۱	۱۹/۷۲	۲۱/۵۹۶

*، **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱؛ ^{NS}: غیر معنی‌دار می باشد.

(۲۰۱۵) گزارش کردند که کشت مخلوط نیشکر با حبوبات باعث کاهش چشم‌گیر در تراکم علف‌های هرز در بین بوته‌های نیشکر می‌شود.

در سامانه‌های خاک‌ورزی، الگوی کاشت گندم+ ماشک بیشترین تأثیر را در کاهش تراکم علف‌های هرز داشت. احتمالاً بیشتر بودن زیست‌توده و ارتفاع ماشک باعث کاهش تراکم علف‌های هرز در مقایسه با الگوی کشت گندم+ شبدر شده است (داده‌ها ارائه نشده است). کشت خالص شبدر در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بیشترین تراکم علف‌هرز را داشت. با توجه به بیشتر بودن تراکم علف‌های هرز در کشت خالص شبدر، به نظر می‌رسد این گیاه رشد ضعیف‌تری در برابر علف‌های هرز دارد.

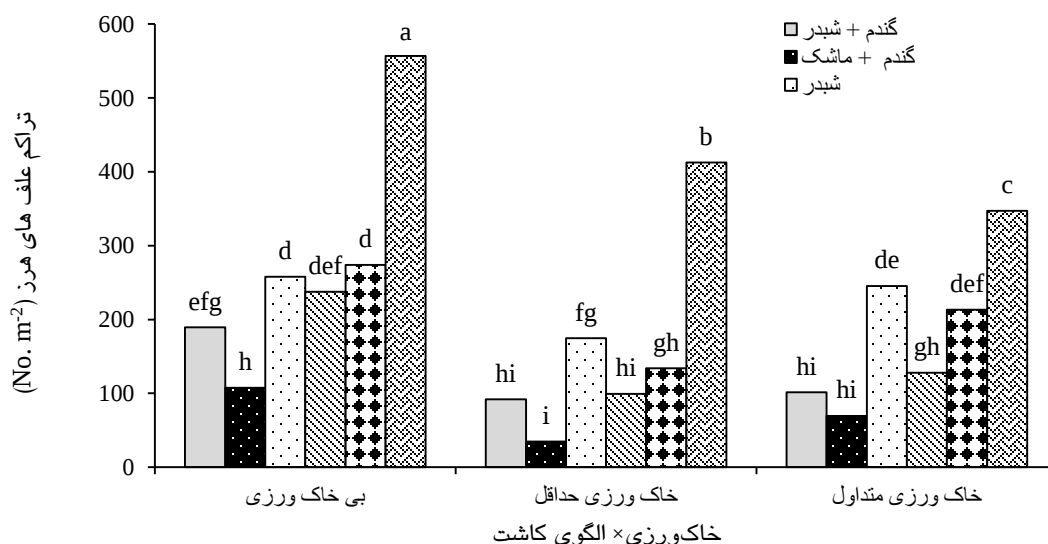
در مطالعه حاضر بیشترین تراکم علف‌های هرز در سامانه بی‌خاک‌ورزی مشاهده شد. گزارش‌های چندی در مورد افزایش تراکم علف‌های هرز در سامانه‌های خاک‌ورزی حداقل وجود دارد (دمج‌انوا و همکاران ۲۰۰۹ و سانتین مونتانیو و همکاران ۲۰۱۳). چون خاک‌ورزی

بررسی تراکم علف‌های هرز تحت اثر ترکیب تیماری خاک‌ورزی با الگوی کاشت نشان داد که کشت مخلوط افزایشی گندم و لگوم‌ها موجب کاهش تراکم بوته علف‌های هرز می‌شود. میزان کاهش تراکم بوته علف‌های هرز در الگوی کاشت گندم+ ماشک و گندم+ شبدر تحت شرایط بی‌خاک‌ورزی به ترتیب ۸۰/۷۲ و ۶۵/۹۹ درصد در شرایط خاک‌ورزی حداقل ۹۱/۶۰ و ۷۷/۷۱ درصد و تحت شرایط خاک‌ورزی متداول ۸۰/۰۴ و ۷۰/۸۳ درصد بود (شکل ۲). پژوهشگران دیگر نیز نشان دادند که هجوم علف‌های هرز در سامانه‌های کشت مخلوط کاهش می‌یابد (کومار و همکاران ۲۰۱۷). الگوهای کشت افزایشی ماشک و شبدر با گندم باعث کاهش تراکم علف‌های هرز در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی شدند. با توجه به افزایش تنوع گیاهان در کشت مخلوط، آشیانه‌های اکولوژیکی بیشتری توسط گیاهان اصلی اشغال شده و با جذب بیشتر منابع قابل دسترس، باعث کاهش رشد و در نتیجه کاهش جمعیت و تراکم علف‌های هرز شدند. گیتا و همکاران

کشت مخلوط گندم+ ماشک در همه سطوح خاک‌ورزی بیشترین تأثیر را بر کاهش تعداد گونه علف‌های هرز را داشت. میزان کاهش تعداد گونه علف‌های هرز در الگوی کشت گندم+ ماشک در سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی حداقل و خاک‌ورزی مرسوم به‌ترتیب ۴۶/۱۷ درصد و ۷۱/۲۷ و ۵۵/۳۹ درصد بود. ماشک به علت رشد سریع، ارتفاع بلند و سایه‌اندازی بر علف‌های هرز و همچنین ترشح برخی مواد دگرآسیب به ریزوسفر (کوبیاشی و همکاران ۲۰۰۴) قابلیت بالاتری در کنترل علف‌های هرز دارد. محققین دیگر نیز گزارش نمودند که جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز یک‌ساله و چندساله تحت تأثیر کاشت ماشک گل خوشه‌ای به میزان زیادی کاهش می‌یابد (میسچلر و همکاران ۲۰۱۰).

به‌عنوان یک روش مهار علف‌های هرز مطرح است، کم کردن یا حذف آن سبب افزایش جمعیت علف‌های هرز می‌شود (آدونووان و مک اندرو ۲۰۰۰). در بررسی اثر سیستم‌های شخم بر روی علف‌های هرز گندم زمستانه مشخص شد که توزیع علف‌های هرز تحت تأثیر سامانه خاک‌ورزی قرار گرفته و در سامانه خاک‌ورزی متداول جمعیت علف‌هرز کمتر از سامانه های خاک‌ورزی کاهش‌یافته و تیمار علف کش بود (وونیاک ۲۰۱۸). نتایج تحقیقات نشان داد با گذشت زمان با انجام عملیات بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی رایج و کم خاک‌ورزی تراکم علف‌های هرز چندساله بیش از ۶۰ درصد افزایش یافت، درحالی که تراکم علف‌های هرز یکساله را حدود ۴۰ درصد کاهش داد (میرزاوند و همکاران ۲۰۱۷).

بیشترین تعداد گونه علف‌های هرز در تیمار خاک‌ورزی حداقل و سیستم بدون کشت گیاه زراعی مشاهده گردید.



شکل ۲- میانگین تراکم علف هرز تحت تأثیر ترکیب تیماری الگوهای کاشت و خاک‌ورزی. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

جدول ۴- اثرات خاک‌ورزی بر شاخص‌های تنوع علف‌های هرز طی دو سال زراعی

سال زراعی	خاک‌ورزی	شاخص غالبیت سیمپسون	شاخص شانون- وینر	شاخص تنوع بریلوین	شاخص یکنواختی
۱۳۹۷-۹۸	بی‌خاک‌ورزی	۰/۳۱۷ ^{ab}	۱/۴۸۷ ^{cd}	۱/۴۱۶ ^{cd}	۰/۶۶۴ ^a
	خاک‌ورزی حداقل	۰/۲۴ ^{bc}	۱/۵۷۴ ^c	۱/۴۷۱ ^c	۰/۶۹۳ ^a
	خاک‌ورزی متداول	۰/۳۰۵ ^{ab}	۱/۵۶۵ ^c	۱/۴۷۵ ^c	۰/۶۸۴ ^a
۱۳۹۸-۹۹	بی‌خاک‌ورزی	۰/۳۹۹ ^a	۱/۳۵۴ ^d	۱/۲۹۳ ^d	۰/۴۵۴ ^b
	خاک‌ورزی حداقل	۰/۲۲۹ ^{bc}	۱/۸۳۴ ^b	۱/۷۰۳ ^b	۰/۷۱۸ ^a
	خاک‌ورزی متداول	۰/۱۷۹ ^c	۱/۹۹۶ ^a	۱/۸۸۳ ^a	۰/۷۴۱ ^a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

اثر دوگانه سال × الگوی کاشت بر شاخص تنوع شانون- وینر نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار این شاخص در سال اول به ترتیب در شرایط عدم کشت گیاه زراعی و کشت مخلوط گندم و ماشک مشاهده شد. در سال دوم اختلاف معنی‌داری بین الگوهای کشت مشاهده نشد (جدول ۵).

با افزایش تنوع زیستی در کشت مخلوط ماشک و گندم، نیچ‌های اکولوژیکی کمتری در اختیار علف‌های هرز قرار گرفته است. در نتیجه کاهش شاخص‌های تنوع علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص را در برداشته است. سایر مطالعات نیز کاهش شاخص‌های تنوع علف‌های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص گزارش دادند (سیدی و حمزه‌بی ۲۰۲۰ و کوچکی و همکاران ۲۰۱۴). کوچکی و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه چندکشتی گندم و کلزا کاهش شاخص شانون- وینر علف‌های هرز، در کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی کلزا گزارش کردند. این محققان بیشترین میزان شاخص تنوع شانون- وینر (۰/۸۶) در کشت خالص گندم و کمترین میزان آن (۰/۶۶) در کشت مخلوط دو ردیف گندم + دو ردیف کلزا، مشاهده کردند. این محققان گزارش کردند که با افزایش تنوع، تخصیص منابع و توزیع آن‌ها بین گونه‌ها با کارایی بیشتری صورت گرفته که این امر منجر به کاهش تعداد و تنوع علف‌های هرز شده که در نهایت کاهش شاخص شانون را به دنبال داشته است (کوچکی و همکاران ۲۰۱۴).

خاک‌ورزی، الگوی کاشت و اثر دوگانه سال × خاک‌ورزی و سال × الگوی کاشت تأثیر معنی‌داری بر شاخص غالبیت سیمپسون داشتند (جدول ۳). تیمار بی-خاک‌ورزی بیشترین شاخص غالبیت سیمپسون (۰/۳۱۷) را در سال اول دارا بود هر چند اختلاف بین سطوح خاک‌ورزی در این سال معنی‌دار نبود. در سال دوم بیشترین و کمترین شاخص غالبیت سیمپسون در شرایط بی‌خاک‌ورزی (۰/۳۹۹) و خاک‌ورزی متداول (۰/۱۷۹) مشاهده گردید (جدول ۴). در سال اول بیشترین شاخص غالبیت سیمپسون در کشت مخلوط گندم و ماشک (۰/۴۹۲) و کمترین مقدار آن در عدم کشت گیاه زراعی (۰/۱۶۰) مشاهده شد ولی در سال دوم اختلاف معنی‌داری بین الگوهای کاشت وجود نداشت (جدول ۵).

شاخص تنوع شانون- وینر تحت تأثیر اثرات معنی‌دار خاک‌ورزی، الگوی کاشت، اثرات دوگانه سال × خاک‌ورزی و سال × الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۳). در سال اول هر سه سطح خاک‌ورزی از نظر شاخص تنوع شانون- وینر در یک گروه آماری قرار گرفتند هر چند بیشترین مقدار این شاخص (۱/۵۷۴) در سطح خاک‌ورزی حداقل مشاهده شد در حالی که در سال دوم تفاوت بین سطوح خاک‌ورزی معنی‌دار بود و خاک‌ورزی متداول دارای بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر (۱/۹۹۶) بود و پس از آن خاک‌ورزی حداقل (۱/۸۳۴) قرار داشت (جدول ۴). بررسی

جدول ۵- اثرات الگوهای کاشت بر شاخص‌های تنوع علف‌های هرز طی دو سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ و ۱۳۹۷-۹۸

سال زراعی	الگوی کاشت	تراکم علف‌های هرز	تعداد گونه علف‌های هرز	شاخص غالبیت سیمپسون	شاخص شانون-وینر	شاخص غنای مارگالف	شاخص تنوع بریلوین
۱۳۹۷-۹۸	عدم کشت گیاه زراعی	۵۱۸/۲۲ ^a	۱۳/۱۱ ^a	۰/۱۶۰ ^c	۲/۰۹۳ ^a	۱/۹۴۹ ^a	۲/۰۳۷ ^a
	کشت خالص شبدر	۲۱۷/۷۸ ^{cd}	۱۰/۱۱ ^{bc}	۰/۲۴۲ ^{bc}	۱/۷۷۷ ^{ab}	۱/۶۹۴ ^{abc}	۱/۶۹۱ ^b
	کشت خالص ماشک	۱۴۶/۲۲ ^{ef}	۵/۷۸ ^e	۰/۳۴۱ ^b	۱/۳۲۷ ^c	۰/۹۶۹ ^e	۱/۲۵۴ ^c
	کشت خالص گندم	۲۰۹/۳۳ ^{cd}	۹/۶۷ ^{bc}	۰/۲۲۴ ^{bc}	۱/۸۱۹ ^{ab}	۱/۶۷۰ ^{abc}	۱/۷۱۸ ^b
	کشت مخلوط گندم + ماشک	۳۱/۵۶ ^h	۲/۶۷ ^f	۰/۴۹۲ ^a	۰/۶۹۸ ^d	۰/۵۰۷ ^f	۰/۶۰۹ ^d
۱۳۹۸-۹۹	کشت مخلوط گندم + شبدر	۹۱/۵۶ ^g	۶/۳۳ ^e	۰/۲۶۶ ^{bc}	۱/۵۳۷ ^{bc}	۱/۱۹۱ ^{de}	۱/۴۱۸ ^{bc}
	عدم کشت گیاه زراعی	۳۵۹/۵۶ ^b	۱۱/۲۲ ^b	۰/۲۷۶ ^{bc}	۱/۷۷۷ ^{ab}	۱/۷۵۰ ^{abc}	۱/۷۱۱ ^b
	کشت خالص شبدر	۲۳۴/۲۲ ^{bc}	۱۰/۳۳ ^{bc}	۰/۲۷۷ ^{bc}	۱/۷۵۸ ^{ab}	۱/۷۳۱ ^{abc}	۱/۶۷۰ ^b
	کشت خالص ماشک	۱۶۳/۵۶ ^{de}	۱۰/۳۳ ^{bc}	۰/۲۵۴ ^{bc}	۱/۸۲۳ ^{ab}	۱/۸۵۷ ^{ab}	۱/۷۰۲ ^b
	کشت خالص گندم	۲۰۴/۸۹ ^{cd}	۹/۵۵ ^{bc}	۰/۳۰۲ ^b	۱/۶۷۴ ^b	۱/۶۶۴ ^{abc}	۱/۵۷۴ ^b
	کشت مخلوط گندم + ماشک	۱۰۹/۲۲ ^{fg}	۷/۴۴ ^{de}	۰/۲۴۹ ^{bc}	۱/۶۲۳ ^{bc}	۱/۴۰۷ ^{cd}	۱/۴۹۳ ^{bc}
	کشت مخلوط گندم + شبدر	۱۶۳/۵۶ ^{de}	۸/۵۵ ^{cd}	۰/۲۵۷ ^{bc}	۱/۷۱۲ ^b	۱/۵۲۱ ^{bcd}	۱/۶۰۴ ^b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

هرزنشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی کاهش یافته و کشت خالص دارای بیشترین مقادیر تراکم و بیوماس کل علف‌های هرز بودند. ولی، خاک‌ورزی مرسوم و سیستم کشت مخلوط توانستند تراکم و بیوماس علف‌های هرز غالب مانند تاج‌خروس، چسبک و پیچک را کاهش دهند (سیدی و حمزه-ئی ۲۰۲۰). احمدوند و حاجی‌نیا (۲۰۱۶) بیشترین شاخص غالبیت علف‌های هرز (۰/۸۷) در تیمار گیاه پوششی جو توأم با کنترل تلفیقی در سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته در کشت سیب‌زمینی گزارش دادند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

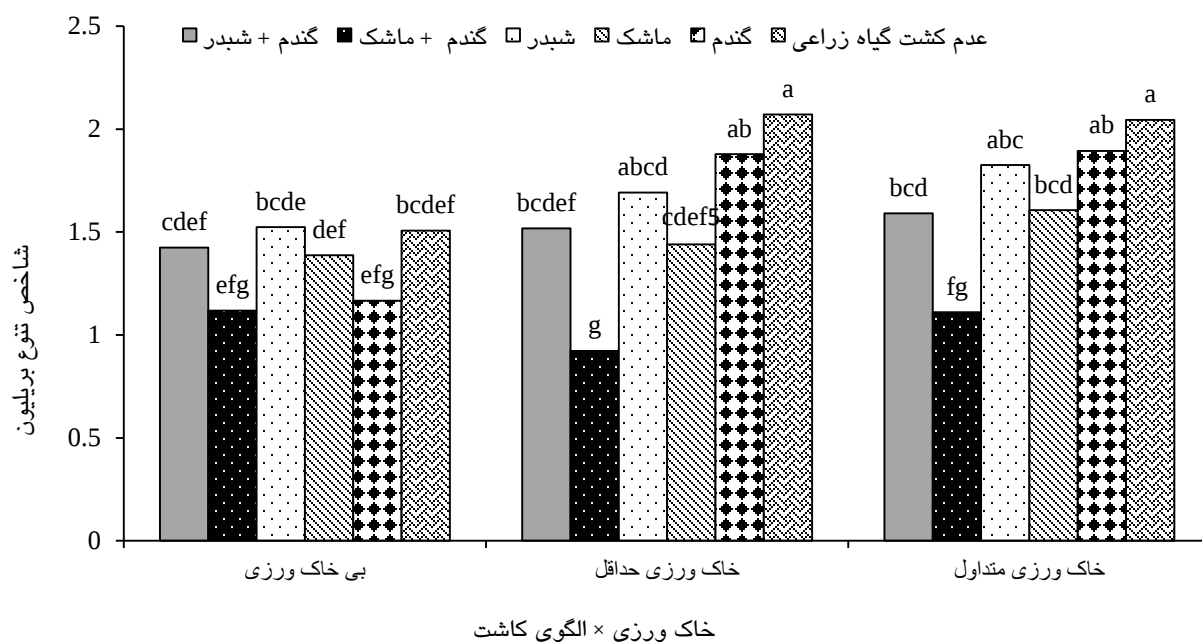
شاخص تنوع بریلوین بطورمعنی‌دار تحت اثر خاک‌ورزی، الگوی کاشت و اثرات دوگانه سال× خاک‌ورزی، خاک‌ورزی× الگوی کاشت و سال× الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۳). بررسی اثر دوگانه سال× خاک‌ورزی نشان داد که در هر دو سال کمترین و بیشترین شاخص تنوع بریلوین به‌ترتیب در بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول مشاهده گردید (جدول ۴). بررسی اثر متقابل خاک‌ورزی× الگوی کاشت نشان داد که بیشترین شاخص تنوع بریلوین در سیستم خاک‌ورزی حداقل و

اثر خاک‌ورزی، الگوی کاشت و اثر دوگانه سال× خاک‌ورزی بر روی شاخص یکنواختی نیز معنی‌دار بود (جدول ۳). در هر دو سال کمترین مقدار شاخص یکنواختی در شرایط بی‌خاک‌ورزی مشاهده شد و بیشترین شاخص یکنواختی در سال اول در خاک‌ورزی حداقل و در سال دوم در خاک‌ورزی متداول دیده شد (جدول ۴) البته سطوح مختلف خاک‌ورزی در سال اول فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. بیشترین شاخص یکنواختی علف‌های هرز در الگوی کاشت گندم+ شبدر (۰/۷۳) و گندم+ ماشک (۰/۷۲) به‌دست آمد؛ و کمترین شاخص یکنواختی در شرایط عدم کشت گیاه زراعی و کشت خالص شبدر مشاهده گردید که در مقایسه با کشت مخلوط گندم+ شبدر ۱۷/۸۱ درصد کاهش نشان دادند. مقادیر یکنواختی به‌دست آمده گویای این مطلب است که گونه‌های موجود در الگوی کشت گندم+ شبدر و گندم+ ماشک از یکنواختی بیشتری نسبت به سایر الگوهای کشت برخوردار بودند. بنابر این به‌نظر می‌رسد در شرایط کشت مخلوط تعداد گونه‌های شاخص بیشتر بوده و غالبیت به تعداد بیشتری از گونه‌ها اختصاص یافته است. بررسی خاک‌ورزی حفاظتی و کشت مخلوط بر رقابت علف‌های

بیشترین (۱/۵۹۹) غنای گونه‌ای مارگالف به‌ترتیب بی- خاکورزی و خاکورزی مرسوم به‌دست آمد. خاکورزی مرسوم و خاکورزی حداقل از نظر این شاخص در یک گروه آماری بودند. الگوی کاشت گندم+ ماشک در هر دو سال دارای کمترین شاخص غنای مارگالف بود (جدول ۵). نتایج تابع تشخیص برای تمایز بین گونه‌های مختلف علف‌های هرز در بین الگوهای کشت مخلوط تحت سامانه‌های مختلف خاکورزی در هر دو سال به‌صورت جداگانه در جدول ۶ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال اول کل واریانس (۱۰۰ درصد)

خاکورزی مرسوم در شرایط عدم کشت گیاه زراعی و در تیمار بی‌خاکورزی در کشت خالص شبدر و عدم کشت گیاه زراعی مشاهده شد و کمترین شاخص تنوع بریلوین در کشت مخلوط گندم و ماشک به‌دست آمد (شکل ۳). در هر دو سال اجرای آزمایش بالاترین شاخص تنوع بریلوین در شرایط عدم کشت گیاه زراعی و کمترین شاخص تنوع بریلوین در کشت مخلوط گندم و ماشک مشاهده شد (جدول ۵).

شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بطور معنی داری تحت تأثیر تیمار خاکورزی، الگوی کاشت و اثر متقابل سال × الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۳). کمترین (۱/۳۳۵) و



شکل ۳- اثرات الگوهای کاشت بر شاخص تنوع بریلوین تحت شرایط مختلف خاکورزی

درصد واریانس به‌وسیله این سه تابع بیان گردید. با توجه به مقادیر توابع تشخیص استخراج شده، می‌توان تابع دوم را به‌عنوان علف‌هرز یولاف وحشی و تابع سوم را تابع آژیلوپ تائوشی مشخص کرد (جدول ۶).

بر اساس تابع اول، تیمار علف‌هرز بدون کشت گیاه زراعی تحت شرایط بدون خاک‌ورزی بیشترین میزان این

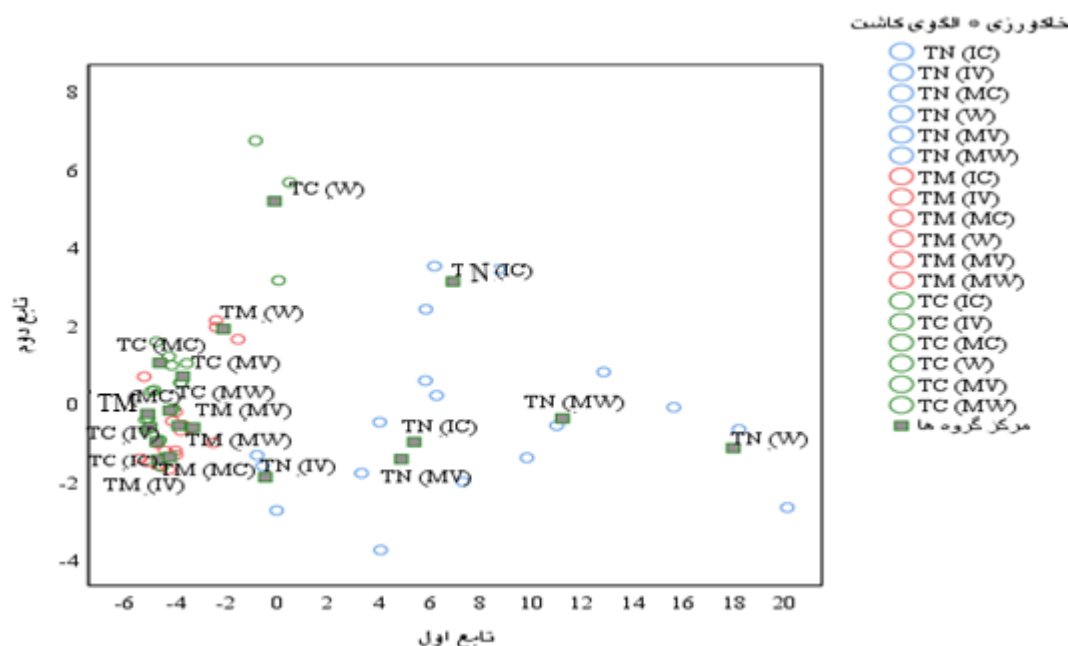
توسط یک تابع بیان گردید. با توجه به ضرایب تابع تشخیص استخراج شده می‌توان این تابع را به‌عنوان علف‌هرز غالب جوهره معرفی کرد. علف‌هرز جوهره بیشترین ضریب تابع را به خود اختصاص داده است. در سال دوم سه تابع اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۸۹/۹، ۶/۷ و ۳/۴ درصد از واریانس را توجیه کردند و در مجموع ۱۰۰

جدول ۶- مقادیر ویژه، درصد تبیین واریانس و ضرایب استاندارد شده حاصل از تجزیه تابع تشخیص برای تراکم گونه‌های مختلف علف‌های هرز در الگوهای کشت مخلوط تحت سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

گونه‌های علف‌هرز	سال اول		سال دوم	
	تابع اول	تابع اول	تابع دوم	تابع سوم
کله کنجشکی	-۰/۱۳۱	-۰/۰۳۴	-۰/۲۵۱	۰/۲۲۵
شاخ به سر	۰/۱۰۲	۰/۱۱۲	-۰/۰۹۳	۰/۰۳۶
بی تی راخ	-۰/۰۴۹	۰/۰۹۴	۰/۰۸۰	-۰/۲۲۰
جودره	۱/۰۰۰	۰/۹۶۹	-۰/۱۷۸	۰/۱۷۱
یولاف وحشی	-۰/۱۱۵	۰/۲۶۹	۰/۷۷۷	-۰/۵۶۹
گلرنگ وحشی	۰/۲۴۹	۰/۰۱۳	-۰/۳۸۴	۰/۰۴۷
زیرک	-۰/۰۰۹	۰/۱۴۱	-۰/۲۲۵	-۰/۰۹۲
ماشک معمولی	۰/۲۰۷	-۰/۳۳۲	-۰/۰۱۷	۰/۰۱۱
ماشک برگ‌پهن	۰/۱۴۳	-۰/۳۲۵	-۰/۰۲۳	-۰/۱۳۴
چچم	۰/۱۹۲	-۰/۱۳۰	۰/۱۳۶	۰/۰۴۱
جوموشی	-۰/۲۲۲	-۰/۱۳۹	-۰/۴۱۲	-۰/۴۷۱
علف‌پشمکی	-۰/۰۱۸	۰/۱۳۳	-۰/۰۵۹	۰/۲۵۱
آلاله وحشی	-۰/۱۶۹	-۰/۱۴۵	-۰/۰۹۳	۰/۰۵۷
جغجغک	-۰/۳۸۲	-۰/۰۱۰	-۰/۱۱۵	-۰/۰۲۵
شقایق	۰/۰۳۶	-۰/۰۰۸	-۰/۰۸۷	۰/۰۶۸
آجیل مزرعه	۰/۲۰۹	-۰/۱۷۸	-۰/۱۵۹	۰/۱۷۵
آژیلوپس تائوشی	۰/۲۰۶	۰/۰۳۴	۰/۵۸۴	۰/۸۱۱
خلر	۰/۱۳۹	-۰/۱۱۲	-۰/۰۳۲	-۰/۰۳۹
ازمک	-۰/۱۷۰	۰/۰۸۵	-۰/۰۹۹	۰/۰۰۶
یونجه	-۰/۰۵۲	-۰/۳۲۰	-۰/۰۷۴	-۰/۱۲۶
دگرگل‌گندمی	۰/۰۹۳	۰/۴۲۷	-۰/۵۰۳	۰/۲۰۸
گیامستک	-۰/۱۰۶	-۰/۴۱۵	۰/۱۹۱	-۰/۴۸۸
جو زراعی	۰/۰۳۳	۰/۰۱۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۵۹
قلیانک	۰/۰۴۷	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۶۶
تاتاری	-۰/۰۶۲	-	-	-
خردل وحشی	۰/۰۴۷	-	-	-
پیچک صحرایی	۰/۰۴۷	-	-	-
ماستونک	-	-۰/۰۱۵	-۰/۰۱۲	۰/۰۴۰
جو پیازدار	-	-۰/۱۷۴	۰/۱۹۳	۰/۰۲۳
سوزن چوپان	-	-۰/۰۷۸	-۰/۲۱۱	۰/۰۲۲
غربلیک	-	۰/۱۱۸	-۰/۰۵۴	-۰/۰۸۲
سنگدانه وحشی	-	-۰/۱۵۵	۰/۰۸۲	-۰/۲۰۸
مقادیر ویژه	۸/۷۳۰	۶۲/۲۸۱	۴/۶۵۸	۲/۳۴۹
درصد واریانس	۱۰۰	۸۹/۹	۶/۷	۳/۴
درصد واریانس جمعی	۱۰۰	۸۹/۹	۹۶/۶	۱۰۰
اماره لامبدا	۰/۱۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۵۳	۰/۲۹۹
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

بودن علف‌های هرز جو دره و یولاف وحشی احتمالاً به علت سازگار شدن آنها با شرایط اقلیمی و خاکی مزرعه و عدم رعایت تناوب زراعی در منطقه است. همچنین کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای از خانواده لگوم باعث کاهش جمعیت علف‌های هرز یولاف وحشی و جو دره در سامانه خاک‌ورزی حفاظتی و متداول شد. به نظر می‌رسد اقلیم منطقه و میزان بارندگی در فصل زراعی و همچنین عملیات زراعی مانند شخم، کوددهی و کاربرد علف‌کش‌ها در غالبیت یک گونه نقش داشته است.

تابع (بیشترین تراکم علف‌هرز جو دره) را به خود اختصاص داد و سپس کشت خالص گندم در شرایط بدون خاک‌ورزی بیشترین میزان تراکم علف‌هرز جو دره را داشتند. کشت مخلوط گندم+ ماشک و گندم+ شبدر تحت شرایط خاک‌ورزی متداول و خاک‌ورزی حداقل کمترین میزان تراکم علف‌هرز یولاف وحشی و جو دره را داشتند (شکل ۴). بر این اساس می‌توان علف‌های هرز یولاف وحشی و جو دره را به عنوان علف‌های هرز غالب در مزرعه گندم تحت شرایط خاک‌ورزی حفاظتی معرفی کرد. غالب



شکل ۴- نمودار بای پلات حاصل از تابع تشخیص بر اساس توابع اول و دوم در سال دوم.

TN(IC): الگوی کشت مخلوط شبدر+ گندم تحت شرایط بدون خاک‌ورزی؛ TM(IV): الگوی کشت مخلوط ماشک+ گندم تحت شرایط خاک‌ورزی حداقل؛ TC(IV): الگوی کشت مخلوط ماشک+ گندم تحت شرایط خاک‌ورزی متداول؛ TN(IC): الگوی کشت مخلوط شبدر+ گندم تحت شرایط بدون خاک‌ورزی؛ TM(IC): الگوی کشت مخلوط شبدر+ گندم تحت شرایط خاک‌ورزی حداقل؛ TC(IC): الگوی کشت مخلوط شبدر+ گندم تحت شرایط خاک‌ورزی حداقل؛ TM(MV): کشت خالص ماشک تحت شرایط بدون خاک‌ورزی؛ TC(MV): کشت خالص ماشک تحت شرایط خاک‌ورزی حداقل؛ TM(MC): کشت خالص شبدر تحت شرایط بدون خاک‌ورزی؛ TM(MC): کشت خالص شبدر تحت شرایط خاک‌ورزی حداقل؛ TC(MC): کشت خالص شبدر تحت شرایط خاک‌ورزی متداول؛ TN(MW): کشت خالص گندم تحت شرایط بدون خاک‌ورزی؛ TM(MW): کشت خالص گندم تحت شرایط خاک‌ورزی حداقل؛ TC(MW): کشت خالص گندم تحت شرایط خاک‌ورزی متداول؛ TN(W): علف‌هرز بدون کشت گیاه زراعی تحت شرایط بدون خاک‌ورزی؛ TM(W): علف‌هرز بدون کشت گیاه زراعی تحت شرایط خاک‌ورزی حداقل؛ TC(W): علف‌هرز بدون کشت گیاه زراعی تحت شرایط خاک‌ورزی متداول.

نتیجه‌گیری کلی

حفاظتی و متداول، کشت مخلوط افزایشی با ماشک می‌تواند توصیه گردد. از دستاوردهای این پژوهش می‌توان به استفاده از نتایج جهت طراحی بوم‌نظام‌های سازگار با محیط‌زیست در سامانه خاک‌ورزی حفاظتی اشاره نمود. در نتیجه کاربرد الگوهای کشت مخلوط می‌تواند به‌عنوان راهکاری اکولوژیکی، در جهت کاهش مصرف علف‌کش‌ها توسط کشاورزان در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی به‌کار برده شوند. کاربرد روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در تلفیق با الگوی کشت مخلوط برای کنترل علف‌های هرز می‌تواند گام بزرگی در جهت کشاورزی پایدار نیز باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از استاد محترم پروفسور لارس آندرسون برای مشاوره در اجرای این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند. به‌علاوه از دانشگاه ایلام به‌خاطر حمایت از انجام این رساله دکتری تشکر و قدردانی می‌گردد.

بررسی جمعیت علف‌های هرز در کشت گندم تحت سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی طی دو سال نشان داد که بیشترین تراکم علف‌های هرز مربوط به بی‌خاک‌ورزی بود. سامانه‌های خاک‌ورزی حداقل و متداول کمترین میزان تراکم بوته علف‌های هرز را داشتند. کمترین شاخص تنوع گونه‌ای مانند شاخص تنوع شانون-وینر، شاخص تنوع بریلوین، شاخص یکنواختی و غنای گونه‌ای مارگالف و بیشترین شاخص غالبیت سیمپسون نیز در سامانه بی-خاک‌ورزی مشاهده شد؛ که این امر می‌تواند به‌علت تراکم و غالبیت علف‌هرز جو دره تحت این شرایط باشد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که تراکم بوته، تعداد گونه و شاخص‌های تنوع علف‌های هرز در کشت گندم تحت تأثیر کشت مخلوط با ماشک و شبدر قرار می‌گیرند. گیاه علوفه‌ای ماشک در مقایسه با شبدر، توانست علف‌های هرز را به میزان بیشتری کنترل کند. بنابراین برای کنترل علف‌های هرز در گیاه زراعی گندم تحت شرایط خاک‌ورزی

منابع مورد استفاده

- Ahmadvand G, and Hajinia S. 2016. The effect of cover crops and integrated control on weed management and tuber yield of Potato (*Solanum tuberosum*) in different tillage systems. Iranian Journal of Weed Science, 12(1): 63-78. (In Persian)
- Alarcon Villora R, Hernandez Plaza E, Navarrete L, Sanchez MJ and Sanchez AM. 2019. Climate and tillage system drive weed communities' functional diversity in a Mediterranean cereal-legume rotation. Agriculture, Ecosystems and Environment, 283: 1-10.
- Amossé C, Jeuffroy MH, Celette F and David C. 2013. Relay-intercropped forage legumes help to control weeds in organic grain production. European Journal of Agronomy, 49: 158-167.
- Armengot L, Berner A, Blanco-Moreno JM, Mader P and Sans F. 2015. Long-Term feasibility of reduced tillage in organic farming. Agronomy for Sustainable Development, 35: 339-346.
- Armengot L, Blanco-Moreno JM, Barberi P, Bocci G, Carlesi S, Aendekerk R, Berner A, Celette F, Grosse M, Huiting H, Kranzler A, Luik A, Mader P, Peigne J, Stoll E, Delfosse P, Sukkel W, Surbock A, Westaway S and Sans FX. 2016. Tillage as a driver of change in weed communities: a functional perspective. Agriculture, Ecosystems & Environment, 222: 276-285.
- Auskarniene O, Psibisauskiene G, Auskalnis A and Kadzys A. 2010. Cultivar and plant density influence on weediness in spring barely crops. Zemdirbyste-Agriculture, 97: 53- 60.
- Banman DT. 2001. Competitive suppression of weeds in a leek-celery intercropping system. PhD thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

- Blubaugh CK and Kaplan I. 2015. Tillage compromises weed seed predator activity across developmental stages. *Biological Control*, 8: 76-82.
- Booth BD, Murphy SD and Swanton CJ. 2003. *Weed ecology in natural and agricultural systems*. CABI Publishing.
- Campiglia E, Mancinelli R, Radicetti E and Baresel JP. 2014. Evaluating spatial arrangement for durum wheat (*Triticum durum* Desf.) and subclover (*Trifolium subterraneum* L.) intercropping systems. *Field Crops Research*, 169: 49-57.
- Corre-Hellou G, Dibet A, Hauggaard-Nielsen H, Crozat Y, Gooding M, Ambus P, Dahlmann C, von Fragstein P, Pristeri A, Monti M and Jensen ES. 2011. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Journal of Field Crops Research*, 122: 264-272.
- Demjanová M, Macák I, Čalovič FM, Štefan T and Jozef S. 2009. Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research*, 7: 785-792.
- Fernandez-Aparicio M, Emeran AA and Rubiales D. 2008. Control of *Orobanch ecrenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Crop Protection*, 27: 653-659.
- Geetha P, Sivaraman K, Tayade AS and Dhanapal R. 2015. Sugarcane based intercropping system and its effect on cane yield. *Journal of Sugarcane Research*, 5(2): 1-10.
- Guglielmini AC, Verdú AMC and Satorre EH. 2017. Competitive ability of five common weed species in competition with soybean. *International Journal of Pest Management*, 63 (1): 30-36.
- Jabran K and Chauhan B S. 2018. Overview and Significance of Non-Chemical Weed Control. In *Non-Chemical Weed Control* (pp. 1-8).
- Jamali MR and Ahmadvand G. 2017. Wild barley (*Hordeum spontaneum* C. Koch) seedbank characterization and its management in wheat fields under different tillage systems. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(2): 421-429. (In Persian).
- Khorramdel S, Koochaki A and Nassiri Mahallati M. 2009. Effect of different input management on weed composition, diversity and density of corn field. *Journal of Agroecology*, 1: 1-10. (In Persian).
- Kobayashi H, Miura S and Oyanagi A. 2004. Effect of winter barley as a cover crop on the weed vegetation in a no-till soybean. *Weed Biology and Management*, 4: 195-205.
- Koocheki A, Nasiri Mahalati M, Tabrizi L, Azizi G and Jahan M. 2006. Evaluation spicese variation, functional and weeds society structure in wheat fields and *Beta vulgaris* in different provinces in country. *Iran Agriculture Research Journal*, 1: 105-129.
- Koocheki AR, Flahpour F, Khorramdel S and Jafari L. 2014. Evaluation of intercropping of wheat and rapeseed on yield and component yield, diversity and weed density. *Journal of Agroecology*, 6(1): 11-20. (In Persian)
- Kumar R, Singh J and Uppal SK. 2017. Management of weeds in sugarcane - wheat intercropping system in sub-tropical India. *Indian Journal of Weed Science*, 49(2): 139-146.
- Lososova Z, Chytry M and Kuhn I. 2008. Plant attributes determining the regional abundance of weeds on central European arable land. *Journal of Biogeography*, 35:177-187.
- Mirzavand J, Rafiee S and Moradi-Talebbeigi R. 2017. Effect of Soil Tillage Methods and Wheat (*Triticum aestivum* L.) Residue on Weed Growth and Yield Response of Corn (*Zea mays* L.). *Weed Research Journal*, 10(1): 35-46. (In Persian).

- Mischler R, Duiker SW, Curran S and Wilson D. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. *American Society of Agronomy*, 102: 355-362.
- Monti M, Pellicano A, Santonoceto C, Preiti G and Pristeri A. 2016. Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 196: 379-388.
- Mousavi SK. 2019. The effect of cutting off the wild barley (*Hordeum spontaneum* C. Koch) spike in wheat on its population in chickpea under a crop rotation system. *Journal of Plant Protection*, 33(4): 441-451. (In Persian).
- Nasiri Y. 2020. Effect of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) on weeds control and production of coriander (*Coriandrum sativum* L.) in intercropping. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(3): 1-19. (In Persian).
- Nichols V, Verhulst N, Cox R and Govaerts B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Research*, 183: 56-68.
- O Donovan D and McAndrew W. 2000. Effect of tillage on weed population in continuous barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Technology*, 14: 726-733.
- Petit S, Gaba S, Grison AL, Meiss H, Simmoneau B, Munier-Jolain N and Bretnolle V. 2016. Landscape scale management affects weed richness but not weed abundance in winter wheat fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 223: 41-47.
- Santin Montanya MI, Martin Lammerding D, Walter I, Zambrana E and Tenorio JL. 2013. Effects of tillage, crop systems and fertilization on weed abundance and diversity in 4-year dry land winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 48: 43-49.
- Schutte B J, Regnier E E and Harrison S K. 2012. Seed dormancy and adaptive seedling emergence timing in giant ragweed (*Ambrosia trifida*). *Weed Science*, 60: 19-26.
- Seyedi M and Hamzei J. 2020. Effect of Conservation Tillage and Intercropping with Beans and Soybeans on Weed Competition, Production Potential and Water and Nitrogen Use Efficiency of Sunflower. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(1): 1-17. (In Persian).
- Shaygan M, Mazaheri D, Rahimian Mashhadi H and Peyghambari SA. 2008. Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10: 31-46.
- Strichland MS, Leggett ZH and Bradford MA. 2015. Biofuel intercropping effects on soil carbon and microbial activity. *Ecological Applications*, 25: 140-150.
- Virginia N, Nele V, Rachael C and Bram G. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Research*, 183: 56-68.
- Woźniak A. 2018. Effect of tillage system on the structure of weed infestation of winter wheat. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(4): 1-7.
- Yuan-Quan C, Peng S, Chen L and Xue-peng S. 2012. Xanthium suppression under maize-sunflower intercropping system. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(6): 1026-1037.