نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۸۰۳-۷۸۹

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 789-803

ارزیابی تأثیر سامانه‌های کشت مخلوط ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) بر جمعیت، زیست‌توده، محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف علف‌های هرز و عملکرد محصول

سحر افضلی هرسینی[1*]، محمد صادق تقی زاده[2]، علی بهپوری[2] و فرزانه فرامرزی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۹

افضلی هرسینی، س.، تقی زاده، م.ص.، بهپوری، ع.، و فرامرزی، ف. ۱۳۹۷. ارزیابی تأثیر سامانه‌های کشت مخلوط ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) بر جمعیت، زیست‌توده، محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف علف‌های هرز و عملکرد محصول. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۳): ۸۰۳-۷۸۹.

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر کشت مخلوط ردیفی ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) بر تراکم، زیست‌توده و محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف شاخساره علف‌های هرز و عملکرد محصول، یک آزمایش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل کشت مخلوط ردیفی ارقام گندم (I_1: کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۱-۹۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵-۹۱، I_3: کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ و I_4: کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۱- ۹۱ + لاین ۱۵-۹۱) وکشت خالص آن‌ها (S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص لاین ۱۱-۹۱، S_3: کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ و S_4: کشت خالص نسل ناخالص F_2 به صورت توده بذری) بود. نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار مخلوط ژنوتیپ‌ها در کاهش تراکم، زیست‌توده و محتوای عناصر غذایی کم مصرف علف‌های هرز بود. بیشترین تراکم علف‌های هرز در کشت خالص شیرودی (۳۹/۳۳ بوته در مترمربع) و بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز در کشت خالص لاین ۱۱-۹۱ (۱۳۰ گرم در مترمربع) و کشت خالص شیرودی (۱۲۱/۳ گرم در مترمربع) مشاهده شد. بیشترین محتوای آهن، روی، مس و منگنز شاخساره علف‌های هرز نیز به‌ترتیب در کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ وکشت خالص شیرودی (به‌ترتیب ۲۷۵ و ۲۴۵/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم)، کشت خالص شیرودی (۲۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)،کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (۲۱/۲۳ میلی‌گرم درکیلوگرم) وکشت خالص شیرودی (۶۳/۸۵ میلی‌گرم درکیلوگرم) مشاهده شد. همچنین بیشترین عملکرد دانه درکشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵- ۹۱ به میزان ۵/۴ تن در هکتار مشاهده شد. استفاده از کشت مخلوط ارقام گندم می‌تواند باعث کاهش جذب منابع محیطی به‌ویژه عناصر کم‌مصرف توسط علف‌های هرز و کاهش رشد آن‌ها شود. نتایج این مطالعه می‌تواند برای مدیریت غیرشیمیایی و اکولوژیک علف‌های هرز و افزایش عملکرد گیاه زراعی گندم در اگرواکوسیستم‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اگرواکوسیستم، تراکم، کشت خالص، مدیریت غیرشیمیایی، منابع محیطی

مقدمه

افزایش تولید محصولات کشاورزی در سامانه‌های کشاورزی فشرده طی قرن بیستم، در نتیجه مصرف سطوح بالای نهاده‌های خارجی و مدیریت شیمیایی علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها به‌دست آمد (Kremen et al., 2012). استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز اغلب به‌دلیل جلوگیری از کاهش عملکرد گیاهان زراعی و کاهش جمعیت علف‌های هرز به‌عنوان روشی کارآمد در نظر گرفته شده است (Buhler et al., 2000). اما استفاده مکرر از علف‌کش‌ها به‌عنوان تنها ابزار مدیریتی علف‌های هرز به دلایلی همچون هزینه بالای علف‌کش‌ها، مقاومت گونه‌های علف‌هرز به یک یا چند علف‌کش و آلودگی‌های محیط زیستی مورد انتقاد و سوال است (Buhler et al., 2000). کاهش استفاده از علف‌کش‌ها

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و استادیار، گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: sahar13af95@gmail.com)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.60348

یکی از اهداف کشاورزی پایدار است و جایگزین‌های متعدد با این هدف مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Agegnehu et al., 2006). متنوع ساختن نظام‌های زراعی با استفاده از کشت مخلوط گیاهان زراعی به‌عنوان راه‌حلی در جهت کاهش استفاده از علف‌کش‌ها در کشاورزی مدرن معرفی شده است (Shennan, 2008). علاوه بر کشت مخلوط گونه‌های مختلف گیاهان زراعی، استفاده ازکشت مخلوط ارقام یا لاین‌های یک نوع گیاه زراعی نیز می‌تواند موجب افزایش تنوع در مزرعه و مقاومت جامعه گیاهی در برابر شیوع آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز شود (Finckh et al., 2000; Mundt, 2002).

در منابع علمی همواره به کشت مخلوط به‌عنوان یک گزینه برای مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به ویژه در نظام‌های کشاورزی کم‌نهاده اشاره شده است (Schoofs & Entz, 2000; Liebman & Davis, 2000). در کشت مخلوط به دلایل مختلف همچون افزایش پوشش گیاهی، افزایش رقابت و سرعت رشد اولیه بیشتر گیاهان زراعی رشد و هجوم علف‌های هرز به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد، بنابراین بهره‌گیری از کشت مخلوط می‌تواند به‌میزان قابل توجهی از کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی در مزرعه بکاهد؛ این مورد علاوه بر ارزش اقتصادی از اهمیت زیست‌محیطی بسزایی نیز برخوردار است (Schippers & Kropff, 2001). در کشت مخلوط استفاده از منابع محیطی به شکل مؤثرتری صورت می‌گیرد و به همین سبب مقدار منابع قابل دسترس برای علف‌های هرز کاهش می یابد (Sanjani et al., 2009). در یک بررسی علمی گسترده نظام‌های کشت مخلوط و کشت خالص گزارش شده است که وزن خشک علف‌های هرز در نظام‌های کشت مخلوط در پنجاه درصد مطالعات انجام شده کمتر از نظام‌های کشت خالص و تنها در هشت درصد این مطالعات بیشتر از کشت خالص بوده است (Liebman & Dyck, 1993). در مطالعه کشت مخلوط دو گیاه زراعی ارزن (*Eleucinen coroconal* L.) و سویا (*Glycine max* L.) گزارش شده است که گیاه ارزن به سبب داشتن قدرت پنجه‌زنی بالا قادر است از رشد علف های هرز به میزان قابل توجهی ممانعت به عمل آورده و جمعیت آن‌ها را کاهش دهد (Samarajeewa et al., 2006). در بررسی رقابت علف‌هرز تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.) در کشت خالص و مخلوط دو رقم سویا گزارش شده است که این نوع کشت مخلوط بدلیل افزایش توان رقابتی گیاه زراعی می‌تواند به عنوان یک روش زراعی در جهت کاهش توان رقابتی علف‌های هرز و کاهش مصرف علف‌کش‌ها به‌کار رود (Hosseini et al., 2011).

علاوه بر کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط، گزارش‌های متعددی مبنی بر افزایش عملکرد محصول در این نوع کشت وجود دارد. در کشت مخلوط با استفاده بیشتر گیاهان زراعی از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی، پویایی سطح برگ و تفاوت خصوصیات مورفولوژیک در بین اجزای کشت مخلوط، عملکرد نسبت به کشت خالص افزایش می‌یابد (Baumann et al., 2002; Mazaheri, 1998). در بررسی کشت مخلوط دو رقم هیبرید ذرت (*Zea mays* L.) گزارش شده است که میزان عملکرد دانه در کشت مخلوط دو رقم بیشتر از تک‌کشتی هر یک از ارقام بود (Oveysi, 2005). همچنین در مطالعه کشت مخلوط ارقام پابلند دیررس گیاه کتان (*Linum usitatissimum* L.) در نسبت‌های مختلف کاشت با ارقام پاکوتاه زودرس، مشاهده شده است که ترکیب‌های کشت مخلوط به‌طور متوسط ۲/۵ درصد افزایش عملکرد نسبت به کشت خالص هریک از ارقام داشتند (Gubbels & Kenachuko, 1987).

با توجه به این‌که علف‌های هرز موجود در مزرعه می‌توانند از طریق رقابت با گیاه زراعی و مصرف عناصر غذایی موجود، رشد و عملکرد محصولات زراعی را کاهش دهند و از آن‌جایی که مطالعات اندکی تأثیر کشت مخلوط ارقام گندم بر عملکرد محصول و رشد علف‌های هرز به‌خصوص جذب عناصر غذایی کم‌مصرف توسط آن‌ها را مورد بررسی قرار داده است، هدف از اجرای این آزمایش بررسی تأثیر کشت مخلوط ارقام گندم بر جمعیت، زیست‌توده و محتوای عناصر غذایی کم مصرف علف‌های هرز و عملکرد دانه گیاه زراعی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی بخش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز واقع در ۷ کیلومتری شهرستان داراب، با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و با ارتفاعی حدود ۱۱۰۷ متر از سطح دریاهای آزاد با متوسط دمای سالانه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۲۷۰ میلی‌متر در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، از خاک مزرعه آزمایش از دو عمق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر با استفاده از آگر، نمونه برداری صورت گرفت و بعد از هوا خشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد

(جدول ۱). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل کشت مخلوط ردیفی ارقام گندم (I_1[1]: کشت مخلوط شیرودی + لاین[2] ۱۱-۹۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + لاین[3] ۱۵-۹۱، I_3: کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ و I_4: کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱) و کشت خالص آن‌ها (S_1[4]: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص لاین ۱۱-۹۱، S_3: کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ و S_4: کشت خالص نسل ناخالص F_2 به‌صورت توده بذری) بود. ارقام و لاین‌های مورد استفاده در این آزمایش از مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان داراب تهیه شدند، معیار انتخاب این ارقام داشتن خصوصیات مورفولوژیک متفاوت مانند پنجه‌دهی، ارتفاع، تعداد و زاویه برگ به منظور ایجاد یک تاج پوشش گیاهی گندم که نسبت به کشت خالص از تنوع بیشتری برخوردار باشد (جدول ۲) بود و نسل ناخالص F_2 هم صرفاً به این دلیل انتخاب شد که گیاهان زراعی در آن از تنوع مورفولوژیکی بسیار بالایی برخوردارند و یکنواخت نیستند.

زمین محل اجرای آزمایش، سال قبل به صورت آیش رها شده بود. عملیات آماده‌سازی زمین جهت کاشت شامل شخم، دیسک و تسطیح لیزری قبل از کاشت انجام شد، سپس کرت‌ها به‌صورت جوی و پشته آماده شدند. ابعاد کرت‌های ازمایشی دو در سه متر، فاصله بین کرت‌ها نیم‌متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر بود و در هر کرت ۱۴ ردیف با فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر جهت کاشت آماده شد. عملیات کاشت به‌صورت دستی در تاریخ نهم آذر ماه سال ۱۳۹۲ روی پشته‌های ۲۰ سانتی‌متر با عمق کاشت سه سانتی‌متر انجام شد. میزان بذر مصرفی بر اساس ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. درکرت‌های کشت مخلوط با توجه به نوع تیمار، یک طرف پشته رقم اول و در طرف دیگر پشته رقم دوم کشت شد و در کرت‌های کشت خالص تمامی ردیف‌های موجود در کرت به کشت آن رقم اختصاص داده شد. در کرت‌های کشت مخلوط دو رقم (کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۱-۹۱، کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵-۹۱ و کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱) میزان بذر مصرفی ۵۰ درصد از هر رقم و در تیمار کشت مخلوط سه رقم (شیرودی + لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱) ۳۳ درصد از هر رقم بود. آبیاری به‌صورت جوی و پشته (نشت آب از داخل جوی به سمت محل قرارگیری بذر روی پشته) در طول فصل رشد انجام شد. دور آبیاری در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند ۱۲ روز و در ماه‌های فروردین و اردیبهشت ۸ روز یک‌بار بود. در طول فصل رشد هیچ‌گونه کنترلی علیه علف‌های هرز صورت نگرفت. گونه‌های مختلفی از علف‌های هرز در مزرعه آزمایشی مشاهده شد، اما در این آزمایش تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز تعیین شد. برداشت نهایی گیاه زراعی بعد از حذف ردیف‌های حاشیه ای از سطحی به مساحت یک مترمربع در تاریخ ۱۸ اردیبهشت ۱۳۹۳ به‌صورت دستی انجام شد. برای اندازه‌گیری تراکم و وزن خشک علف‌های هرز، در هر کرت یک کوادرات یک مترمربعی به‌صورت تصادفی قرار داده شد و تعداد علف‌های هرز آن شمارش، سپس علف‌های هرز موجود در کوادرات (قسمت‌های هوایی) برداشت و برای اندازه‌گیری وزن خشک و محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک علف‌های هرز نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و بعد از خروج از آون، وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد. اندازه‌گیری عناصر کم‌مصرف با استفاده از دستگاه جذب اتمی (PG-990) ساخت کمپانی PG Instrument انگلستان و به روش لیندزوی و نورول (Lindsay & Norvell, 1978) انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) تأثیر نظام‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده کل علف‌های هرز معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود.

تراکم علف‌های هرز: علف‌های هرز مختلفی از خانواده‌های متفاوت در مزرعه آزمایشی مشاهده شد و فراوانی هریک از آن‌ها نیز در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد، با این حال چون هدف اندازه-گیری جمعیت کل علف‌های هرز بود، تراکم کل علف‌های هرز در هر تیمار مورد آنالیز قرارگرفت (جدول ۴ و ۵ گونه‌های علف هرز موجود در مزرعه و فراوانی هر یک از آن‌ها را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد).

1- Intercropping
2- ERWYT-91-11
3- ERWYT-91-15
4- Sole cropping

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of the experimental field

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت Texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	نیتروزن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)
0-15	لوم Loam	2.64	0.04	0.06	52	150
15-30	لوم Loam	1.59	0.04	0.12	60	150

عمق (سانتی‌متر) depth (cm)	اسیدیته pH	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$)	منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم) Mn ($mg.kg^{-1}$)	روی (میلی‌گرم درکیلوگرم) Zn ($mg.kg^{-1}$)	مس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Cu ($mg.kg^{-1}$)
0-15	7.54	4.11	4.87	1.48	1.69
15-30	7.64	7.3	1.91	1.7	1.63

جدول ۲- خصوصیات ارقام گندم مورد استفاده در آزمایش نیکزاد و همکاران (Nickzad et el., 2013)

Table 2-Characteristics of wheat cultivars used in the experiment Nickzad et el. (2013)

رقم Cultivar	خصوصیات Characteristics
شیرودی Shirudi	نیمه پاکوتاه، توانایی پنجه زنی پایین، زاویه برگ عمودی و عملکرد بالا Semi dwarf, low tillering ability, erect leaf angle and high yield
91-11	پابلند، توانایی پنجه زنی بالا، زاویه برگ عمودی و عملکرد متوسط Tall, high tillering ability, erect leaf angle and average yield
91-15	پاکوتاه، توانایی پنجه زنی متوسط، زاویه برگ عمودی و عملکرد بالا Dwarf, average tillering ability, erect leaf angle and high yield
نسل ناخالص F_2 Generation F_2	پابلند، توانایی پنجه زنی متوسط، زاویه برگ عمودی و عملکرد متوسط Tall, average tillering ability erect leaf angle and average yield

مقایسه میانگین نظام‌های کشت نشان داد که تراکم کل علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط به‌صورت معنی‌داری کمتر از تیمارهای کشت خالص بود، بیشترین تراکم علف‌های هرز درکشت خالص شیرودی (S_1 با ۳۹/۳۳ بوته در مترمربع) و کمترین تراکم در کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ (I_3 با ۱۷/۳۳ بوته در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۶). در میان تیمارهای کشت خالص،کشت خالص رقم شیرودی دارای بیشترین تراکم علف‌هرز بود و با سایر تیمارهای کشت خالص تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۶). کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ (I_3) تراکم علف‌های هرز را نسبت به کشت خالص شیرودی (S_1) و کشت خالص لاین‌های ۱۱-۹۱ (S_2) و ۱۵-۹۱ (S_3) به‌ترتیب ۵۵، ۴۵/۸۵ و ۴۴/۰۹ درصد کاهش داد. در کشت مخلوط با افزایش تنوع، آشیان‌های اکولوژیک کمتری در اختیار علف‌های هرز قرار می‌گیرد، در نتیجه تعداد علف‌های هرز در واحد سطح (تراکم) کاهش می‌یابد

(Vandermeer, 1989). بررسی منابع علمی نشان می‌دهد که با افزایش تنوع در کشت مخلوط، میزان هجوم علف‌های هرز به‌میزان چشمگیری کاهش می یابد (Schippers & Kropff, 2001).

کاهش جمعیت علف‌های هرز در کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) وکلزا (*Brassica napus* L.) و کشت مخلوط گندم، کلزا و نخود (*Cicer arietinum* L.) گزارش شده است، که نشان‌دهنده همکاری بین اجزای کشت مخلوط در سرکوب علف‌های هرز است (Szumigalski & Van Acker, 2005).

جدول ۳- تجزیه واریانس تراکم، زیست‌توده، محتوای آهن، روی، مس و منگنز علف‌های هرز و عملکرد دانه گندم تحت تأثیر نظام‌های کشت

Table 3- Analysis of variance for density, biomass, Iron (Fe), Zinc (Zn), Copper (Cu) and Manganese (Mn) content of weeds and wheat grain yield as affected by cropping system

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تراکم Density	زیست توده Biomass	آهن Fe	روی Zn	مس Cu	منگنز Mn	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	33.04*	178.49ns	654.80ns	1.96ns	11.52*	23.09ns	0.15ns
نظام کشت Cropping system	7	157.66**	1479.62**	7545.87**	70.57**	24.08**	237.33**	2.37**
خطا Error	14	7.08	123.84	273.11	5.07	1.83	13.69	0.16
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	–	9.76	11.38	8.30	11	8.16	7.16	10.68

ns: عدم تفاوت معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: non- significant difference, * and **: significant at 5% and 1% probability, respectively.

جدول ٤- گونه‌های علف‌هرز ثبت شده زمین محل اجرای آزمایش

Table 4- Weed species recorded in the field experiment

نام عمومی Common name	نام علمی Scientific name	خانواده (تیره) Family
چچم Rye grass	*Lollium* spp.	گندمیان Poaceae
یولاف وحشی Wild oat	*Avena fatua* L.	گندمیان Poaceae
شوکران Hemlock	*Conium maculatum* L.	چتریان Apiaceae
گلرنگ وحشی wild safflower	*Carthamus oxyacantha* L.	کاسنیان Asteraceae
شاتره Fumitory	*Fumarium officinalis* L.	شقایقیان Fumariaceae
جغجغک Cow herb	*Vacaria pyramdata* L.	میخکیان Caryophyllaceae
خردل وحشی Wild mustard	*Sinapis arvensis* L.	شب بویان Brassicaceae
گندمک Chick weed	*Stellaria media* L.	میخکیان Caryophyllaceae

جدول ۵- تراکم علف‌های هرز در تیمارهای آزمایشی (تعداد در مترمربع)
Table 5- Weeds density in experimental treatments (No per m^{-2})

گونه‌های علف هرز Weed species	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments								میانگین کل Total average
	I_1	I_2	I_3	I_4	S_1	S_2	S_3	S_4	
چچم *Lollium*	10	9	7	10	16	13	14	11	11
یولاف وحشی *Avena fatua*	6	5	6	6	9	8	7	9	7
شوکران *Conium maculatum*	2	2	1	2	4	۳	4	3	3
گلرنگ وحشی *Carthamus oxyacantha*	2	1	1	2	3	2	3	4	2
شاتره *Fumarium officinalis*	1	1	1	2	3	2	2	0	2
جنجنک *Vacaria pyramdata*	0	1	0	1	2	1	0	1	1
خردل وحشی *Sinapis arvensis*	1	1	0	1	2	2	1	2	1
گندمک *Stellaria media*	0	1	1	1	0	0	1	0	1

I_1: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + ۱۵-۹۱، I_3: کشت مخلوط ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، I_4: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص ۱۱-۹۱، S_3: کشت خالص ۱۵-۹۱ و S_4: کشت خالص F_2.

I_1: Intercropping of shirudi + 91-11, I_2: Intercropping of shirudi + 91-15, I_3: Intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: Intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole- cropping and S_4: F_2 sole cropping.

زیست‌توده علف‌های هرز: بر اساس نتایج مقایسه میانگین نظام‌های کشت، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز نیز در نظام‌های کشت خالص ارقام گندم مشاهده شد و نظام‌های کشت مخلوط زیست‌توده علف‌های هرز را نسبت به تک‌کشتی آن‌ها به‌میزان قابل توجهی کاهش دادند (جدول ۶). بیشترین زیست‌توده کل علف‌های هرز در کشت خالص لاین ۱۱-۹۱ (S_2) وکشت خالص شیرودی (S_1) به‌ترتیب به‌میزان ۱۳۰ و ۱۲۱/۳ گرم در مترمربع و کمترین وزن خشک علف‌های هرز نیز در کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵-۹۱ (I_2) به‌میزان ۶۷/۵۱ گرم در مترمربع مشاهده شد. زیست‌توده علف‌های هرز در کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵-۹۱ (I_2) در مقایسه با کشت خالص شیرودی (S_1)، کشت خالص لاین ۱۱-۹۱ (S_2) و کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) به‌ترتیب ۴۴/۳۴، ۴۸/۰۶ و ۳۰/۵۵ درصدکاهش نشان داد. زیست‌توده علف‌هرز یک خصوصیت مهم برای بررسی تأثیر نظام‌های کشت مخلوط بر گیاهان زراعی و علف‌های هرز مرتبط با آن‌هاست (Hussain et al., 2013). نتایج تحقیق متخصصین علف های هرز نشان داده است که تغییرات محیطی و عملیات زراعی مانند کشت مخلوط، تجمع ماده خشک علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Asgharipour & Rafiei, 2010; Moatali, 2013). نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های تانگ و همکاران (Tang et al., 2009) که گزارش کردند در کشت مخلوط ارقام برنج (*Oryza sativa* L.) زیست‌توده علف‌هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) به‌میزان قابل توجهی کاهش یافت مطابق بود. همچنین در کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) در شرایط کشت ارگانیک،کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در نظام‌های کشت مخلوط گزارش شده است (Eskandari & Alizadeh-Amraie, 2016). در تحقیقات علمی صورت گرفته دیگر نیز کاهش زیست‌توده علف‌های هرز مزرعه به‌عنوان یکی از مزایای استفاده از نظام‌های کشت مخلوط گزارش شده است (Banik et al., 2006; Seyedi et al., 2012). پوشیده شدن بیشتر سطح خاک و تنوع گیاهی در کشت مخلوط به‌عنوان دو عامل مهم عنوان شده‌اند که موجب کاهش رشد علف‌های هرز می‌شوند (Poggio et al., 2004)، زیرا این عوامل در دسترس بودن

منابع محیطی برای علف‌های هرز را محدود می‌کنند، محدود شدن نور یک عامل مهم در کاهش رشد علف‌های هرز معرفی شده است (Willey, 1990). در این آزمایش نیز لاین ۱۱-۹۱ با ارتفاع بلندتر (داده‌ها نشان داده نشده است) نسبت به سایر ارقام و رقم شیرودی با ارتفاع متوسط (داده‌ها نشان داده نشده است) یک تاج پوشش چندلایه ایجاد کردند و فراهمی نور را برای علف‌های هرز کاهش دادند، در نتیجه رشد و تجمع ماده خشک در علف‌های هرز کاهش یافت.

جدول ٦- تأثیر نظام‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده کل علف‌های هرز

Table 6- The effect of cropping systems on total weed density and weed biomass

نظام‌های کشت Cropping system	تراکم کل علف‌های هرز Total weed density (Plants.m^{-2})	زیست‌توده علف‌های هرز Weed biomass (g.m^{-2})
I_1	21.67^{cd*}	79.20^{cd}
I_2	21.33^{cd}	67.51^{d}
I_3	17.33^{d}	83.32^{cd}
I_4	24.67^{cd}	88.59^{c}
S_1	39.23^{a}	121.31^{a}
S_2	31^{b}	130^{a}
S_3	32 ^{b}	97.22^{b}
S_4	31^{b}	115.10^{ab}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Means with similar letters in each column have not significant different at 5% probability based on Duncan's test

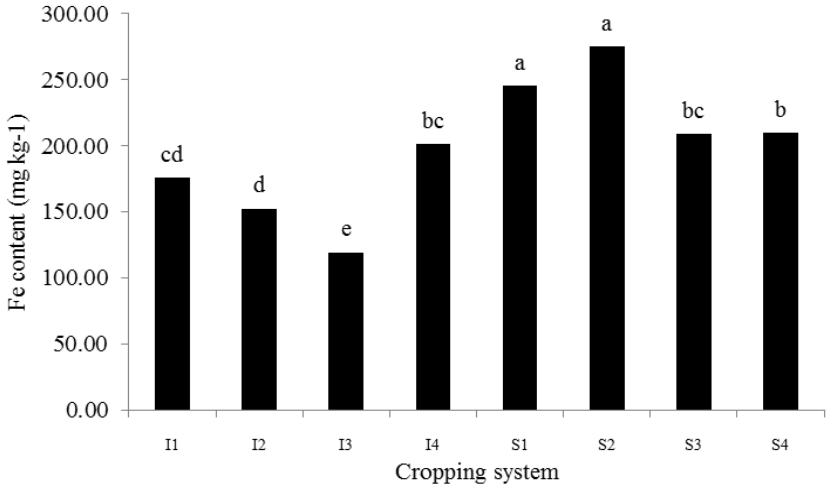
I_1: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + ۱۵-۹۱، I_3: کشت مخلوط ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، I_4: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص ۱۱-۹۱، S_3: کشت خالص ۱۵-۹۱ و S_4: کشت خالص F_2.

I_1: Intercropping of shirudi + 91-11, I_2: Intercropping of shirudi + 91-15, I_3: Intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: Intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole- cropping and S_4: F_2 sole cropping.

محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف در شاخساره

علف‌های هرز: تأثیر نظام‌های کشت بر محتوای آهن، روی، مس و منگنز در شاخساره علف‌های هرز معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود (جدول ۳). بیشترین محتوای آهن در کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) وکشت خالص شیرودی (S_1) به‌ترتیب به‌میزان ۲۷۵ و ۲۴۵/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وکمترین آن در کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ (I_3) به‌میزان ۱۱۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۱).کاهش محتوای آهن در شاخساره علف‌های هرز درکشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱ (I_3) در مقایسه با کشت خالص لاین ۱۱-۹۱ (S_2)، کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) و کشت خالص شیرودی (S_1) به‌ترتیب ۵۶/۶۱، ۴۲/۸۹ و ۵۱/۴۲ درصد بود. بیشترین محتوای روی در کشت خالص شیرودی (S_1) به‌میزان ۲۷/۵۰ میلی‌گرم درکیلوگرم و کمترین آن در کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ (I_3) به‌میزان ۱۲/۹۱ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۲). محتوای روی علف‌های هرز در کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ (I_3) در مقایسه با کشت خالص شیرودی (S_1)، کشت خالص لاین ۱۱-۹۱ (S_2) و کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) به‌ترتیب ۵۳/۰۵، ۴۳/۰۷ و ۴۳/۴۰ درصد کاهش یافت. بیشترین محتوای مس در کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) به‌میزان ۲۱/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵-۹۱ (I_2) به‌میزان ۱۳/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (شکل۳)، این نظام کشت مخلوط میزان مس شاخساره علف‌های هرز را نسبت به کشت خالص شیرودی و کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ به‌ترتیب ۳۳/۴۵ و ۳۸/۶ درصدکاهش داد. بیشترین محتوای منگنز علف‌های هرز در کشت خالص شیرودی (S_1) به میزان ۶۳/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وکمترین آن در کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ (I_3) به میزان ۳۶/۸۳ میلی‌گرم درکیلوگرم مشاهده شد (شکل ۴). محتوای منگنز در شاخساره علف‌های هرز در کشت مخلوط لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ نسبت به کشت خالص شیرودی (S_1)، کشت خالص لاین ۱۱-۹۱ (S_2) و کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) به‌ترتیب ۴۱/۸۹، ۳۳۵/۶۳ و ۳۷/۹ درصد کاهش یافت. بیشترین محتوای عناصر کم مصرف شاخساره علف‌های هرز در بین نظام‌های کشت مخلوط در کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۱-۹۱ + لاین ۱۵-۹۱ مشاهده شد (شکل‌های ۱ تا ۴) که با بسیاری از تیمارهای کشت خالص تفاوت

معنی‌داری نداشت. در واقع این نظام کشت مخلوط که دارای بیشترین تعداد رقم در بین تیمارهای کشت مخلوط است، به اندازه دیگر ترکیب‌های کشت مخلوط در کاهش جذب عناصر کم مصرف توسط علف‌های هرز موفق نبود. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تیمارهای کشت مخلوط توانستند جذب عناصر غذایی کم‌مصرف توسط علف‌های هرز را نسبت به تیمارهای کشت خالص به‌میزان قابل توجهی کاهش دهند. در اغلب شرایط تولید گیاهان زراعی، تعیین عناصر غذایی ممکن است در تعیین میزان و ماهیت رقابت گیاهان زراعی و علف‌های هرز مهم باشد (Qasem, 1992). بررسی منابع علمی نشان می دهد که بهره‌گیری از منابع توسط گیاهان زراعی در کشت‌های مخلوط ردیفی نسبت به کشت‌های خالص بیشتر است که این موضوع نشان می دهد کشت‌های مخلوط احتمالاً در رقابت با علف‌های هرز کارآمدترند (Koocheki et al., 2001). چنان‌چه شرایط محیطی و گیاهان مجاور علف‌های هرز به‌نحوی باشد که آن‌ها از رشد سبزینه‌ای و متعاقباً تولید زیست‌توده بیشتری برخوردار باشند، در جذب عناصر غذایی نیز موفق خواهند بود (Coleman & Gill, 2003). کاهش محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف شاخساره علف‌های هرز در نظام های کشت مخلوط ممکن است به‌علت کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در ترکیب‌های کشت مخلوط باشد، هنگامی که زیست‌توده علف‌های هرز کاهش می‌یابد، توانایی جذب عناصر غذایی توسط آن‌ها نیز کاهش می‌یابد (Eskandri & Ghanbari, 2010). در این آزمایش زیست‌توده علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای کشت خالص کاهش یافت (جدول ۴). بنابراین، کاهش جذب عناصر غذایی کم‌مصرف توسط علف‌های هرز نیز در این شرایط طبیعی به‌نظر می‌رسد. در این آزمایش مشاهده شد که ترتیب جذب عناصر کم مصرف در علف های هرز به‌صورت آهن>منگنز>روی بود که با نتیجه تحقیق (El-Gizway, 2012 & Salem) در بررسی اهمیت سه عنصر آهن، منگنز و روی در ذرت مطابق است. همچنین غلظت عناصر کم‌مصرف در این آزمایش کمتر از میزان معمول مشاهده شده آن در گیاهان بود و دلیل آن ممکن است به‌سبب آهکی بودن خاک مزرعه آزمایشی باشد، زیرا جذب عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک‌های آهکی کاهش می‌یابد (Eskandari & Mozafari, 2012).



شکل ۱- تأثیر نظام‌های کشت بر محتوای آهن شاخساره علف‌های هرز

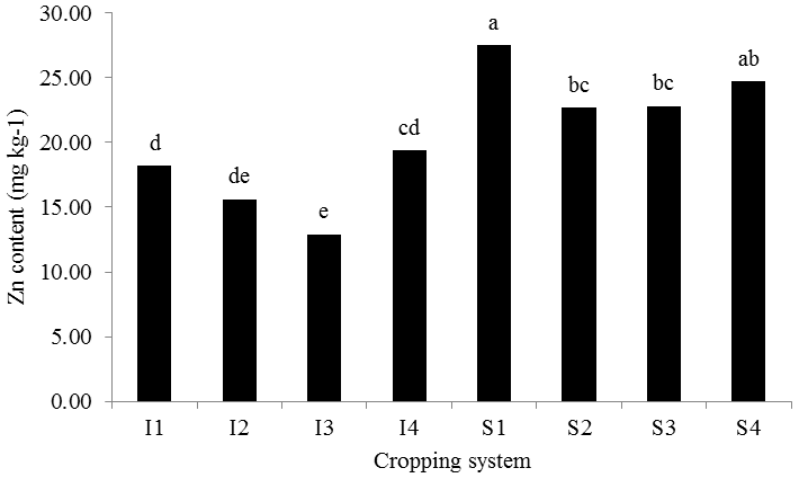
Fig. 1- Effect of cropping systems on Fe content of weeds shoot

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters have not significant different at 5% probability based on Duncan's test.

I_1: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + ۱۵-۹۱، I_3: کشت مخلوط ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، I_4: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص ۱۱-۹۱، S_3: کشت خالص ۱۵-۹۱ و S_4: کشت خالص F_2.

I_1: Intercropping of shirudi + 91-11, I_2: Intercropping of shirudi + 91-15, I_3: Intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: Intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole- cropping and S_4: F_2 sole cropping.



شکل ۲- تأثیر نظام‌های کشت بر محتوای روی شاخساره علف‌های هرز

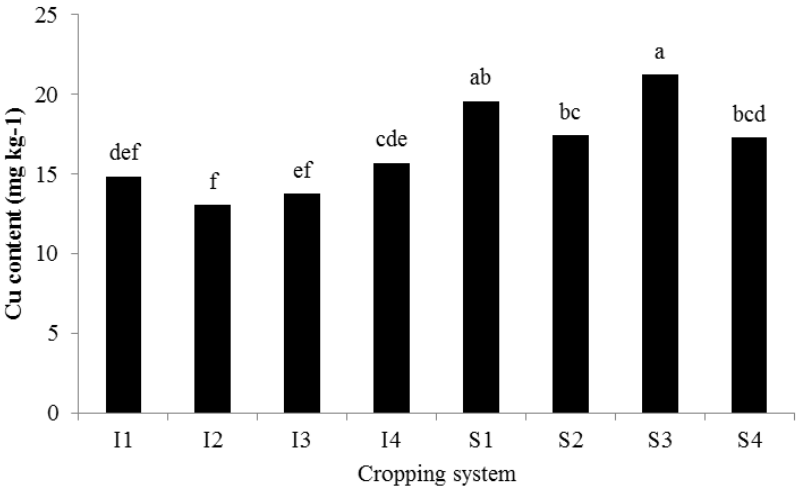
Fig. 2- Effect of cropping systems on zinc (Zn) content of weeds shoot

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters have not significant different at 5% probability based on Duncan's test.

I_1: کشت مخلوط شیرودی + ۹۱-۱۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + ۹۱-۱۵، I_3: کشت مخلوط ۹۱-۱۱ + ۹۱-۱۵، I_4: کشت مخلوط شیرودی + ۹۱-۱۱ + ۹۱-۱۵، S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص ۹۱-۱۱، S_3: کشت خالص ۹۱-۱۵ و S_4: کشت خالص F_2.

I_1: Intercropping of shirudi + 91-11, I_2: Intercropping of shirudi + 91-15, I_3: Intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: Intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole- cropping and S_4: F_2 sole cropping.



شکل ۳- تأثیر نظام‌های کشت بر محتوای مس شاخساره علف‌های هرز

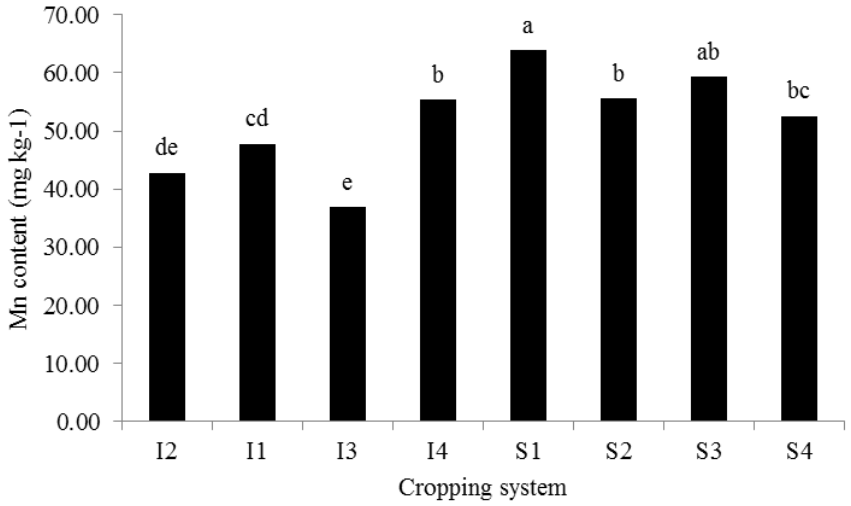
Fig. 3- Effect of cropping systems on cooper (Cu) content of weeds shoot

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters have not significant different at 5% probability based on Duncan's test.

I_1: کشت مخلوط شیرودی + ۹۱-۱۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + ۹۱-۱۵، I_3: کشت مخلوط ۹۱-۱۱ + ۹۱-۱۵، I_4: کشت مخلوط شیرودی + ۹۱-۱۱ + ۹۱-۱۵، S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص۹۱-۱۱، S_3: کشت خالص ۹۱-۱۵ و S_4: کشت خالص F_2.

I_1: Intercropping of shirudi + 91-11, I_2: Intercropping of shirudi + 91-15, I_3: Intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: Intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole- cropping and S_4: F_2 sole cropping.



شکل ٤- تأثیر نظام‌های کشت بر محتوای منگنز شاخساره علف‌های هرز

Fig. 4- Effect of cropping system on manganese (Mn) content of weeds shoot

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

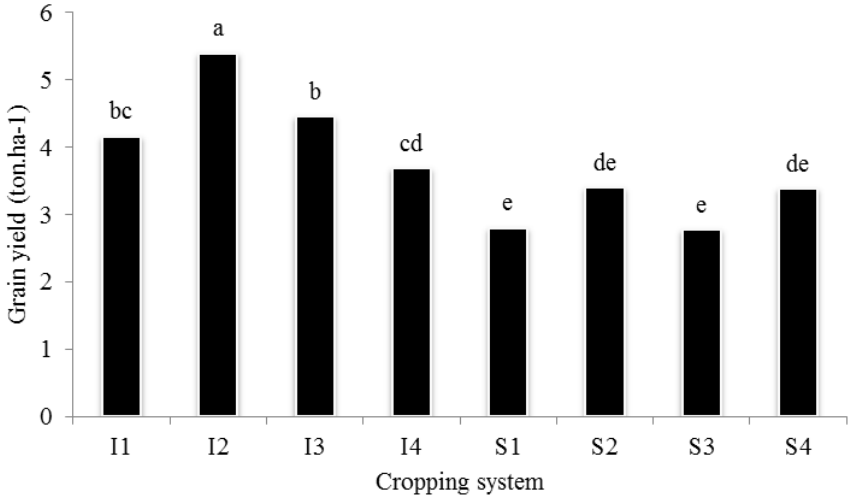
Means with similar letters have not significant different at 5% probability based on Duncan's test

I_1: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + ۱۵-۹۱، I_3: کشت مخلوط ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، I_4: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص ۱۱-۹۱، S_3: کشت خالص ۱۵-۹۱ و S_4: کشت خالص F_2.

I_1: Intercropping of shirudi + 91-11, I_2: Intercropping of shirudi + 91-15, I_3: Intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: Intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole- cropping and S_4: F_2 sole cropping.

عملکرد محصول: تأثیر نظام‌های کشت بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۳). مقایسه میانگین نظام‌های کشت نشان داد که عملکرد دانه در تیمارهای کشت مخلوط ارقام گندم به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کشت خالص بود. بیشترین عملکرد دانه درکشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵-۹۱ (I_2) به‌میزان۵/۴۰ تن در هکتار) وکمترین عملکرد دانه درکشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) و کشت خالص شیرودی (S_1) به‌ترتیب به‌میزان ۲/۷۰ و ۲/۸۰ تن در هکتار مشاهده شد (شکل ۵). کشت مخلوط شیرودی + لاین ۱۵-۹۱ عملکرد دانه را نسبت به کشت خالص لاین ۱۵-۹۱ (S_3) و کشت خالص شیرودی (S_1) به‌ترتیب ۵۰ و ۴۸ درصد افزایش داد. افزایش عملکرد به‌عنوان یکی از مزیت‌های کشت مخلوط در بسیاری از منابع علمی ذکر شده است. در بررسی کشت مخلوط ارقام گندم گزارش شده است که بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای کشت مخلوط دو رقم به‌دست آمد (Zareh- FaizAbadi & Emamverdian, 2012).

به‌طور کلی، وقتی دو رقم با خصوصیات مورفولوژیک متفاوت بصورت مخلوط کاشته می‌شوند، از عوامل محیطی بیشتر استفاده می‌کنند. در کشت مخلوط با افزایش تنوع، شاهد بهبود کارآیی استفاده از منابع دراکوسیستم های زراعی و در نهایت افزایش عملکرد خواهیم بود (Mazaheri et al., 2002). از عواملی که موجب دستیابی به عملکرد بالا در حضور علف‌های هرز می‌شود مدیریت مزرعه در جهت حداقل مصرف منبع توسط علف‌هرز و افزایش کارآیی مصرف منبع توسط گیاه زراعی عنوان شده است (Koocheki et al., 2001). در این آزمایش کاهش جمعیت، زیست‌توده (جدول ۶) و محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف آهن، روی، مس و منگنز علف‌های هرز (شکل‌های ۱ تا ۴) در نظام‌های کشت مخلوط ارقام گندم، توانایی رقابتی آن‌ها را در برابر گیاه زراعی به‌میزان قابل توجهی کاهش داده است و همین عامل می‌تواند دلیلی برای بهره‌برداری کارآمد گیاه زراعی از منابع محیطی و افزایش عملکرد آن در شرایط کشت مخلوط باشد.



شکل ۵- تأثیر نظام‌های کشت بر عملکرد دانه گندم

Fig. 5- Effect of cropping systems on wheat grain yield

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters have not significant different at 5% probability based on Duncan's test.

I_1: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱، I_2: کشت مخلوط شیرودی + ۱۵-۹۱، I_3: کشت مخلوط ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، I_4: کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱، S_1: کشت خالص شیرودی، S_2: کشت خالص ۱۱-۹۱، S_3: کشت خالص ۱۵-۹۱ و S_4: کشت خالص F_2.

I_1: Intercropping of shirudi + 91-11, I_2: Intercropping of shirudi + 91-15, I_3: Intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: Intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole- cropping and S_4: F_2 sole cropping.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج تحقیق حاضر تراکم، زیست‌توده و محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف علف‌های هرز و عملکرد محصول تحت تأثیر نظام‌های کشت قرار گرفت. بیشترین تراکم، تولید ماده خشک علف‌های هرز در واحد سطح و محتوای آهن، روی، مس و منگنز در شاخساره علف‌های هرز در تیمارهای کشت خالص مشاهده شد که نشان‌دهنده رقابت قوی‌تر علف‌های هرز در نظام کشت خالص نسبت به کشت مخلوط و دلیلی برای بالاتر بودن عملکرد محصول در نظام‌های کشت مخلوط در این آزمایش بود. در بین نظام‌های کشت مخلوط بیشترین زیست‌توده و محتوای عناصر غذایی کم‌مصرف شاخساره علف‌های هرز در کشت مخلوط شیرودی + ۱۱-۹۱ + ۱۵-۹۱ مشاهده شد که ممکن است به‌علت تشدید رقابت درون‌گونه‌ای بین ارقام گندم در این تیمار باشد که توانایی رقابتی آن‌ها را در مقابل علف‌های هرز کاهش داده است. به‌طور کلی، ترتیب جذب عناصر کم‌مصرف مورد مطالعه در شاخساره علف‌های هرز به صورت آهن >منگنز> روی بود. با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت مخلوط ارقامی از گندم که دارای خصوصیات مورفولوژیک متفاوتی باشند می‌تواند به عنوان یک روش اکولوژیک و پایدار برای کاهش میزان رقابت علف‌های هرز و افزایش عملکرد گیاه زراعی در اگرواکوسیستم‌ها به‌کار رود.

منابع

Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.

Asgharipour, M., and Rafiei, M. 2010. Intercropping of isabgol (*Plantago ovata* L.) and lentil (*Lens culinaris* L.) as influenced by drought stress. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 4: 341-348.

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.

Baumann, D.T., Bastiaans, L., and Kropff, M.J. 2002. Intercropping system optimization for yield, quality, and weed suppression combining mechanistic and descriptive models. Journal of Agronomy 94: 734-742.

Buhler, D.D., Liebman, M., and Obrycki, J. 2000. Theoretical and practical challenges to an IPM approach to weed management. Journal of Weed Science 48: 274-280.

Coleman, R., and Gill, G. 2003. Trends in yielding ability and weed competitiveness of Australian wheat cultivars. Proceeding of 11th Australian Agronomy Conference, Geelong, Australia, 2-6 February. P. 1-4.

Eskandari, H., and Alizadeh-Amraie, A. 2016. Evaluation of growth and species composition of weeds in maize-cowpea intercropping based on additive series under organic farming condition. Journal of Agroecology 8(2): 227-240. (In Persian with English Summary)

Eskandari, H., and Ghanbari, A. 2010. Influence of different intercropping pattern of corn (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna sinensis*) on light interception, forage yield and weed biomass. Iranian Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 1(20): 49-57. (In Persian with English Summary)

Eskandari, S., and Mozafari, V. 2012. Effects of salinity levels and different rates of copper on micronutrients absorption in shoot and root of two Pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars in green house conditions. Iranian Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 12: 29-42. (In Persian with English Summary)

Finckh, M.R., Gacek, E.S., and Goyeau, H. 2000. Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasize on disease resistance. European Journal of Agronomy Journal 20: 813-837.

Gubbels, G.H., and Kenachuko, E.O. 1987. Performance of pure and mixed stands of flax cultivars. Journal of Plant Science 67: 797- 802.

Hosseini, P., Rahimian Mashhadi, H.R., and Alizadeh, H. 2011. Competition of red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with two soybean (*Glysine max*) cultivars under sole and intercropping systems 1- Soybean yield and redroot pigweed growth analysis. Iranian Journal of Weed Science 7: 25-35. (In Persian with English Summary)

Hussain, Z., BahadarMarwat, K., Munsif, F., Samad, A., Hashim, S., and Bakht, T. 2013. Influence of intercropping in Maize on performance of weeds and the associated crops. Pakistan Journal of Botanical 45: 1729-1734.

Koocheki, A., Zarif Ketabi, H., and Nakhforosh, A. 2001. Weed Management in Agroecosystems. Ferdowsi University Press, Mashhad, Iran. (In Persian)

Kremen, C., Iles, A., and Bacon, C. 2012. Diversified farming systems: an agro ecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. Journal of Ecology and Society 17: 1-19.

Liebman, M., and Davis, A.S. 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-input farming systems. Journal of Weed Research 40: 27–47.

Liebman, M., and Dyck, E. 1993. Crop rotations and intercropping strategies for weed management. Journal of Ecological Applications 3: 92–122.

Lindsay, W. L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu. Soil Science Society of American Journal 42: 421–428.

Mazaheri, D., Pasari, B., and Peighambari, E. 2002. Study of growth analysis in mono culture and mixed cropping of soybean cultivars. Iranian Journal of Agronomy 54: 37-54. (In Persian with English Summary)

Mazaheri, D. 1998. Intercropping Agronomy. Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Persian)

Moatali, A. 2013. Examine the effect of peanut and pearl millet intercropping system on yield, yield components and weed control. M.Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran. (In Persian with English Summary)

Mundt, C.C. 2002. Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management. Annual Review of Phytopathology 40: 381-410.

Nickzad, A., Dastfal, M., and Sarikhanikhorrami, S.H. 2013. The varieties and lines of bread wheat, durum wheat, barley and triticale suitable for planting in the Fars province. Fars Research Institute of Agriculture and Natural Resources Press, Seed and Plant Improvement Department. (In Persian)

Oveysi, M. 2005. A study of the effect of intercropping and nitrogen fertilizer on agronomical and morphological traits of two corn (*Zea mays* L.) hybrids. Master Dissertation, Faculty of Agriculture, Tehran University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Poggio, S.L., Satorre, E.H., and Dela-Fuente, E.B. 2004. Structure of weed com- munities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina). Journal of Agriculture, Ecosystem and Environment 103: 225-235.

Qasem, J.R. 1992. Nutrient accumulation by weeds and their associated vegetable crops. Journal of Horticultural

Science 67: 189-195.

Salem, H.M., and El-Gizawy, N.K.B. 2012. Importance of micronutrients and its application methods for improving maiz (*Zea mays* L.) yield grown in clayey soil. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 12: 954-959.

Samarajeewa, K.B.D.P., Takatsugu, H., and Shinyo, O. 2006. Finger millet (*Eleucine corocanal* L.) as a cover crop on weed control, growth and yield of soybean (*Glycine max* L.) under different tillage system. Journal of Soli and Tillage Research 90: 93-99.

Sanjani, S., Hosseini, M.B., Chaichi, M.R., and Rezvan Beidokhti, S. 2009. Effect of additive intercropping sorghum: cowpea on weed biomass and density in limited irrigation system. Iranian Journal of Agronomic Research 7: 85-95. (In Persian with English Summary)

Schippers, P., and Kropff, M.J. 2001. Competition for light and nitrogen among grassland species: A simulation analysis. Journal of Functional Ecology 15: 155-164.

Schoofs, A, and Entz, M.H. 2000. Influence of annual forages on weed dynamics in a cropping system. Plant Science 80: 187–198.

Seyedi, M., Hamzeie, J., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M.A. 2012. Evaluation of weed control possibility and crop production in pea and barley intercropping. Iranian Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 3(22): 101-114. (In Persian with English Summary)

Shennan, C. 2008. Biotic interaction, ecological knowledge and agriculture. Philosophical Transactions Royal Society Biology Science 363: 717-739.

Szumigalski, A., and Van Acker, R. 2005. Weed suppression and crop production in annual intercrops. Journal of Weed Science 53: 813–825.

Tang, J., Xie, J., Chen, X., and Yu, L. 2009. Can rice genetic diversity reduce *Echinochloa crus-galli* infestation? Journal of Weed Research 49: 47-54.

Vandermeer, J.H. 1989. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Willey, R. 1990. Resource use in intercropping systems. Journal of Agricultural Water Management 17: 215-231.

Zareh-FaizAbadi, A., and Emamverdian, A. 2012. Evaluation the influence of cultivar intercropping on agronomic properties and wheat (*Triticum aestivum* L.) yield. Journal of Agroecology 4(2): 144-200. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 789-803

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۸۰۳-۷۸۹

Evaluation the Effects of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars Intercropping Systems on Population, Biomass, Micronutrients Content of Weeds and Crop Yield

S. Afzaliharsini[5*], S. Taghizadeh[2], A. Behpoori[2] and F. Faramarzi[1]

Submitted: 15-11-2016
Accepted: 19-06-2017

Afzaliharsini, S., Taghizadeh, S., Behpoori, A., and Faramarzi, F. 2018 Evaluation the effects of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars intercropping systems on population, biomass, micronutrients content of weeds and crop yield**.** Journal of Agroecology. 10(3): 789-803.

Introduction

Use of chemical herbicides has been very effective for weeds control mainly for reducing yield losses and reduction of weed populations, but the frequently use of herbicides as the only weed management tool is seriously being questioned because of herbicide costs, resistance of weed populations to one or multi herbicides and environmental pollution. Reduce the use of chemical herbicides is one of the sustainable agriculture goals and several alternatives with this purpose have been evaluated, recently. Therefore, diversification of cropping systems by intercropping different species of crops has been proposed as a solution for reducing the use of herbicides in modern agriculture.The main objective of current field experiment was to evaluate the growth and micro nutrients content of weeds and crop yield in wheat cultivar intercropping systems.

Materials and methods

In order to investigate wheat-weed competition relationships and crop yield under intercropping and sole cropping of wheat cultivars, an experiment was conducted at Darab faculty of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University, during the growing seasons 2013-2014. The experiment carried out using randomized complete block design with eight treatments and three replications. Wheat cultivars and genotypes were planted in four row intercropping systems and four sole cropping systems, including I_1: intercropping of shirudi + 91-11, I_2: intercropping of shirudi + 91-15, I_3: intercropping of 91-11 + 91-15, I_4: intercropping of shirudi + 91-11 + 91-15, S_1: shirudi sole cropping, S_2: 91-11 sole cropping, S_3: 91-15 sole cropping and S_4: F_2 sole cropping. Different weed species were recorded in field experiment, but total weed density and total weed dry matter were determined for each experimental plot. Weeds density were determined from each experimental plot by using a quadrat of 1×1 m^{-2} randomly. Then all weeds in each quadrat were harvested and transformed to laboratory for determining their biomass and micronutrients (Fe, Zn, Cu, and Mn) content. At harvest time, all crops harvested in each plot, then crop yield was determined.

Result and Discussion:

Results showed that genotype mixtures had a significant effect to reduce the density, biomass and micronutrients content of weeds. The highest and lowest weed density and biomass were observed in sole cropping and intercropping systems, respectively. Intercropping systems of cultivars reduced weed population and their dry matter more than sole cropping systems. Shirudi sole cropping (39.33 plant. m^{-2}) showed the highest weed density and the highest weed dry matter was observed in 91-11 sole cropping (130 $g.m^{-2}$) and shirudi sole cropping (121.3 $g.m^{-2}$). The highest and the lowest micronutrients content of weeds including Iron (Fe), Zinc (Zn), Cooper (Cu) and Manganese (Mn) were observed in sole cropping and intercropping systems, respectively. The highest Fe, Zn, Cu and Mn content of weeds were observed in 91-11 and shirud sole cropping (225 and 245.6 $mg.kg^{-1}$, respectively), shirudi sole cropping (27.5 $mg.kg^{-1}$), 91-15 sole cropping (21.23 $mg.kg^{-1}$) and shirudi sole cropping (63.85 $mg.kg^{-1}$), respectively. The highest and lowest crop yield were observed in shirudi + 91-15 intercropping (5.40 $ton.ha^{-1}$) and 91-15 sole cropping (2.70 $ton.ha^{-1}$), respectively. In overall weeds micronutrients content and weed growth in intercropping systems decreased significantly in comparison

5 and 2- Former Graduated of Agroecology, Darab Faculty of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University and Assistant Professor of Agro-ecology Department, Darab Faculty of Agriculture and Natural Resources, Agroecology Group, Shiraz University, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: sahar13af95@gmail.com)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.60348

to sole cropping systems. The results of this experiment showed that row intercropping of wheat cultivars can reduce the weeds ability for use of environmental resources, therefore crop can utilize resources more efficiency and increase its yield.

Conclusion

The results showed that wheat cultivars intercropping method limits environmental resources for weeds growth and this have implication for non-chemical management of weeds and increasing crop yield in ecological approach in agro-ecosystems. Thus, wheat cultivar intercropping systems can modify weed infestation in cropping systems. The results of this study suggest that row- intercropping system of wheat cultivars have potential to produce higher yield and less vulnerable to weed infestation than their sole cropping system, because they can provide high genetic diversity.

Keywords: Agroecosystem, Density, Enviromental resources, Monoculture, Non-chemical management