ارزیابی شاخص‌های رشد و تنوع علف‌های هرز در سری‌های جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

سرور خرم‌دل[1*]، قدریه محمودی[2]، فرزین عبدالهی[3]، حمیدرضا حسن زاده[4]

۱. استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۲. دانشجوی دکتری علوم علفهای هرز گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۳. استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، ایران
٤. کارشناس ارشد زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، ایران
[*]مسوول مکاتبه: khorramdel@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/٦/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر سری‌های جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط ردیفی زنیان و لوبیا بر تنوع، تراکم، زیست توده و شاخص‌های اکولوژیکی تنوع علف‌های هرز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. تیمارها شامل هشت نسبت کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زنیان و لوبیا شامل ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵، ۱۰۰:۰، ۱۰۰:۵۰، ۲۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰ بود. نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز در سه مرحله انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی نسبی برای گونه‌های سلمه‌تره، دانارک و تلخه مشاهده شد. بیشترین شاخص تنوع شانون- وینر در مرحله اول نمونه‌برداری در کشت خالص لوبیا (۱/۰۲) به دست آمد و کمترین میزان در مرحله سوم نمونه‌برداری و در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰ ٪ زنیان + ۵۰ ٪ لوبیا (۰/٤۵) محاسبه شد. بیشترین تراکم (۱۰۳ بوته در متر مربع) و وزن خشک علف‌های هرز (۷۱/۲۹ گرم در متر مربع) در کشت خالص لوبیا مشاهده شد و تیمارهای مختلف کشت مخلوط سبب کاهش این صفات در هر سه مرحله نمونه‌برداری شدند. کشت مخلوط با افزایش تنوع، موجب کاهش تعداد، وزن خشک و شاخص‌های اکولوژیکی تنوع علف‌های هرز گردید. به طور کلی، بهترین نتایج در الگوی ۱۰۰ ٪ زنیان +۵۰ ٪ لوبیا مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: فراوانی نسبی، کشت مخلوط ردیفی، شاخص شانون- وینر، وزن خشک

مقدمه

امروزه در حدود ۹۰ درصد از نواحی زیر کشت گیاهان مختلف توسط علف‌کش‌ها سمپاشی می‌شود. هزینه کنترل شیمیایی علف‌های هرز میلیاردها دلار در سال برآورد شده است (راژکان و تولنار، ۱۹۹۹). به وجود آمدن بیوتیپ‌های مقاوم و بروز آلودگی‌های مختلف زیست محیطی از جمله نتایج مصرف بی‌رویه سموم مختلف شیمیایی است که سبب به خطر انداختن سلامت انسان و سایر اجزای سیستم‌های کشاورزی شده است (سوانتون و ویس، ۱۹۹۱). بدین ترتیب، بهره‌گیری از سایر راهکارهای مدیریت علف‌های هرز نظیر روش‌های اکولوژیکی مانند کشت مخلوط مد نظر اکثر محققان قرار گرفته است.

کشت مخلوط یکی از مولفه‌های مهم کشاورزی پایدار است. توانایی نظام‌های کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های هرز و کنترل آن‌ها به عوامل مختلفی از جمله ترکیب گیاهان، ارقام، تراکم یا نسبت‌های کشت مخلوط و حاصلخیزی خاک بستگی دارد. 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 (بومن و همکاران، ۲۰۰۲).

پیامدهای ناشی از مصرف داروهای شیمیایی سبب شده است که تولید و مصرف گیاهان دارویی در جهان روز به روز در حال افزایش باشد (کاروبا و همکاران، ۲۰۰۲). بدین ترتیب، به دلیل بروز اثرات منفی ناشی از مصرف مواد شیمیایی بر کیفیت گیاهان دارویی بهره‌گیری از الگوهای کشت مخلوط برای کنترل علف‌های هرز مناسب به نظر می‌رسد (کاروبا و همکاران، ۲۰۰۲)، زیرا ضمن بهبود کمیت و کیفیت گیاهان دارویی، آشیانه‌های خالی در جهت تولید یک محصول دیگر استفاده و کاهش حضور گونه‌های علف هرز با محدودیت بیشتری مواجه خواهد شد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۱). در واقع با اعمال کشت مخلوط، تنوع اکوسیستم افزایش می‌یابد که این امر منجر به کاهش توان رقابتی علف‌های هرز می‌شود (پیلبیم و همکاران، ۱۹۹٤). بهره‌گیری از کشت مخلوط سبب افزایش عملکرد (پاندیتا و همکاران، ۲۰۰۰)، افزایش بهره‌وری منابع (منا و سینگ، ۲۰۰۱)، افزایش کارایی مصرف آب (موریس و همکاران، ۱۹۹۰)، کاهش مصرف سموم، کاهش قدرت رقابتی علف‌های هرز، افزایش نسبت برابری زمین، افزایش راندمان تولید، تنوع و ثبات زیستی (حسن‌زاده اول و همکاران، ۱۳۸۹) می‌شود.

کشت مخلوط روی ترکیب جوامع علف‌های هرز موثر است و در مقایسه با تک‌کشتی، تنوع آن‌ها را کاهش می‌دهد (سانتیاگو و پوگیو، ۲۰۰۵). کاهش وزن خشک و تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای توسط برخی از محققان نیز گزارش شده است (سانتیاگو و پوگیو، ۲۰۰۵؛ هائوگارد- نیلسن و همکاران، ۲۰۰۱). در بسیاری از مطالعات نیز گزارش شده است که در سیستم‌های کشت مخلوط، کنترل علف‌های هرز بهتر صورت می‌گیرد (بانیک و همکاران، ۲۰۰٦؛ وازیلاکوگلو و همکاران، ۲۰۰۸) و در این میان، کشت مخلوط گیاهان تیره لگوم با سایر گیاهان علاوه بر استفاده بهینه از زمین، سبب حاصلخیزی خاک می‌شود. در چنین سیستمی نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم‌ها به گیاهان همراه منتقل و این امر در عین کم نهاده بودن سیستم، منجر به پایداری نیز می‌شود (بانیک و همکاران، ۲۰۰٦؛ بیگناه و همکاران، ۱۳۹۰). کوچکی و همکاران (۱۳۸۸) با مقایسه عملکرد زعفران در کشت خالص و مخلوط با سه گروه از گیاهان زراعی شامل غلات (گندم بهاره و پاییزه)، حبوبات (عدس و نخود) و گیاهان دارویی (اسفرزه، خاکشیر، سیاهدانه، زنیان و زیره سبز) گزارش کردند که بالاترین مجموع ارزش نسبی در کشت مخلوط زعفران با سیاهدانه و زنیان مشاهده شد. کشت مخلوط با گیاهان تیره لگوم یکی از مرسوم‌ترین انواع الگوهای کشت مخلوط است (آوال و همکاران، ۲۰۰٦). کشت مخلوط غلات و لگوم برای توسعه نظام‌های پایدار تولید غذا، به ویژه در نظام‌های کاشت بر مبنای کاهش مصرف نهاده-های خارجی توصیه شده است (داپا و همکاران، ۲۰۰۳). اهمیت این نظام‌ها اتکا بر نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم‌ها است؛ به طوری که بخشی از نیتروژن در همان فصل و بخش دیگر در فصل کاشت بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد (اُفاری و استرن، ۱۹۸۷). علاوه بر این، برخی از بررسی‌ها نیز نشان داده است که کاشت گیاهان لگوم با بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و افزایش رشد، موجب بهبود عملکرد گیاهان همراه می‌شود (سینجیو و همکاران، ۲۰۰٦ الف و ب).

گیاه دارویی زنیان گونه‌ای علفی، بدون کرک و معطر با میوه‌های زرد رنگ حاوی تیمول است. از دیگر ترکیبات این گیاه می‌توان به سیمن، آلفاپینن، دی پنتن، گاماترپینن، میرسن و کارواکرول اشاره کرد (هدج و لاموند، ۱۹۸۷). این گیاه دارویی دارای خواص درمانی بسیاری همچون ضد درد، ضد آسم، ضد تهوع و خلط آور است (بالبا و همکاران، ۱۹۷۳).

با توجه به اهمیت موارد ذکر شده، این آزمایش با هدف ارزیابی تاثیر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی و

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

عمق (سانتی-متر)	بافت خاک	پتاسیم قابل دسترس	فسفر قابل دسترس	نیتروژن کل	هدایت الکتریکی	pH
		(پی‌پی‌ام)			(دسی‌زیمنس بر متر)	
۳۰-۰	لوم- سیلتی	۱۲۷	۷/۱	۱۰۹	۱/۰۶	۷/۱۸

جایگزینی گیاه دارویی زنیان و لوبیا بر تنوع، تراکم، زیست توده و شاخص‌های اکولوژیکی تنوع علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی شیروان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل هشت نسبت کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زنیان و لوبیا شامل ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵، ۱۰۰:۰، ۱۰۰:۵۰، ۲۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰ بود. قبل از شروع آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد که نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در جدول ۱ ارایه شده است.

عملیات کاشت هر دو گیاه به صورت همزمان در نیمه اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۲ روی هشت ردیف سه متری با فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر به شیوه دستی انجام شد. تراکم زنیان ٤٠ بوته و برای لوبیا ۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد، البته این تراکم بسته به نسبت-های کشت مخلوط، تغییر یافت. جهت تسهیل در سبز شدن گیاهان، اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یک‌بار به شیوه نشتی انجام شد. عملیات تنک برای دستیابی به تراکم مورد نظر در مرحله ٦-٤ برگی انجام شد. در طول دوره رشد از هیچ نوع کود و سم شیمیایی استفاده نشد.

نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز با کوادراتی به ابعاد ۳۰ × ۳۰ سانتی‌متر مربع (سه نمونه تصادفی از هر کرت) در سه مرحله قبل از بسته شدن کانوپی (۳۰ روز پس کاشت)، همزمان با بسته شدن کانوپی (۵۰ روز پس از کاشت) و قبل از برداشت (۷۰ روز پس از کاشت) صورت گرفت.

به منظور ارزیابی تنوع علف‌های هرز، شاخص‌های شانون- وینر و سیمپسون به ترتیب با استفاده از معادلات (۱) و (۲) محاسبه شدند:

$$H'=-\sum \frac{ni}{N} Ln \frac{ni}{N}$$ معادله [۱]

$$D=\frac{\sum ni(ni-1)}{N(N-1)}$$ معادله [۲]

که در این معادلات، H': شاخص شانون، D: شاخص سیمپسون، ni: تعداد افراد گونهٔ iام و N: تعداد کل افراد است (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰).

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها توسط نرم-افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

فراوانی نسبی علف‌های هرز: پانزده گونه علف هرز در هر سه مرحله نمونه‌برداری مشاهده شد که هفت گونه چندساله و هشت گونه یک‌ساله بودند. گونه‌های هرز مشاهده شده متعلق به ۱۱ تیره مختلف بودند که در این میان، بالاترین تنوع برای تیره شب‌بو[1] و کاسنی[2] مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین تراکم گونه‌ای در اوایل دوره رشد و در مرحله اول نمونه‌برداری مشاهده شد و با گذشت زمان، به دلیل استقرار کامل گیاه از تراکم علف-های هرز کاسته شد، به طوری که در مرحله اول نمونه

1- Crusiferae (Brassicaceae)
2- Compositae (Asteraceae)

برداری ۱۲ گونه مشاهده شد، ولی در مرحله سوم نمونه-برداری این تعداد به هشت گونه کاهش یافت (جدول ۲). با گذشت زمان، حضور گونه‌های هرز چندساله در مزرعه افزایش یافت. در میان گونه‌های مشاهده شده، دو گونه هرز اویار سلام ارغوانی[1] و سوروف[2] دارای مسیر فتوسنتزی چهار کربنه و باریک‌برگ بودند و سایر گونه-های هرز سه کربنه و پهن‌برگ بودند. چهار گونه ازمک[3]، گل گندم[4]، سلمه‌تره[5] و ترشک[6] در هر سه مرحله نمونه-برداری حضور داشتند، در حالی که سایر گونه‌ها به-صورت موقت و تنها در یک مرحله از نمونه‌برداری مشاهده شدند (جدول ۲).

بیشترین دامنه فراوانی نسبی علف‌های هرز در مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری به ترتیب برای سلمه‌تره (۲۶/۹۲-۳/۲۷ درصد)، داناک (۲۱/۶۲-۷/۸۴ درصد) و تلخه (۳۰/۴۳-۶/۹۰ درصد) مشاهده شد. کمترین دامنه فراوانی نسبی در مرحله اول مربوط به دلفینیوم و شاهتره به ترتیب با ۱۲/۹۵-۱/۵۰ درصد و ۱۱/۵۳-۱/۵۰ درصد بود. پایین‌ترین دامنه فراوانی نسبی در مراحل دوم و سوم به ترتیب برای گونه‌های سوروف و ازمک به دست آمد (جدول ۲).

از آن جا که در نسبت‌های کشت مخلوط، واکنش گونه‌های مختلف علف هرز از لحاظ فراوانی نسبی متفاوت بود، بنابراین، نمی‌توان گفت که در یک نسبت خاص از کشت مخلوط، یک یا چند گونه حضور بیشتر یا کمتری داشتند. در مطالعات مختلف کاهش تعداد و تراکم گونه‌ای علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به خالص گزارش شده است (بخشایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فرناندز-آپاریکو و همکاران، ۲۰۰۸). به نظر می‌رسد که وجود اثرات تسهیل‌کنندگی دو گونه زراعی، همچون جوانه‌زنی و رشد اولیه سریع‌تر لوبیا از یک طرف و وجود اثرات آللوپاتی گیاه دارویی زنیان از طرف دیگر، منجر به جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص شده است (بویدستون و هانگ، ۱۹۹۵). نتایج برخی از تحقیقات (برنتسنا و همکاران، ۲۰۰۴؛ آوال و همکاران، ۲۰۰۶) نشان داده است که در کشت مخلوط حبوبات با سایر گیاهان، کنترل علف‌های هرز (کاروترز و همکاران، ۱۹۹۲) بهتر صورت می‌گیرد و از تلفات ناشی از آفات و بیماری‌ها (پاراجولی و همکاران، ۱۹۹۷) نیز کاسته می‌شود. از طرفی دیگر، تنوع زیستی (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰؛ آلتیری و لیبمن، ۱۹۸۶) در اکوسیستم نیز افزایش خواهد یافت که این امر به نوعی کنترل‌کننده تعادل سیستم است. بنابراین، اگرچه نسبت‌های مختلف کشت مخلوط منجر به کاهش درصد حضور گونه‌های مختلف شد، ولی این تاثیر برای نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی متفاوت بود.

شاخص‌های تنوع زیستی علف‌های هرز: در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط زنیان و لوبیا، مقدار شاخص شانون- وینر و سیمپسون در اواخر دوره رشد نسبت به اوایل دوره رشد کاهش یافت (شکل ۱). همان طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون تا حدودی روند مشابه را نشان دادند. براساس شاخص شانون- وینر، بیشترین میزان تنوع در مرحله اول نمونه‌برداری و در کشت خالص لوبیا (۱/۰۲) به دست آمد و کمترین میزان مربوط به مرحله سوم نمونه‌برداری و در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰ ٪ زنیان+۵۰ ٪ لوبیا (۰/۴۵) بود. به این ترتیب، حدود ۵۴ درصد کاهش تنوع گونه‌ای در مزرعه زنیان- لوبیا مشاهده شد (شکل ۱). در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین شاخص تنوع شانون- وینر در کشت خالص زنیان (۰/۹۶) مشاهده شد. بنابراین، براساس شاخص شانون- وینر میزان تنوع گونه‌ای در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط بیشتر است که این امر مربوط به فراوانی بیشتر حضور گونه‌های

3- *Cyperus esculentus* L.
4- *Echinocloa cruss-galli* L.
5- *Cardaria draba* L.
6- *Centaurea depressa* M.B.
7- *Chenopodium album* L.
8- *Oxalis corniculata* L.

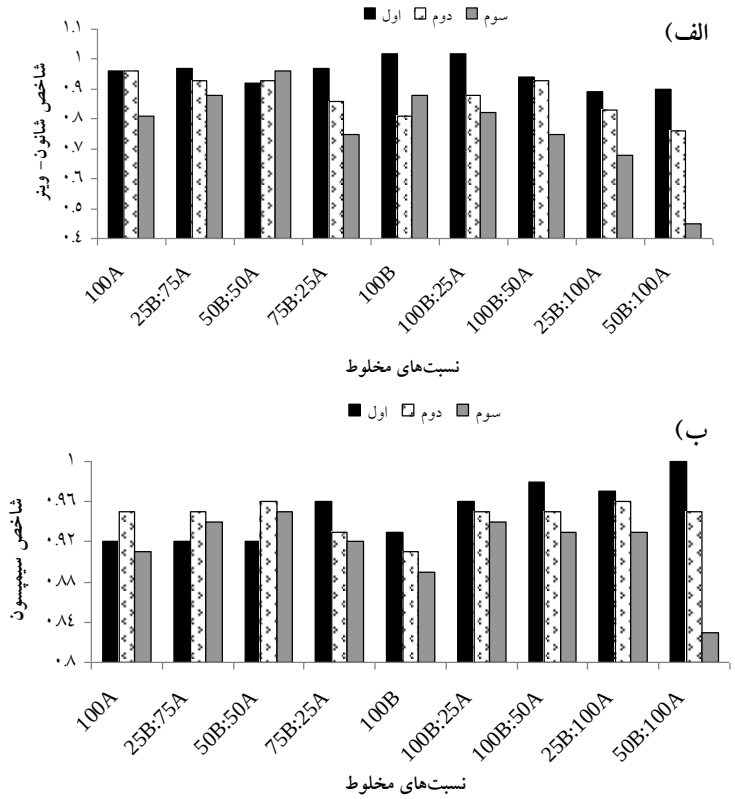
جدول ۲- فراوانی نسبی گونه‌های علف‌های هرز در نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی لوبیا و زنیان در مراحل مختلف نمونه‌برداری

نسبت‌های کشت مخلوط (درصد)	زنیان	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۱۰۰
	لوبیا	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۵	۵۰
نام فارسی گونه	نام علمی گونه	سیکل رویشی	نمونه‌برداری اول (۳۰ روز پس از کاشت)							
ازمک	*Cardaria draba* L.	PB*	۵/۷۱	۸/۱۹	۷/۷٤	٤/۱٦	۹	۷/۵٤	۳/۲۲	۳/۸۸	۷/٦۹
گل گندم	*Centaurea depressa* M.B	AB	۲/۸۵	۳/۲۷	٦/۰۵	۸/۳۳	۸	۵/٦٦	۹/٦۷	۰	۳/۸٤
سلمه تره	*Chenopodium album* L.	AB	۵/۷٦	۳/۲۷	٦/۰۵	۱۰/٤٦	۵	۱۳/۲۰	۱٦/۱۲	۲٦/۹۲	۳/۸٤
پیچک	*Covulvulus arvensis* L.	PB	۷/۱٤	٦/۵۵	۳/۰۲	۸/۳۳	۷	۹/٤۳	٦/٤۵	۳/۸٤	۷/٦۹
اویار سلام ارغوانی	*Cyperus esculentus* L.	PG	٤/۲۸	۱٤/۷۵	۷/۵٦	٤/۱٦	۸	۵/٦٦	۰	۷/٦۹	۷/٦۹
دلفینیوم	*Delphinium hispanicum* Ledeb.	AB	۱۲/۸۵	٦/۵۵	۱/۵۰	٤/۱٦	۱۲	۱۳/۲۰	۱۲/۹۵	۷/٦۹	۷/٦۹
سوروف	*Echinocloa cruss galli* L	AG	۸/۵۷	٤/۹۱	۱۰/۵۸	۱٤/۵۸	۸	۷/۵۹	۹/٦۷	۰	۳/۸٤
شاهتره	*Fumaria officinalis* L.	AB	۸/۵۷	۱/٦۳	۱/۵۰	۱٤/۵۸	۵	۳/۷۷	٦/٤۵	۱۱/۵۳	۷/٦۹
ترشک	*Oxalis corniculata* L.	PB	۷/۱٤	۸/۱۹	۱۳/٦۲	۸/۳۳	۱۰	۱۱/۳۲	٦/٤۵	۷/٦۹	۱۱/۵۵
هفت بند	*Polygonum convulvulus* L.	AB	۵/۷۱	۱٦/٤۷	۱۵/۱٤	۲/۰۸	۸	۳/۷۷	٦/٤۵	۷/٦۹	۱۱/۵۵
خاکشیر تلخ	*Sisymbrium irio* L.	AB	۲۱/٤۲	۱۹/٦۷	۱۳/٦۲	۱۲/۵	۱۵	۷/۵٤	۹/٦۷	۱۵/۳۸	۱۵/۳۸
شیر تیغی	*Sonchus arvensis* L.	PB	۱۰	٦/۵۵	۱۳/٦۲	۸/۳۳	۵	۱۱/۳۲	۱۲/۹۰	۷/٦۹	۱۱/۵۵
نمونه‌برداری دوم (۵۰ روز پس از کاشت)											
گاوپنبه	*Abutilon theophrasti* Medic.	AB	۵/۸۸	۰	۷/۸۹	۱۰/۸۱	۸/۵۹	۱٦/۲۱	۲/۷۸	٦/٦٦	۰
ازمک	*Cardaria draba* L.	PB	۹/۸۰	۱۱/۳٦	۱۳/۱٦	۰	۹/۳۸	۵/٤۱	۱۳/۸۹	۳/۳۳	۰
گل گندم	*Centaurea depressa* M.B	AB	۷/۸٤	۹/۰۹	۵/۲٦	۰	۱٤/۰٦	۰	۱۳/۸۹	۱۰	۲۱/۷٤
سلمه‌تره	*Chenopodium album* L.	AB	۱۵/٦۸	۱۳/٦۳	۷/۸۹	۱۰/۸۱	٤/٦۹	۱۰/۸۱	۱۱/۱۱	۱۰	۸/۷۰
پیچک	*Covulvulus arvensis* L.	PB	۷/۸۹	٤/۵٤	۷/۸۹	۱۰/۸۱	۹/۳۸	۱۳/۵۱	۸/۳۳	۳/۳۳	۰
سوروف	*Echinocloa cruss galli* L.	AG	۵/۸۸	٦/۸۷	۲/٦۵	۱۰/۸۱	٤/٦۹	۸/۱۱	۸/۳۳	۱۰	۸/۷۰
دانارک	*Erysimum cheiranthoides* L.	AB	۷/۸٤	۱۵/۹۰	۱۸/٤۲	۲۱/٦۲	۱۰/۱٦	۸/۱۱	۵/۵٦	۲۰	۱۳/۰٤
شاهتره	*Fumaria officinalis* L.	AB	۷/۸۹	۱۱/۳٦	۷/۸۹	۲/۷۰	۱۱/۷۲	۲/۷۰	۵/۵٦	۰	۱۳/۰٤
ترشک	*Oxalis corniculata* L.	PB	۷/۸٤	٤/۵٤	۱۰/۵۳	۱٦/۲۲	۱۲/۵	۱٦/۲۲	۸/۳۳	۱۳/۳۳	٤/۳۵
هفت بند	*Polygonum convulvulus* L.	AB	۷/۸٤	۱۵/۹۰	۷/۸۹	۸/۱۱	۷/۰۳	۵/٤۱	۱۳/۸۹	۱۰	۱۷/۳۹
خاکشیر تلخ	*Sisymbrium irio* L.	AB	۱۰/۵۲	٦/۸۱	۱۰/۵۳	۸/۱۱	۷/۸۱	۱۳/۵۱	۸/۳۳	۱۳/۳۳	۱۳/۰٤
نمونه برداری سوم (۷۰ روز پس از کاشت)											
تلخه	*Acroptilon repens* L.	PB	۲۰/۵۱	۱۷/۰۷	٦/۹۰	۱۱/۱۲	۱٤/۸۱	۲۲/۵۸	۳۰/٤۳	۲۲/۲۲	۰
ازمک	*Cardaria draba* L.	PB	۲/۵٦	۹/۷٦	۱۰/۳٤	۲۲/۲۲	۹/۸۸	۹/٦۸	۸/۷۰	۰	۰
گل گندم	*Centaurea depressa* M.B	AB	۱۷/۹۵	۱۷/۰۷	٦/۹۰	۷/٤۱	۲۰/۹۹	۰	۰	۲۲/۲۲	۲۱/٤۳
سلمه تره	*Chenopodium album* L.	AB	۱۰/۲٦	۱۲/۲۰	۲٤/۱۵	۳/۷۰	۱۲/۳۵	۱۲/۹۰	۰	۰	۰
دلفینیوم	*Delphinium hispanicum* Ledeb.	AB	۱۵/۳۸	۱٤/٦۳	۱۳/ ۷۹	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	٦/٤۵	۱۳/۰٤	۰	۷/۱٤
دانارک	*Erysimum cheiranthoides* L.	AB	۱۰/۲٦	۷/۳۲	۱۳/۷۹	۲۲/۲۲	۱۳/۵۸	۱٦/۱۳	۱۳/۰٤	۱۱/۱۱	۵۰
ترشک	*Oxalis corniculata* L.	PB	۱۰/۲٦	۱٤/٦۳	۱۰/۳٤	۷/٤۱	٦/۱۷	۱٦/۱۳	۲٦/۰۹	۱٦/٦۷	۰
شیرتیغی	*Sonchus arvensis* L.	PB	۱۲/۸۲	۷/۳۲	۱۳/۷۹	۳/۷۰	۱۱/۱۱	۱٦/۱۳	۸/۷۰	۲۷/۷۸	۲۱/٤۳

* AB یکساله برگ‌پهن، PB چند ساله برگ‌پهن، AG یکساله باریک‌برگ، PG چند ساله باریک‌برگ

علف هرز در کشت خالص در مقایسه با تیمارهای کشت مخلوط است (شکل ۱).

با مقایسه شکل ۱ مشخص است که تنوع براساس شاخص شانون- وینر، نسبت به شاخص تشابه سیمپسون نوسان بیشتری داشت. براساس شاخص سیمپسون نیز، بیشترین و کمترین میزان تنوع به ترتیب در مراحل اول (۱) و سوم نمونه‌برداری (۰/۸۳) مشاهده شد (شکل ۱). همان طور که پیشتر نیز بیان شد، بر اساس شاخص سیمپسون دامنه تغییرات تنوع گونه‌ای در نسبت‌های کشت مخلوط زنیان- لوبیا بسیار کمتر از شاخص شانون- وینر بود، به طوری که اختلاف بیشینه و کمینه تنوع در این شاخص در حدود ۱۷ درصد بود. به ویژه در مرحله دوم نمونه‌برداری، تغییر چندانی در میزان تنوع گونه‌ای بر اثر اعمال نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، بر اساس شاخص سیمپسون مشاهده نشد. از آن جا که منابع مختلف، شاخص شانون- وینر را معیار دقیق‌تری نسبت به سایر شاخص‌های اکولوژیکی جهت محاسبه تنوع گونه‌ای معرفی کرده‌اند و با توجه به این مطلب که این شاخص، معیار مناسبی برای تعیین توان اکولوژیکی بوم‌نظام‌ها و ارزیابی و مقایسه آن‌ها در بعد مکان و زمان است (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰)، بنابراین توصیه می‌شود که برای ارزیابی تنوع زیستی از این شاخص بهره‌گیری گردد.



شکل ۱- شاخص‌های تنوع شانون- وینر (الف) و سیمپسون (ب) علف‌های هرز در نسبت‌های کشت مخلوط زنیان و لوبیا در مراحل مختلف نمونه برداری

A و B: به ترتیب نشان‌دهنده زنیان و لوبیا است.

تراکم علف‌های هرز: اثر نسبت‌های کشت مخلوط دو گیاه زنیان و لوبیا بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار (p≤ ۰/۰۵) بود (جدول ۳).

در هر سه مرحله نمونه‌برداری، کمترین تراکم علف‌های هرز در الگوی کاشت ۱۰۰٪ زنیان+ ۲۵٪ لوبیا و ۱۰۰ ٪ زنیان+۵۰ ٪ لوبیا به ترتیب با ۸/٦٦، ۷/٦٦ و ٤/٦٦ بوته در متر مربع مشاهده شد (جدول ٤). همچنین، بیشترین تراکم در کشت خالص لوبیا با ۳۳/۳۳، ٤۲/٦۷ و ۲۷ بوته در متر مربع مشاهده شد، در حالی که در کشت خالص زنیان میزان تراکم علف‌های هرز در هر سه مرحله نمونه‌برداری کمتر از کشت خالص لوبیا (به ترتیب ٤۳، ۱۵۱ و ۱۰۸ درصد) بود (جدول ٤ و شکل ۲).

براساس نتایج به دست آمده بیشترین تراکم علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا (۱۰۳ بوته در متر مربع) و کمترین میزان برای ۱۰۰٪ زنیان+ ۵۰٪ لوبیا (۲۱ بوته در متر مربع) مشاهده شد (جدول ٤ و شکل ۲). به طور کلی، در نسبت‌های کشت مخلوط با افزایش درصد حضور گونه دوم، تراکم علف‌های هرز کاهش یافت و در کشت خالص هر دو گونه زنیان و لوبیا، بیشترین تراکم علف‌هرز وجود داشت (شکل ۲).

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زنیان و لوبیا بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

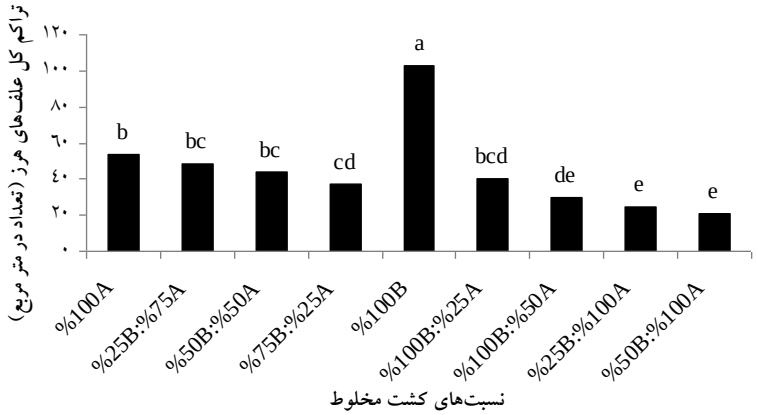
منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم علف‌های هرز			وزن خشک علف‌های هرز		
		مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم
تکرار	۲	۱۳/٤۸ ns	۵۷//۱٤ **	٤/۱۱ ns	۲۰/۹۷ *	۱۹/٤۰ **	۱/۲۰ ns
نسبت‌های کشت مخلوط	۸	۱۹۵/٦۷ **	۳۲۷/۲۰ **	۱۳۰/۹۱ **	۱۲۹/٤٤ **	۲۲۰/۹۹ **	۳۳/۹۲ **
خطا	۱٦	۱۳۳/۷۰	۲/٤۸	۷/۵٦	۵/۵٦	۱/۸۲	۱/۱۱
ضریب تغییر (٪)		۱٦/۲۳	۱۰/۰۳	۲٤/۵۲	۱۸/۹۸	۱۳/۷۷	۲۲/۹۵

ns، * و **: به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زنیان و لوبیا بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

نسبت‌های کشت مخلوط		تراکم علف‌های هرز (بوته در متر مربع)			وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع)		
زنیان	لوبیا	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم
۱۰۰	۰	۲۳/۳۳ b*	۱۷/۰۰ b	۱۳/۰۰ b	۱٦/۰٦ b	۹/۸۸ b	۵/۱۷ bc
۷۵	۲۵	۲۰/۳۳ bcd	۱٤/٦۷ bc	۱۳/٦۷ b	۱۲/۷٦ bc	۸/٤٦ bc	۵/٦۸ b
۵۰	۵۰	۲۰/۰۰ bc	۱۲/٦۷ cd	۹/٦٦ bc	۱٤/۵۰ bc	۷/۵۹ bcd	۳/۹۵ bcd
۲۵	۷۵	۱٦/۰۰ d	۱۲/۳۳ cd	۹/۰۰ bcd	۱۰/۸۳ cd	۷/۵۲ cd	۳/۵۰ cde
۰	۱۰۰	۳۳/۳۳ a	٤۲/٦۷ a	۲۷/۰۰ a	۲٦/۳٦ a	۳۲/۲۰ a	۱۲/۷۳ a
۲۵	۱۰۰	۱۷/٦۷ cd	۱۲/۳۳ cd	۱۰/۳۳ bc	۱۳/۵۵ bc	٦/۵۹ cd	٤/۲۷ bcd
۵۰	۱۰۰	۱۰/۳۳ e	۱۲/۰۰ cd	۷/٦٦ cd	۷/۲۳ de	٦/۹٤ cd	۲/۷۵ def
۱۰۰	۲۵	۸/٦٦ e	۱۰/۰۰ de	٦/۰۰ cd	۵/۲۰ e	۵/۳۰ de	۲/۰۸ ef
۱۰۰	۵۰	۸/٦٦ e	۷/٦٦ e	٤/٦٦ d	۵/۳۱ e	۳/۷۰ e	۱/۲۲ f

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



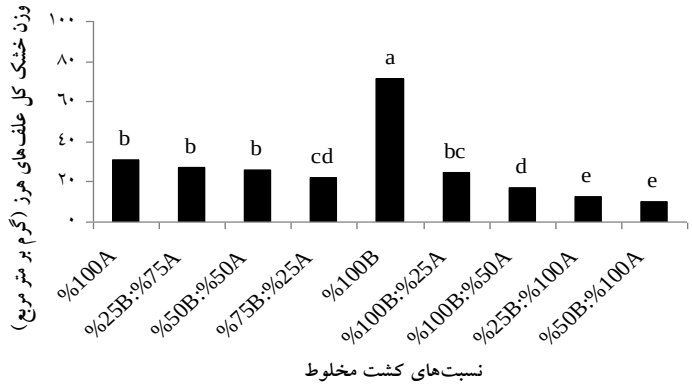
شکل ۲- اثر نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی لوبیا و زنیان بر تراکم کل علف‌های هرز

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

A و B: به ترتیب نشان‌دهنده زنیان و لوبیا است.

فرناندز- آپاریکو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که اثر دگرآسیبی ریشه شنبلیله بر چرخه زندگی گل جالیز در کشت مخلوط شنبلیله با سایر گیاهان، منجر به کاهش خسارت این علف هرز شد. نتایج مطالعه طولانی مدت اسوالد و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که بهره‌گیری از کشت مخلوط در کنترل علف جادو موثر بود. در مطالعات دیگر نیز کاهش تنوع و تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص تایید شده است (بخشایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ بومن و همکاران، ۲۰۰۱؛ پیلبیم و همکاران، ۱۹۹٤؛ فرناندز-آپاریکو و همکاران، ۲۰۰۸) و دلیل این امر کاهش آشیانه‌های اکولوژیکی قابل دسترس برای علف‌های هرز (بخشایی و همکاران، ۱۳۹۲) عنوان شده است. در واقع، کشت مخلوط با کاهش فرصت حضور علف‌های هرز، منجر به کاهش توان رقابتی این گونه‌های ناخواسته می‌شود. پیلبیم و همکاران (۱۹۹٤) گزارش کردند که کشت مخلوط موجب افزایش تنوع و کاهش رقابت علف‌های هرز شد.

وزن خشک علف‌های هرز: در هر سه مرحله نمونه-برداری بیشترین وزن خشک در کشت خالص لوبیا (به ترتیب با ۲٦/۳٦، ۳۲/۲ و ۱۲/۷۳ گرم در متر مربع) و کمترین میزان برای تیمار ۱۰۰٪ زنیان+۵۰٪ لوبیا (به ترتیب با ۱۵/۳۱، ۳/۷۰ و ۱/۲۲ گرم در متر مربع) مشاهده شد (جدول ٤). بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا (۷۱/۲۹ گرم در متر مربع) و کمترین وزن خشک علف‌های هرز (۱۰/۲٤ گرم در متر مربع) در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰٪ زنیان+ ۵۰٪ لوبیا مشاهده شد. به این مفهوم که اعمال این نسبت مخلوط، در مقایسه با کشت خالص لوبیا منجر به کاهش ۸۰ درصد وزن خشک علف‌های هرز شد (شکل ۳). در کشت خالص لوبیا، بیشترین میزان وزن خشک علف‌های هرز مشاهده شد. با حرکت از الگوی کشت خالص به مخلوط، هرچه درصد کشت گونه دوم افزایش یافت، میزان تولید وزن خشک علف‌های هرز نیز در هر سه مرحله نمونه‌برداری کاهش یافت (شکل ۳). لیبمن و دایک (۱۹۹۳) نیز کاهش زیست توده علف‌های هرز را در کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی در ٤۷ پروژه تحقیقاتی گزارش کردند. بومن و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که کشت مخلوط تره‌فرنگی با کرفس کاهش رشد و زیست توده علف‌های هرز را به دنبال داشت. آن‌ها همچنین، بیان داشتند که در الگوی تک‌کشتی تره فرنگی، جایگزینی دو تره فرنگی+ یک کرفس منجر به کاهش ۲۰ درصدی وزن خشک علف هرز زلف پیر شد.



شکل ۳- اثر نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی لوبیا و زنیان بر وزن خشک علف‌های هرز

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
A وB: به ترتیب نشان‌دهنده زنیان و لوبیا است.

بررسی‌ها موید این مطلب است که لوبیا در مقایسه با زنیان رقیب ضعیف‌تری در مقابل حضور علف‌های هرز است. احتمال می‌رود که گیاه دارویی زنیان به دلیل ویژگی آللوپاتیکی ناشی از وجود ترکیبات خاص موثره در مقابل حضور علف‌های هرز نسبت به گیاه زراعی لوبیا قوی‌تر عمل کند. همچنین، این نتایج تایید کننده آن است که کشت مخلوط نسبت به خالص روشی مناسب‌تر در مقابل تراکم و تولید وزن خشک علف‌های هرز است (جدول ٤ و شکل‌های ۲ و ۳). در همین راستا، گزارش شده است که در کشت مخلوط افزایشی لوبیا چشم بلبلی با سورگوم، تعداد و تراکم علف‌های هرز نسبت به کشت خالص به طور معنی‌داری کاهش یافت (سنجانی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین، در بررسی کشت مخلوط گندم و نخود مشخص گردید که نسبت‌های کشت مخلوط این دو گیاه سبب کاهش معنی‌دار تراکم علف‌های هرز شد (بانیک و همکاران، ۲۰۰٦).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که در کشت مخلوط زنیان و لوبیا فراوانی نسبی گونه‌های علف‌های هرز متفاوت بود، به طوری که بیشترین فراوانی گونه در اوایل دوره رشد و کمترین میزان در آخر دوره رشد مشاهده شد. بر اساس شاخص شانون- وینر بیشترین میزان تنوع در مرحله اول نمونه‌برداری و در کشت خالص لوبیا و کمترین میزان در مرحله سوم نمونه‌برداری و در نسبت ۱۰۰٪ زنیان+ ۵۰٪ لوبیا مشاهده شد. همچنین، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا و سپس، خالص زنیان بیشترین مقدار بود، ولی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط سبب کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در هر سه مرحله نمونه‌برداری شد. بنابراین، از کشت مخلوط می‌توان به عنوان روش مدیریتی اکولوژیک جهت کاهش فرصت‌طلبی علف‌های هرز بهره جست که علاوه بر حفظ تنوع اکوسیستم، منجر به ثبات و پایداری اکوسیستم و نیز کاهش مصرف مواد و سموم شیمیایی در محیط زیست می‌شود.

منابع

بخشایی، س.، خرم‌دل، س.، خوشنود یزدی، ع.ا. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی زنیان با شنبلیله بر تراکم و تنوع علف‌های هرز و عملکرد. پنجمین همایش علوم علف‌های هرز ایران. ص. ۱۲۱۹-۱۲۲٤.

بیگناه، ر.، رضوانی مقدم، پ.، جهان، م. ۱۳۹۰. تاثیر کشت مخلوط گشنیز و شنبلیله بر برخی خصوصیات کمی و کیفی آن‌ها. همایش ملی کشاورزی پایدار. ص. ۱۹۰۹- ۱۹۱۹.

حسن زاده اول، ف.، کوچکی.، ع.، خزاعی، ح.ر.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۹. اثر تراکم بر خصوصیات زراعی و عملکرد

مرزه و شبدر ایرانی در کشت مخلوط. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(٤): ۹۲۰-۹۲۹.

سنجانی، س.، حسینی، م.، چائی‌چی، م.، رضوان بیدختی، س. ۱۳۸۸. اثر کشت مخلوط افزایشی سورگوم و لوبیا چشم بلبلی بر روی بیومس و تراکم علف‌های هرز در سیستم‌های آبیاری محدود شده. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷ : ۸۵- ۹٤.

کوچکی، ع.، نجیب نیا، س.، لله گانی، ب. ۱۳۸۸. ارزیابی عملکرد زعفران در کشت مخلوط با غلات، حبوبات و گیاهان دارویی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۱): ۱۷۵-۱۸٤.

کوچکی، ع.، شباهنگ، ج.، خرم‌دل، س.، امین غفوری، ا. ۱۳۹۱. بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا. مجله بوم شناسی کشاورزی. ٤ (۱): ۱- ۱۱.

نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، بهشتی، ع. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Altieri, M.A., Liebman, M. 1986. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems. In: Francis, C.A. (Ed.), Multiple Cropping Systems. Mac Millan, New York, p. 182–218.

Awal, M.A., Koshi, H., Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agr Forest Meterol*. 139: 74–83.

Balbba, S.I., Hilal, S.H., Hoggag, M.Y. 1973. Active constituents of *Ammi majus* fruits at different stages. *Plant Mdica*. 23(4): 312-20

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: Advantages and Smothering. *Eur J Agron*. 24: 324-332

Baumann, D.T., Bastiaans, I., Kropff, M.J. 2001. Composition and crop performance in a leek- celery intercropping system. *Crop Sci*. 41: 764-774.

Baumann, D.T., Bastians, L., Gaudriaan, J., Vanlaar, H.H., Kropff, M.T. 2002. Analysing crop yield and plant quality in an intercropping system using an ecophysiological model for interplant competition. *Agr Syst*. 73: 173-203

Berntsena, J., Haugard-Nielsen, H., Olesen, J.E., Petersena, B.M., Jensenb, E.S., Thomse, A. 2004. Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. *Field Crops Res*. 88: 69–83.

Boydston, R.A., Hang, A. 1995. Rapeseed (*Brassica napus*) Green manure crop suppresses weeds in potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technol*. 9: 669-675.

Carruthers, K., Cloutier, F.Q., Smith, D.L. 1992. Intercropping corn with soybean, lupine and forages: weed control by intercrops combined with inter-row cultivation. *Eur J Agron*. 8: 225-238

Carruba, A., La Torre, R., Matranga, A. 2002. Cultivation trials of aromatic and medicinal plants in semiarid Mediterranean environment. Proceeding of International Conference on MAP. Acta Hort (ISHS). 576: 207-216.

Dapaah, H.K., Asafu-Agyei, J.N., Ennin, S.A., Yamoah, C.Y. 2003. Yield stability of cassava, maize, soybean and cowpea intercrops. *Agric Sci*. 140: 73-82.

Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A.A., Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Crop Prot*. 27: 653-659

Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E.S. 2001. Inter-specific competition, N use and interference with weeds in pea–barley intercropping. *Field Crops Res*. 70: 101–109.

Hedge, I.C., Lamond, J.M. 1987. *Trachyspermum*. Flora Iranica. 162: 336-8.

Liebman, M., Dyck, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecol Appl*. 3: 92-122

Manna, M.C., Singh, M.V. 2001. Long- term effects of intercropping and bio-litter recycling on soil biological activity and fertility status of subtropical soils. *Biores Technol*. 76: 143-150.

Morris, R.A., Villegan, A.N., Polthanee, A., Centeno, H.S. 1990. Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum after rice. *Agron J*. 82: 664-668.

Ofari, F., Stern, W.R. 1987. Cereal-Legume intercropping systems. *Adv Agron*. 41: 41-90.

Oswald, A., Ransom, J.K., Kroschel, J., Sauerborn, J. 2001. Transplanting maize (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) reduces *Striga hermonthica* damage. *Weed Sci*. 49: 346-353.

Pandita, A.K., Saha, M.H., Bali, A.S. 2000. Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir condition. *Ind J Agron*. 45: 48-53.

Parajulee, M.N., Montandon, R., Slosser, J.E. 1997. Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover.) in Texas cotton. *Int J Pest Manag*. 43: 227-232.

Pilbeam, C.G., Okaiebo, J., Simmond, L.P., Gathua, K.W. 1994. Analysis of maize common bean intercrops in semiarid Kenya. *J Agric Sci Camb*. 123: 129-198.

Rajcan, M., Tollenaar, M. 1999. Seurce: Sink ratio and leaf Senescence in maize II: Nitrogen metabolism during filling. *Field Crops Res*. 60: 255-265.

Sainju, U.M., Singh, B.P., Whitehead, W.F., Wang, S. 2006a. Carbon supply and storage in tilled and non-tilled soils as influenced by cover crops and nitrogen fertilization. *J Environ Qual*. 35: 1507-1517.

Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh., B.P., Wang, S. 2006b. Tillage, cover crops, and nitrogen fertilization effects on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. *Eur J Agron*. 25: 372–382

Santiago, L., Poggio, B. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agric Ecosyst Environ*. 109: 48–58.

Swanton, C.J., Weise, S.F. 1991. Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technol.* 5: 657-663

Vasilakoglou, I., Dhima, K., Lithourgidis, A., Eleftherohorinos, I. 2008. Competitive ability of winter cereal common vetch intercrops against sterile oat. *Exp Agric*. 44: 509–520.

Evaluation of Growth Indices and Diversity of Weeds in Replacement and Additive Intercropping Series of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) with Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Surur Khorramdel[1*], Ghadrieh Mahmoodi[2], Farzin Abdollahi[3], Hamid Reza Hasanzadeh[4]

1- Assist. Prof., College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2- PhD Student in Weed Sciences, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
3- Assist. Prof., Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Hormozgan, Iran
4- MSc in Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University of Mashhad, Iran
[*] For Correspondence: khorramdel@um.ac.ir

Received: 04.09.14 **Accepted: 03.12.14**

Abstract

In order to evaluate the different intercropping series of Ajowan with bean on diversity, density, total dry weight and ecological diversity indices for weeds, a field experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Shirvan College of Agriculture and Natural Resources during growing season of 2012-2013. Treatments were eight series of replacement and additive intercropping of Ajowan with bean included 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0, 100:50, 25:100 and 50:100. Sampling of weed population was done at three stages. The results showed that the highest relative frequency in three stages were observed in lamb's quarters, wormseed mustard and Russian knapweed. At the first sampling stage, the maximum Shannon–Wiener index was calculated in bean monoculture (1.02) and the minimum was for 100% Ajowan+50% bean (0.45) at the third stage. The highest density (103 plants m^{-2}) and dry weight of weeds (71.29 g m^{-2}) were observed in bean monoculture and intercropping series declined these traits at three sampling stages. Intercropping decreased number, dry weight and ecological diversity indices of weeds through increasing crop diversity. In general, combination of 100% Ajowan+50% bean was the most promising intercropping treatment.

Key words: Relative frequency, row intercropping, Shannon- Wiener index, dry weight