نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص. ۱۱-۱

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 1, Spring 2012, p. 1-11

بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

علیرضا کوچکی[۱]، جواد شباهنگ[۲]، سرور خرم دل[۳*] و افسانه امین غفوری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

بمنظور بررسی تعیین بهترین عرض نوار در کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) از نظر ویژگی‌های اکولوژیکی از جمله تنوّع، ترکیب و تراکم علف‌های هرز و حشرات و عملکرد، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار الگوی کشت مخلوط ردیفی (یک ردیف لوبیا و یک ردیف گاوزبان (۱:۱)، دو ردیف لوبیا و دو ردیف گاوزبان (۲:۲)، سه ردیف لوبیا و سه ردیف گاوزبان (۳:۳) و چهار ردیف لوبیا و چهار ردیف گاوزبان (۴:۴)) و کشت خالص دو گیاه بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد اقتصادی لوبیا و گاوزبان در کشت خالص به ترتیب با ۴/۴۶ و ۰/۱۲ تن در هکتار و کمترین مقدار آن در الگوی ۴:۴ به ترتیب با ۲/۳۰ و ۰/۰۵ تن در هکتار حاصل شد. با افزایش تنوّع، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز بطور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت، بطوریکه تیمارهای مخلوط کمترین وزن خشک علف‌های هرز را داشتند. کمترین و بیشترین و تراکم و وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب در الگوی ۲:۲ و کشت خالص لوبیا مشاهده شد. بیشترین جمعیّت شکارگرهای طبیعی در کشت مخلوط دو ردیف لوبیا+ دو ردیف گاوزبان با ۲۰/۳ درصد و بیشترین جمعیت آفات در کشت خالص لوبیا با ۲۰/۵ درصد از کل جمعیّت حشرات بدست آمد. بطور کلی نتایج نشان داد که کشت مخلوط ردیفی لوبیا با گاوزبان باعث افزایش نسبت برابری زمین شد، بطوریکه بالاترین نسبت در عرض نوار ۲:۲ (۱/۵۵) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: تنوّع، شاخص شانون، علف هرز

مقدمه

تمایل به تولید گیاهان دارویی و تقاضا برای این محصولات طبیعی در جهان روز به روز در حال افزایش می‌باشد. از اواسط قرن بیستم و به دنبال مشخص شدن پیامدهای منفی ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، گیاهان دارویی در بسیاری از موارد جایگزین داروهای شیمیایی شدند (Carruba et al., 2002). ایران نیز به واسطه داشتن تنوّع اقلیمی و سابقهٔ زیاد در استفاده و فرآوری گیاهان دارویی، توانمندی‌های بالایی در تولید این گیاهان دارد، اما تنها سهم بسیار اندکی را در بازار جهانی گیاهان دارویی به خود اختصاص داده است (Omid Beigi, 2000; Anonymous, 2006)، با توجه به احتمال بروز اثرات منفی ناشی از مصرف انواع مواد شیمیایی روی کمیّت و کیفیّت ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی نیاز به بهره‌گیری از اصول اکولوژیک مانند کشت مخلوط در تولید این گیاهان امری ضروری می‌باشد. از طرف دیگر، چنین بنظر می‌رسد که کشت مخلوط گیاهان دارویی با گیاهان زراعی بدلیل خاصیت آللوپاتی گیاهان دارویی، قادر به کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز باشد. امروزه اهمیت کشت مخلوط بسیار زیاد است و نتایج برخی از تحقیقات (Liebman, 1988; Zimdahl, 2007) نیز نشان داده است که در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از منابع به طور مؤثرتری استفاده شده و به همین دلیل مقدار منبع قابل دسترس برای علف‌های هرز کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، کشت مخلوط با سایه اندازی، خفه کردن و خواص آللوپاتیک از رشد و گسترش گونه‌های مختلف علف‌های هرز جلوگیری می‌کند.

فرناندز آپاریکو و همکاران (Fernandez-Aparicio et al., 2008) با مقایسه جمعیت گل جالیز در کشت مخلوط تعدادی از گیاهان با شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) بیان نمودند که اثرات آللوپاتیکی ریشه شنبلیله روی جوانه‌زنی و در نتیجه رشد گل جالیز (*Orobanche* sp.) باعث کاهش جمعیت این علف هرز سمج شد. رائو (Rao, 2002) گزارش کرد که کشت مخلوط

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانشجوی دکتری اگرواکولوژی و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: su_khorramdel@yahoo.com)

شمعدانی (*Pelargonium* sp.) و نعناع (*Mentha arvensis* L. f. Piperascens Malinv) منجر به کاهش رشد و زیست توده علف‌های هرز شد. رودریگوئز و همکاران (Rodrigues-Gomez et al., 2003) گزارش کردند که کشت مخلوط جعفری (*Petroselinum sativum* L.) و گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) بدلیل اثرات آللوپاتیکی جعفری بر جوانه‌زنی کنیدی‌های بلایت، تأثیر جعفری بر تغییر میکروکلیمای اطراف بوته گوجه فرنگی و در نتیجه ایجاد محدودیت رطوبتی در اطراف گیاه و ایجاد مانعی فیزیکی در جلوگیری از انتشار کنیدی‌های بلایت باعث کاهش معنی‌دار بلایت گوجه فرنگی در شرایط مخلوط با جعفری در مقایسه با تک‌کشتی این گیاه شد. مافی و موسیارلی (Maffei & Mucciarelli, 2003) با بررسی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) و نعناع (*Mentha piperita* L.) بر عملکرد و کیفیت اسانس نعناع گزارش نمودند که عملکرد کمّی و کیفی نعناع در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود. خرمی‌وفا و همکاران (Mohammad Abadi et al., 2011) نیز بدلیل تأثیرات مثبت کشت مخلوط کدو پوسته کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) در شرایط همراهی با گونه‌های لگومینوزه همچون نخود (*Cicer arietinum* L.) و عدس (*Lens esculenta* Moench.)، بهره‌گیری از این الگوهای کاشت را برای این گیاه توصیه نمودند. راجساوارا رائو (Rajsawara Rao, 1999) با بررسی کشت مخلوط نعناع و گوجه فرنگی نیز گزارش نمودند که کشت مخلوط موجب بهبود عملکرد اقتصادی و در نتیجه نسبت برابری زمین در مقایسه با کشت خالص شد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) با مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) و زعفران (*Crocus sativus* L.) گزارش کردند که کشت مخلوط زعفران با مرزنجوش احتمالاً بدلیل سایه اندازی بر سطح خاک و در نتیجه مساعدتر شدن شرایط محیطی برای رشد بنه باعث بهبود تولید گل و عملکرد اقتصادی زعفران شد.

نتایج برخی از بررسی‌ها نشان داده است که اگرچه کشت مخلوط باعث کاهش قدرت رقابت علف‌های هرز می‌شود، ولی این کاهش رقابت به میزان زیادی به تراکم، الگوی کاشت و نوع گونه‌های همراه بستگی دارد (Pilbeam et al., 1994). نتایج بررسی انجام شده بر روی تأثیر کشت مخلوط ردیفی و نواری لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان بذری (*Ocimum basilicum* L.) نشان داد که کشت مخلوط باعث کاهش تراکم زیست توده علف‌های هرز شد، بطوریکه بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۳۶) در کشت ردیفی بدست آمد (Alizadeh et al., 2009).

تا سالیان اخیر، اغلب مطالعات انجام شده روی کشت مخلوط بر افزایش تولید و سودمندی اقتصادی تمرکز یافته بود، در حالیکه مطالعات اخیر بر درک روابط متقابل بین گونه‌ها و مکانیسم‌هایی که منجر به سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌شود، استوار است (Altieri, 1994; Connolly et al., 2001). کشت مخلوط از طریق کاهش تراکم گیاه میزبان و علف‌های هرز، تغییر کیفیّت میزبان از طریق اثرات متقابل گیاه- گیاه و افزایش جمعیت دشمنان طبیعی باعث کاهش بیماری‌ها و آفات می‌شود (Finck & Karpenstein-Machan, 2002). در همین راستا برخی از محققین (Speight, 1983; Bukovinszky et al., 2005) معتقدند که کشت مخلوط با افزایش جمعیّت دشمنان طبیعی باعث کاهش جمعیت حشرات آفت می‌شود. بوکاوینزکی و همکاران (Bukovinszky et al., 2005) بیان داشتند که دلیل کاهش نوسان جمعیت دشمنان طبیعی در کشت مخلوط به علت کاهش تنوّع گونه‌های شکار و گیاه میزبان و همچنین ایجاد پناهگاهی برای شکار می‌باشد. سینگ و کوتاری (Singh & Kothari, 1997) با بررسی اثر کشت مخلوط خردل (*Brassica juncea* L.) با رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) گزارش نمودند که در کشت مخلوط جمعیت شته به طور معنی-داری کمتر از کشت خالص بود.

بورن ساید و همکاران (Burnside et al., 1998) ضمن تأکید بر ارزش اقتصادی لوبیا بیان داشتند که سهم زیادی از نوسانات تولید این محصول به دلیل رقابت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد. بنابراین بنظر می‌رسد که کشت گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) به عنوان گیاه دارویی و لوبیا به عنوان یک گیاه زراعی می‌توانند اثرات ترکیبی مطلوبی از نظر تأمین عناصر غذایی و کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها داشته باشد.

این آزمایش با هدف بررسی تعیین بهترین عرض نوار در کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان اروپایی از نظر ویژگی‌های اکولوژیکی از جمله جمعیت، تراکم و تنوّع حشرات و علف‌های هرز و عملکرد در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

بمنظور مقایسه الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان اروپایی از نظر تنوّع، ترکیب و تراکم علف‌های هرز و حشرات و عملکرد به منظور تعیین بهترین عرض نوار، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ عرض جغرافیایی درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر) انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار تیمار مخلوط (یک ردیف لوبیا و یک ردیف گاوزبان (۱:۱)، دو ردیف لوبیا و دو ردیف گاوزبان (۲:۲)، سه ردیف لوبیا و سه ردیف گاوزبان (۳:۳) و چهار ردیف لوبیا و چهار ردیف گاوزبان (۴:۴)) و کشت خالص دو گیاه بود.

عملیات کاشت دو گیاه بصورت همزمان در نیمه اردیبهشت ماه بر روی هشت ردیف با طول سه متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله

هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد انجام شد. برای دستیابی به تراکم‌های مورد نظر (برای لوبیا و گاوزبان به ترتیب ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع) گیاهان در مرحله ۶-۴ برگی تنک شدند. لازم به ذکر است که در طول دوره رشد، از هیچگونه ماده شیمیایی از جمله کودها و سموم برای بهبود رشد گیاهان استفاده نشد.

نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز بعد از تعیین تراکم دو گیاه و به فاصله هر ۱۴ روز یکبار تا پایان فصل رشد با کوادراتی به ابعاد ۰/۷۵×۰/۷۵ متر مربع انجام شد. سپس علف‌های هرز هر کوادرات به تفکیک نوع گونه شمارش شدند. بعد از آن نمونه‌ها در دمای ۷۵°c در آون به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها اندازه گیری گردید. برای تعیین تنوّع علف‌های هرز از شاخص شانون ('H) طبق معادله (۱) استفاده شد (Gliessman, 1997).

معادله (۱) $H'=-\Sigma ni/N\times Ln\ ni/N$

در این رابطه، ni: تعداد گونه افراد i ام و N: تعداد کل افراد می‌باشد.

به منظور اندازه گیری جمعیت حشرات در الگوهای مختلف کشت مخلوط، نمونه‌برداری در زمان بسته شدن کانوپی بوسیله قرار دادن تله در خاک (بمنظور بررسی تنوع حشرات بدون بال و متحرک بر سطح خاک) و همچنین با استفاده از تور حشره‌گیری (برای بررسی تنوع حشرات بالدار بالای سطح خاک) انجام شد. سپس حشرات موجود جمع‌آوری و جهت شناسایی و ثبت تراکم هر گونه به آزمایشگاه منتقل شدند.

عملیات برداشت در زمان زرد شدن گیاه و با حذف اثرات حاشیه-ای انجام شد. برای ارزیابی کشت مخلوط گاوزبان اروپایی و لوبیا در مقایسه با کشت خالص شاخص نسبت برابری زمین[1] (بر اساس عملکرد اقتصادی) طبق معادله (۲) محاسبه گردید (Gliessman, 1997).

معادله (۲) $LER=\sum \frac{Ypi}{Ymi}$

در این معادله، *Ypi*: عملکرد هر گیاه در کشت مخلوط و *Ymi*: عملکرد هر گیاه در کشت خالص بود.

بمنظور تجزیه و مقایسه میانگین داده‌ها (آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد) از نرم افزار MSTAT-C و برای رسم شکل‌ها از Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان بر عملکرد

نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی لوبیا و گاوزبان و درصد گل و برگ از کل عملکرد بیولوژیکی گاوزبان در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی در جدول ۱ نشان داده است.

اثر کشت مخلوط بر عملکرد بیولوژیکی لوبیا و گاوزبان معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی لوبیا به ترتیب در کشت خالص با ۷/۱۳ تن در هکتارماده خشک و الگوی چهار ردیفی با ۳/۳۰ تن در هکتار ماده خشک مشاهده شد. بیشترین عملکرد بیولوژیکی گاوزبان در کشت خالص با ۰/۵۳ تن در هکتار ماده خشک و کمترین میزان آن در الگوی چهار ردیفی با ۰/۲۰ تن در هکتار حاصل شد. در بین الگوهای کشت مخلوط نیز بالاترین عملکرد بیولوژیکی لوبیا و گاوزبان در الگوی دو ردیفی لوبیا و گاوزبان به ترتیب با ۵/۷۵ و ۰/۴۴ تن در هکتار بدست آمد (شکل ۱- الف و ب).

همانگونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان اروپایی بر عملکرد اقتصادی دو گیاه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. بیشترین و کمترین عملکرد اقتصادی لوبیا به ترتیب در کشت خالص و الگوی چهار ردیفی با ۴/۴۶ و ۲/۳۰ تن در هکتار مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه گاوزبان نیز در تیمار خالص با ۰/۱۲ تن در هکتار و کمترین آن در الگوی چهار ردیف لوبیا و چهار ردیف گاوزبان با ۰/۰۵ تن در هکتار بدست آمد. در بین الگوهای مختلف مخلوط نیز بیشترین عملکرد اقتصادی لوبیا و گاوزبان در الگوی دو ردیف لوبیا و دو ردیف گاوزبان به ترتیب با ۳/۱۸ و ۰/۱۰ تن در هکتار حاصل شد (شکل ۱). بررسی‌های مختلف نشان داده است که در صورت انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب در کشت مخلوط، جذب آب و مواد غذایی بدلیل تفاوت در توانایی رقابت بین گیاهان مختلف افزایش می‌یابد (Hauggard-Nielson et al., 2001). بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد که در بین الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان اروپایی، الگوی دو ردیف لوبیا+ دو ردیف گاوزبان، دارای رقابت بین گونه‌ای کمتری در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای بوده و باعث شده است تا گیاهان همراه در این الگو برای نیچ‌های اکولوژیکی یکسان رقابت نکرده که در نهایت منجر به افزایش عملکرد در این شرایط، در مقایسه با سایر الگوهای مخلوط شده است. از طرف دیگر، چنین بنظر می‌رسد که کاهش عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی در الگوی چهار ردیفی احتمالاً به دلیل بالا بودن رقابت بین گونه‌ای در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های دو گونه باشد.

اثر الگوهای کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان بر درصد گل و برگ گاوزبان از کل عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱). بطوریکه بیشترین درصد برگ و گل در الگوی دو ردیفی (به ترتیب با ۵۱/۷۳ و ۲۱/۵۳ درصد) و کمترین میزان آن نیز در کشت خالص (به ترتیب با ۳۳/۰۷ و ۱۰/۱۰ درصد) مشاهده شد (شکل ۲). چنین بنظر می‌رسد که وجود شرایط مناسب برای رشد بوته‌های گاوزبان از جمله فراهمی نیتروژن در شرایط مخلوط با لوبیا باعث بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش درصد برگ و گل در مقایسه با کشت خالص شده است.

1- Land Equivalent Ratio (LER)

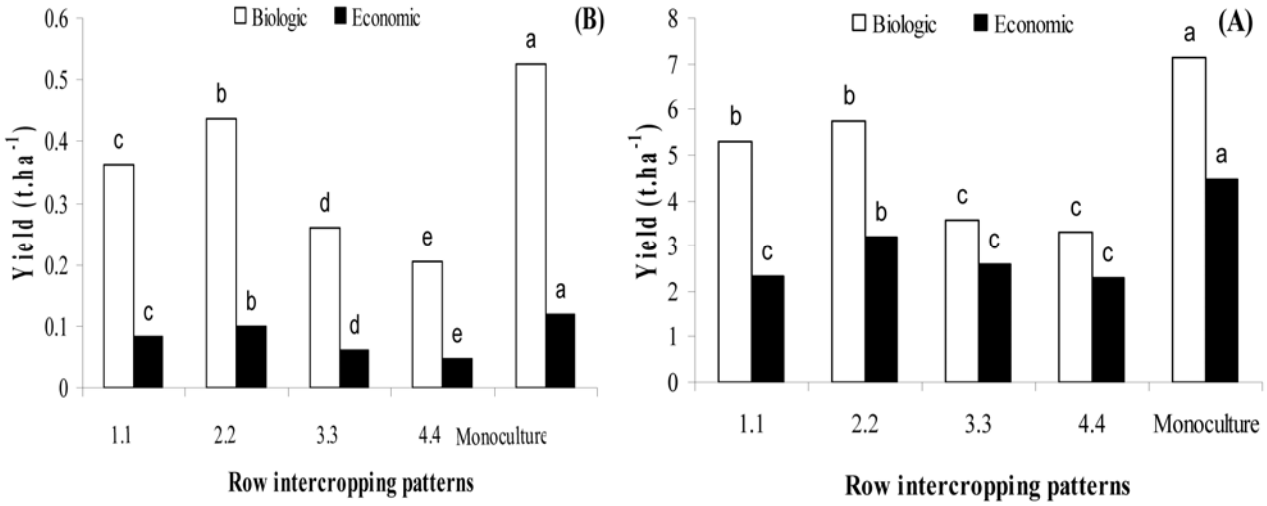
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی و درصد گل و برگ گاوزبان از کل عملکرد بیولوژیکی در شرایط مخلوط ردیفی با لوبیا

Table 1- Analysis of variance for seed and biological yields and flower and leaf percentage of borage in row intercropping with bean

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	عملکرد بیولوژیکی Biologic yield		عملکرد اقتصادی Economic yield		درصد گل Flower percentage	درصد برگ Leaf percentage
		لوبیا Bean	گاوزبان Borage	لوبیا Bean	گاوزبان Borage		
تکرار Replication	2	0.0079	0.0019	0.0211	0.00008	13.8740	11.4500
تیمار Treatment	4	7.5722**	0.0511**	2.4822**	0.0027	52.1580**	142.0976**
خطا Error	8	0.0798	0.000093	0.0370	0.000022	4.8510	4.004
کل Total	14	-	-	-	-	-	-

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** is significant at 1% probability level.



شکل ۱- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی (۱:۱، ۲:۲، ۳:۳، ٤:٤ و کشت خالص) بر عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی (الف) لوبیا و (ب) گاوزبان

Fig. 1- The effect of row intercropping patterns of (A) borage with (B) bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on the biological and economical yield

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

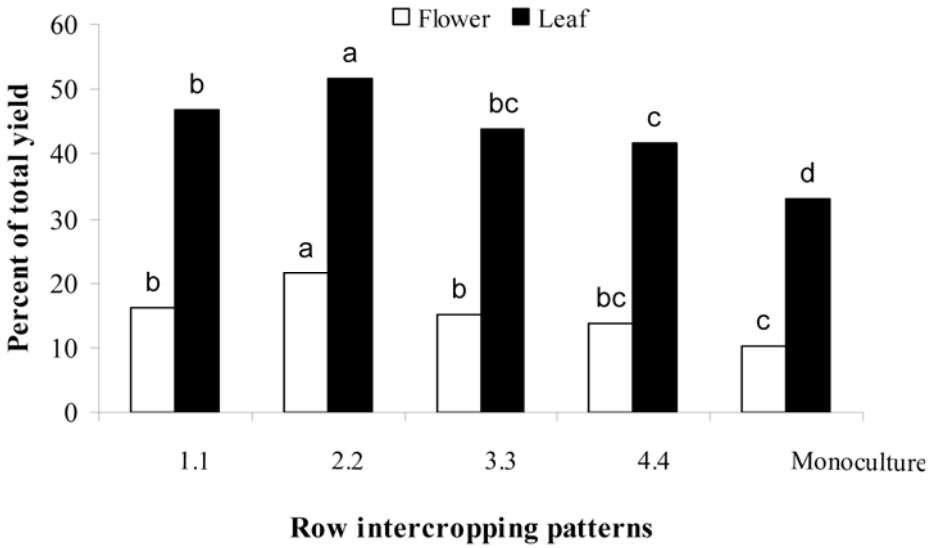
Means with the same letters for each component haven't significant difference at 5% probability level according to Duncan`s test.

نتایج بررسی‌های علیزاده و همکاران (Alizadeh et al., 2009) نیز بهبود رشد ریحان را در شرایط مخلوط با لوبیا نشان داده است.

اثر کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان بر نسبت برابری زمین

الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان از نظر نسبت برابری زمین تفاوت معنی‌داری داشتند. تمام الگوهای کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان بجز الگوی ۴:۴، LER بزرگتر از یک داشتند که این امر نشاندهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک-کشتی در این الگوها می‌باشد. بیشترین میزان LER برای ترکیب دو ردیف لوبیا و دو ردیف گاوزبان با ۱/۵۵ بدست آمد. عملکرد نسبی لوبیا در تمامی الگوهای مخلوط بالاتر از گاوزبان بود (شکل ۳).

بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که در الگوهـای مختلـف کشـت مخلوط، لوبیا به دلیل تأثیر بیشتر از همراهی گاوزبان اثر مثبت پذیرفته که این امر باعث بهبود LER جزئی آن در مقایسه بـا گاوزبـان شـده اسـت. کـوچکی و همکـاران (Koocheki et al., 2010) نیـز بیـان داشتند که بیشترین نسبت برابری زمین در ترکیب یک ردیف زعفـران و یک ردیف مرزنجوش (۱/۲۱) و کمتـرین مقـدار آن در ترکیـب سـه ردیف زعفران و یک ردیف مرزنجوش ردیفی (۰/۸۷) بدست آمد.

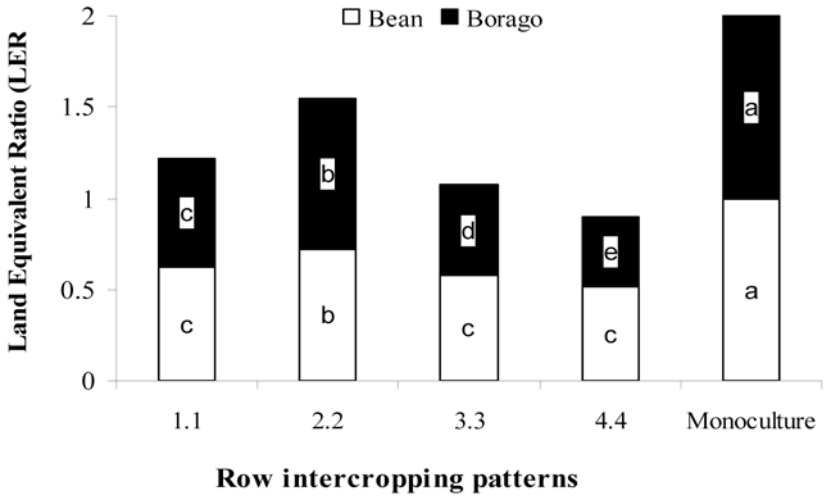


شکل ۲- اثر الگوهای کشت مخلوط (۱:۱، ۲:۲، ۳:۳، ٤:٤ و کشت خالص) با لوبیا بر درصد برگ و گل گاوزبان

Fig. 2- The effect of intercropping patterns with bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on the flower and leaf percentage of borage

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

Means with the same letters for each component haven't significant difference at the 5% level based on Duncan`s test.



شکل ۳- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی (۱:۱، ۲:۲، ۳:۳، ٤:٤ و کشت خالص) لوبیا و گاوزبان بر نسبت برابری زمین

Fig. 3- The effect of row intercropping patterns of borage with bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on the land equivalent ratio

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

Means with the same letters haven't significant difference at 5% probability level according to Duncan`s test.

جدول ۲- تراکم نسبی گونه‌های علف هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان

Table 2- The effect of row intercropping patterns of borage with bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on weed relative frequency in different sampling dates

گونه‌های علف هرز Weed species	خانواده Family	سیکل رویشی Life Cycle	الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی Row intercropping patterns					
			1-1	2-2	3-3	4-4	کشت خالص لوبیا Bean monoculture	کشت خالص گاوزبان Borage monoculture
مرحله اول نمونه‌برداری First sampling date								
Amaranthus blitoides	Amaranthaceae	AB	16.67	18.18	18.75	25.00	10.26	4.88
A. retroflexus	Amaranthaceae	AB	25.00	9.09	6.25	-	5.13	12.20
Chenopodium album	Chenopodiaceae	AB	16.67	27.27	25.00	18.75	17.95	21.95
Convolvulus arvensis	Convulvulaceae	PB	-	-	-	6.25	7.69	21.95
Cyperus rotundus	Cyperaceae	PG	12.50	18.18	18.75	12.50	-	-
Digitaria sanguinalis	Poaceae	AG	-	-	-	-	20.51	9.76
Echinochloa crus-galli	Poaceae	AG	8.33	-	18.75	18.75	12.82	9.76
Portulaca oleracea	Portulaceae	AB	16.67	18.18	12.50	18.75	17.95	19.51
Solanum nigrum	Solanaceae	AB	-	-	-	-	7.69	-
مرحله دوم نمونه‌برداری Second sampling date								
Amaranthus blitoides	Amaranthaceae	AB	26.32	18.18	13.79	20.69	11.36	15.00
A. retroflexus	Amaranthaceae	AB	-	-	-	-	4.55	15.00
Chenopodium album	Chenopodiaceae	AB	10.53	22.73	24.14	17.24	25.00	22.50
Convolvulus arvensis	Convulvulaceae	PB	-	-	-	10.34	18.18	-
Cyperus rotundus	Cyperaceae	PG	21.05	18.18	13.79	21.34	-	7.50
Digitaria sanguinalis	Poaceae	AG	15.79	-	-	-	6.82	-
Echinochloa crus-galli	Poaceae	AG	5.26	-	10.34	17.24	11.36	15.00
Portulaca oleracea	Portulaceae	AB	15.79	40.91	13.03	24.14	18.18	17.50
Solanum nigrum	Solanaceae	AB	-	-	6.90	-	4.55	17.50
مرحله سوم نمونه‌برداری Third sampling date								
Amaranthus blitoides	Amaranthaceae	AB	12.50	15.38	15.79	5.88	15.15	7.41
A. retroflexus	Amaranthaceae	AB	12.50	-	5.26	-	18.18	11.11
Chenopodium album	Chenopodiaceae	AB	31.25	7.69	21.05	17.65	12.12	18.52
Convolvulus arvensis	Convulvulaceae	PG	-	-	-	5.88	12.12	-
Cyperus rotundus	Cyperaceae	PG	-	15.38	-	-	15.15	-
Digitaria sanguinalis	Poaceae	AG	12.50	-	5.26	5.88	12.12	7.41
Echinochloa crus-galli	Poaceae	AG	18.75	15.38	15.79	47.06	6.06	18.52
Linum usitatissimum	Linaceae	AB	6.25	-	-	-	-	7.41
Portulaca oleracea	Portulaceae	AB	-	23.08	26.32	17.65	12.12	11.11
Solanum nigrum	Solanaceae	AB	6.25	-	3.45	-	12.12	18.52
مرحله چهارم نمونه‌برداری Fourth sampling date								
Amaranthus blitoides	Amaranthaceae	AB	20.00	15.38	7.69	10.00	50.00	14.29
A. retroflexus	Amaranthaceae	AB	20.00	-	15.38	-	10.00	14.29
Chenopodium album	Chenopodiaceae	AB	20.00	7.69	15.38	10.00	30.00	14.29
Convolvulus arvensis	Convulvulaceae	PG	-	15.38	-	-	10.00	-
Cyperus rotundus	Cyperaceae	PG	-	-	-	-	-	7.14
Digitaria sanguinalis	Poaceae	AG	-	7.69	15.38	10.00	10.00	14.29
Echinochloa crus-galli	Poaceae	AG	20.00	-	15.38	30.00	10.00	7.14
Portulaca oleracea	Portulaceae	AB	-	23.08	15.38	20.00	15.00	21.43
Solanum nigrum	Solanaceae	AB	20.00	-	15.38	20.00	10.00	14.29

(چندساله پهن برگ: PB، چند ساله باریک برگ: PG، یکساله باریک برگ:AG و یکساله پهن برگ: AB)

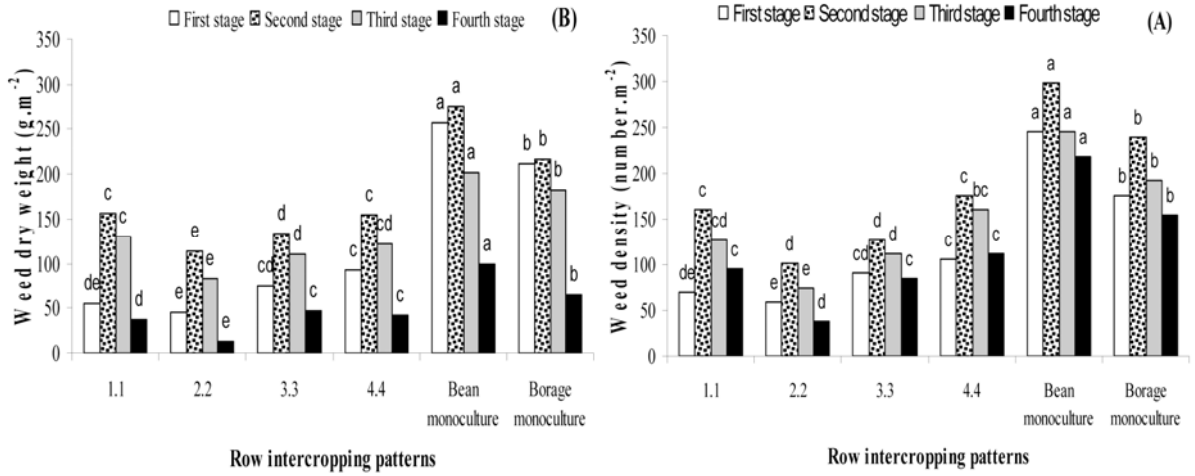
(PB: Perennial broad leaves, PG: Perennial grasses, AG: Annual grasses and AB: Annual broad leaves)

اثر کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان بر تراکم نسبی، تراکم کل، وزن خشک و تنوّع علف‌های هرز

تراکم نسبی گونه‌های مختلف علف هرز مشاهده شده در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان اروپایی در چهار مرحله نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان داده شده است.

همانگونه که ملاحظه می‌شود در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان اروپایی مجموعاً ۱۰ گونه علف هرز مشاهده شد که شامل تاج خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus* L.)، تاج خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides* L.)، تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، سلمه (*Chenopodium album* L.) و کتان روغنی از علف‌های هرز یکساله پهن برگ، سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و علف خرچنگ (*Digitaria sanguinalis* L.) از علف‌های هرز یکساله باریک برگ، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) از علف‌های هرز چندساله پهن برگ و اویار سلام (*Cyperus rotundus* L.) از علف‌های هرز چندساله باریک برگ بودند. در مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌برداری سلمه تره با دامنهٔ تراکم نسبی به ترتیب ۲۷/۲۷–۱۶/۶۷، ۲۵/۰۰–۱۰/۵۳ و ۳۱/۲۵–۷/۶۹ درصد بیشترین فراوانی نسبی را در مقایسه با سایر گونه‌ها داشت. در مرحله چهارم نمونه‌برداری نیز خرفه با دامنه ۲۳/۰۸–۱۵/۰۰ درصد فراوان‌ترین گونه مشاهده شده در مقایسه با سایر گونه‌های علف هرز بود (جدول ۲).

از نظر تعداد گونه مشاهده شده در الگوهای مختلف کشت، لوبیا خالص و کشت مخلوط دو ردیف لوبیا+ دو ردیف گاوزبان به ترتیب با میانگین پنج و هشت گونه علف هرز در طول فصل رشد، بیشترین و کمترین تعداد گونه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). همچنین با مقایسه تعداد گونه علف هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری در کشت خالص لوبیا و گاوزبان چنین بنظر می‌رسد که گاوزبان اروپایی احتمالاً به دلیل دارا بودن خاصیت آللوپاتیک قابلیت بالاتری در کنترل علف هرز در مقایسه با لوبیا دارد (Reddiex et al., 2001; Ehyaee et al., 2010). چنین بنظر می‌رسد که کشت مخلوط با افزایش تنوّع، آشیان‌های کمتری را در اختیار علف‌های هرز قرار داده که این امر منجر به کاهش تعداد گونه علف هرز در واحد سطح شده است. نتایج بررسی‌های تعداد زیادی از محققین نیز کاهش تعداد گونه علف هرز را در شرایط کشت مخلوط نسبت به خالص را تأیید کرده است (Liebman, 1988; Rajsawara Rao, 2002; Zimdahl, 2007; Fernandez-Aparicio et al., 2008). الگوی کاشت ردیفی لوبیا و گاوزبان اثر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری داشت. کمترین و بیشترین تراکم علف‌های هرز در مرحله اول، دوم، سوم و چهارم نمونه‌برداری به ترتیب در الگوی دو ردیف لوبیا+ دو ردیف گاوزبان (۵۸/۷، ۱۰۱/۳، ۷۴/۷ و ۳۷/۳ بوته در متر مربع) و کشت خالص لوبیا (۲۴۵/۳، ۲۹۸/۷، ۲۴۵/۳ و ۲۱۸/۷ بوته در متر مربع) مشاهده شد (شکل ۴-الف). همانگونه که بیان شد کشت مخلوط با افزایش تنوّع باعث کاهش تراکم نسبی و تعداد گونه علف هرز شد (جدول ۲) و به تبع آن تراکم آن‌ها در واحد سطح کاهش یافت. فرناندزآپاریکو و همکاران (Fernandez-Aparicio et al., 2008) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط شنبلیله با سایر گیاهان باعث کاهش تعداد و تراکم علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص شد.



شکل ٤- اثر الگوهای کشت مخلوط (۱:۱، ۲:۲، ۳:۳، ٤:٤ و کشت خالص) لوبیا و گاوزبان بر (الف) تراکم و (ب) وزن خشک علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 4- The effect of intercropping patterns of borage with bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on (A) weed density and (B) dry weight in different sampling dates

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

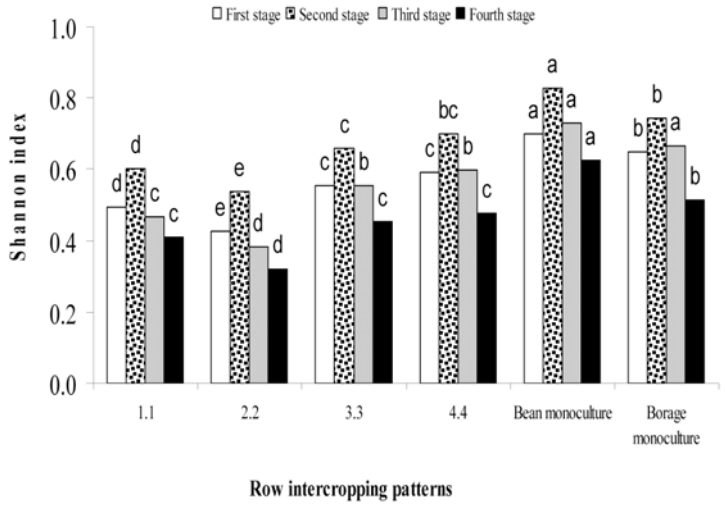
Means with the same letters in each shape haven't significant difference at 5% probability level according to Duncan`s test.

بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در مرحله اول، دوم، سوم و چهارم نمونه‌برداری در کشت خالص لوبیا (به ترتیب ۲۵۷/۸، ۲۷۴/۷، ۲۰۲/۱ و ۹۹/۵ گرم در مترمربع) و کمترین میزان آن در الگوی دوردیفی (به ترتیب ۴۵/۰، ۱۱۳/۵، ۸۲/۹ و ۱۳/۲ گرم در متر مربع) بدست آمد (شکل ۴-ب). با توجه به کاهش تعداد (جدول ۲) و تراکم گونه‌های مختلف علف هرز (شکل ۴- الف) در شرایط مخلوط در مقایسه با کشت خالص، کاهش وزن خشک علف‌های هرز منطقی بنظر می‌رسد. همچنین کمتر بودن تعداد (جدول ۲) و تراکم گونه‌های علف هرز (شکل ۴- الف) در مراحل مختلف نمونه‌برداری در کشت خالص گاوزبان در مقایسه با کشت خالص لوبیا باعث کاهش وزن خشک آن‌ها در مراحل مختلف نمونه‌برداری شد. چنین بنظر می‌رسد که تفاوت در تراکم و زیست توده علف‌های هرز در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان به دلیل ایجاد حالت مکمّلی در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان، پویایی بیشتر پوشش گیاهی و نوسانات آن در طی فصل رشد باشد. پوگیو (Poggio, 2005) نیز گزارش کرد که افزایش تعداد گونه باعث کنترل علف‌های هرز و به تبع آن کاهش زیست توده آن‌ها شد.

اثر الگوهای کشت ردیفی لوبیا و گاوزبان بر شاخص شانون در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. دامنه شاخص شانون برای علف‌های هرز در تیمارهای مخلوط به ترتیب ۰/۷۰- ۰/۴۳، ۰/۸۳-۰/۵۴، ۰/۷۳-۰/۳۸ و ۰/۶۲-۰/۳۲ بود. بطوریکه بیشترین و کمترین شاخص شانون به ترتیب برای کشت خالص لوبیا و الگوی دو ردیفی بدست آمد (شکل ۵). چنین بنظر می‌رسد که با افزایش تنوّع، تخصیص منابع و توزیع آن‌ها بین گونه‌ها با کارایی بیشتری صورت گرفت و این امر منجر به کاهش تعداد و تنوّع علف‌های هرز و به تبع آن کاهش شاخص شانون شده است. بومان و همکاران (Baumann et al., 2001) نیز بیان داشتند که در کشت مخلوط تره فرنگی (*Allium porrum* L.) و کرفس (*Apium graveolens* L.)، افزایش جذب نور توسط پوشش گیاهی باعث سرکوبی و کاهش تعداد علف‌های هرز شد.

اثر کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان بر تراکم نسبی و جمعیت حشرات

همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، در الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان در مجموع، نه گونه حشره مشاهده شد که شامل (*Acridella* sp.)، شته (*Aphis* sp.)، ملخ (*Dociostaurus* sp.)، *Hymneptera* sp. و *Lycaena boetica* از آفات و *Chrysoptera carnea*، کفشدوزک هفت نقطه‌ای (*Coccinella sepetmpunctata*) و *Mesochorus* sp. و *Trichogramma* sp. از شکارچیان بودند. در بین گونه‌های مختلف آفات مشاهده شده بیشترین دامنه تراکم نسبی را شته (۳۰/۴۳-۶/۶۷ درصد) در کشت خالص لوبیا به خود اختصاص داد. چنین بنظر می‌رسد که کشت مخلوط از طریق افزایش شکارگرهای طبیعی از جمله کفشدوزک هفت نقطه‌ای باعث کاهش جمعیت شته و سایر آفات شده است.



شکل ۵- اثر الگوهای کشت مخلوط (۱:۱، ۲:۲، ۳:۳، ٤:٤ و کشت خالص) لوبیا و گاوزبان بر شاخص شانون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 5- The effect of intercropping patterns of borage with bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on Shannon index of weeds different sampling dates

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

Means with the same letters in each shape haven't significant difference at 5% probability level according to Duncan`s test.

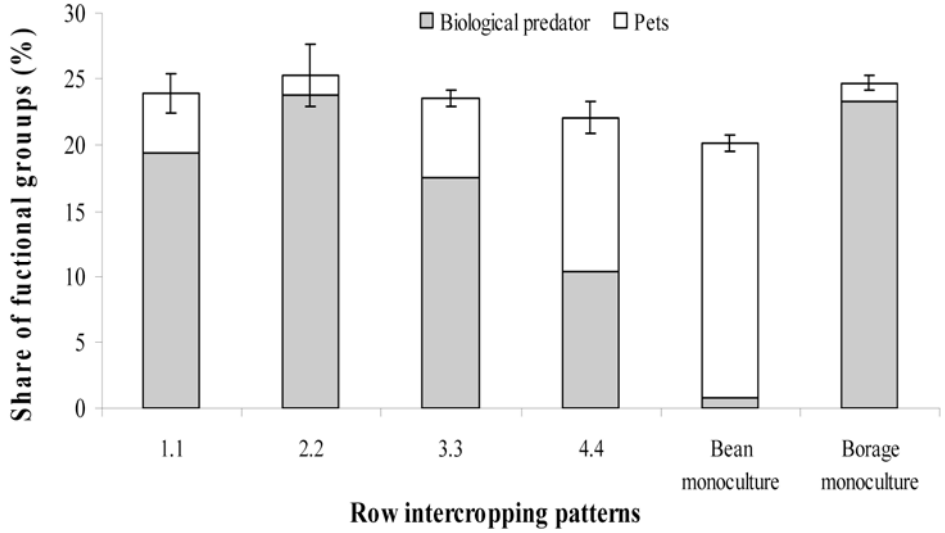
بیشترین دامنه تراکم نسبی شکارگرهای طبیعی برای کفشدوزک هفت نقطه‌ای (۳۷/۳۱-۱/۵۶ درصد) و در الگوی کشت دو ردیفی مشاهده شد (جدول ۳). بنظر می‌رسد که کاهش جمعیت حشرات در شرایط مخلوط به دلیل وجود گونه‌های همراه باشد که چرخه زندگی حشرات را تحت تأثیر قرار داده است. هوکس و جانسون (Hooks & Johnson, 2003) گزارش نمودند که از جمله دلایل تغییر جمعیت حشرات در الگوهای کشت مخلوط، کاهش ساکن شدن حشرات آفت و تداخل در تخمگذاری آنها می‌باشد.

سهم گروه‌های کارکردی حشرات از کل حشرات مشاهده شده در شکل ۶ نشان داده شده است. بطور کلی، کشت مخلوط باعث افزایش جمعیت دشمنان طبیعی و کاهش جمعیت آفات در مقایسه با کشت خالص شد. بطوریکه بیشترین جمعیت دشمنان طبیعی در الگوی مخلوط دو ردیف لوبیا+ دو ردیف گاوزبان با ۲۰/۳ درصد و بیشترین جمعیت آفات در کشت خالص لوبیا با ۲۰/۵ درصد از کل حشرات مشاهده شد.

جدول ۳- تراکم نسبی گونه‌های حشرات در الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان

Table 3- The effect of row intercropping patterns of borage with bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on insect relative frequency

گونه‌های حشرات Insect species	خانواده Family	الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی Row intercropping patterns					
		1-1	2-2	3-3	4-4	کشت خالص لوبیا Bean monoculture	کشت خالص گاوزبان Borage monoculture
Acridella sp.	Acrididae	0.00	0.00	2.13	8.70	12.50	0.00
Aphis sp.	Aphididae	22.22	7.46	19.15	30.43	39.06	6.67
Chrysoptera carnea	Chrysopidae	8.33	13.43	10.64	6.52	0.00	16.67
Coccinella septmpunctata	Coccinellidae	22.22	37.31	25.53	15.22	1.56	16.67
Dociostaurus sp.	Acrididae	0.00	0.00	2.13	6.52	17.19	0.00
Hymneptera sp.	Vespidae	0.00	0.00	4.26	8.70	17.19	0.00
Lycaena boetica	Lycaenidae	0.00	0.00	2.13	4.35	10.94	0.00
Mesochorus sp.	Ichneumonidae	33.33	31.34	25.53	15.22	0.00	36.67
Trichogramma sp.	Trichogrammatidae	13.89	10.45	8.51	4.35	1.56	23.33



شکل ٦- اثر الگوهای کشت مخلوط (۱:۱، ۲:۲، ۳:۳، ٤:٤ و کشت خالص) لوبیا و گاوزبان بر سهم گروههای کارکردی از کل حشرات

Fig. 6- The effect of intercropping patterns of borage with bean (1:1, 2:2, 3:3, 4:4 and monoculture) on share of the total functional groups of insects

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

Means with the range overlap haven't significant different at 5% probability level according to Duncan`s test.

گیانولی و همکاران (Gianoli et al., 2006) با مقایسه فراوانی حشرات و دشمنان طبیعی ذرت و لوبیا در شرایط مخلوط و خالص دو گیاه اظهار داشتند که اگرچه فراوانی کل حشرات در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی کشت مخلوط باعث کاهش جمعیت دو گونه *Arpophilus* و *Pagiocerus* که جزو حشرات آفت بودند، شد.

نتیجه گیری

بطور کلی، با افزایش تنوّع گیاهان در بوم نظام‌های زراعی آشیان‌های کمتری در اختیار علف‌های هرز قرار گرفته که این امر باعث کاهش تعداد و تراکم گونه‌های مختلف علف‌های هرز می‌شود. همچنین کشت مخلوط از طریق افزایش شکارگرهای طبیعی از جمله کفشدوزک هفت نقطه‌ای باعث کاهش جمعیت آفات می‌گردد. بطور کلی، نتایج نشان داد که ویژگی‌های اکولوژیکی بوم نظام از جمله تنوّع، ترکیب و تراکم علف‌های هرز و حشرات و عملکرد لوبیا و گاوزبان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی و بعبارت دیگر، عرض نوار قرار گرفت، بطوریکه بیشترین مقدار در عرض نوار دو ردیف لوبیا و دو ردیف گاوزبان مشاهده شد.

سپاسگذاری

اعتبار این پژوهه از محل طرح شماره ۱۵۰۳۹/۲ مصوب ۱۳۸۹/۳/۲۰ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تامین شده است که بدین وسیله سپاسگذاری می‌شود.

منابع

1- Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 541-553. (In Persian with English Summary)
2- Altieri, M.A. 1994. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. Haworth Press, New York, 214 pp.
3- Anonymous. 2006. Take on the status of medicinal plants. Unpublished report, Office of Flowers and Ornamental Plants, Medicinal and Edible Fungi, Ministry of Agriculture.
4- Baumann, D.T., Bastiaans, I., and Kropff, M.J. 2001. Composition and crop performance in a leek- celery intercropping system. Crop Science 41: 764-774.
5- Bukovinszky, T., van Lenteren, J.C., and Vet, L.E.M. 2005. Functioning of Natural Enemies in Mixed Cropping Systems. Encyclopedia of Pest Management. www.Informaworld.com
6- Burnside, O.C., Wiens, M.G., Weins, B.J., Holders, B.J., Weibery, S., Ristau, V.E.A., Johnson, M.M., and Cameron, J.H. 1998. Critical periods for weed controlling in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 18: 149-159.
7- Carruba, A., La Torre, R., and Matranga, A. 2002. Cultivation trials of aromatic and medicinal plants in semiarid Mediterranean environment. Proceeding of International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS) 576: 207-216.
8- Connolly, J., Goma, H.G., and Rahim, K. 2001. The information content of indicated in intercropping research. Agriculture, Ecosystems and Environment 87: 191-207.
9- Ehyaee, H., Fallahpour, F., Ghaemi, M., and Chitband, A.A. 2010. Allelopathic effects of fennel, borage and artemisia on growth properties of wild oat (*Avena sativa*) in the greenhouse. 22nd Asia-Pacific Weed Science Society Conference Government College University, Lahore, Pakistan March 8-12.
10- Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A.A., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection 27: 653-659.
11- Finck, M.R., and Karpenstein-Machan, M. 2002. Intercropping for Pest Management. Encyclopedia of Pest Management. www.Informaworld.com
12- Gianoli, E., Ramos, I., Alfaro-Tapia, A., Valdez, Y., Echegaray, E.R., and Yabar, E. 2006. Benefits of maize-bean- weeds mixed cropping system in Urubamba Valley, Peruvian Andes. International Journal of Pest Management 52: 283-289.
13- Gliessman, S.R. 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press 357 pp.
14- Hauggard-Nielson, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea barley intercropping. Field Crops Research 70: 101-109.
15- Hooks, G.R.R., and Johnson, M.W. 2003. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. Crop Protection 22: 223-238.
16- Khoramivafa, M., Eftekharinasab, N., Sayyadian, K., and Najaphy, A. 2011. Water use efficiency in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *styriac*)/ chickpea (*Cicer arietinum* L.)-lentil (*Lens esculenta* Moench.)

intercropping system associated with several nitrogen levels. Agroecology 3(2): 245-253. (In Persian with English Summary)
17- Koochecki, A., Shabahang J., Khorramdel, S., and Azimi, R. 2010. The effect of irrigation intervals and intecropped marjoram (*Origanum vulgare*) with saffron (*Crocus sativus*) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. Iranian Journal of Field Crops Research x: xx-xx. (In Persian with English Summary)
18- Liebman, M. 1988. Ecological suppression of weed in intercropping system: a review. In: Altieri, M.A., and Liebman, M. (Eds.), Weed Management in ASgroecosystems. Ecological Approaches, CRC Press, Boca Raton, pp. 197-212.
19- Maffei, M., and Mucciarelli, A. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. Field Crops Research 84: 229-240.
20- Omid Beigi, R. 2000. Production and Processing of Medicinal Plants (V. I). Astan Quds Razavi Publication, Iran 347 pp. (In Persian)
21- Pilbeam, C.G., Okaiebo, J., Simmond, L.P., and Gathua, K.W. 1994. Analysis of maize common bean intercropps in semiarid Kenya. Journal of Agricultural Science Cambridge 123: 129-198.
22- Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
23- Rajsawara Rao, B.R. 1999. Biomass and essential oil yields of cornmint (*Mentha arvensis* L. f. piperasescens Malinaud ex Holmes) planted in different month in semi arid tropical climate. Crop Products 10: 107-113.
24- Rajsawara Rao, B.R. 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L. f. piperasescens Malinaud ex Holmes). Crop Products 16: 133-144.
25- Rao, B.R.R. 2002. Biomass yield, essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L. f. Piperascens Malinv). Industrial Crops and Products 16: 133-144.
26- Reddiex, S.J., Wratten, S.D., Hill, G.D., Bourdot, G.W., and Frampton, C.M. 2001. Evaluation of mechanical weed management techniques on weed and crop populations. Arable Weeds, Pests and Diseases 54: 174-174.
27- Rodrigues-Gomez, O., Zavaleta-Mejia, E., Gonzales-Hernandes, V.A., Livera-Munoz, M., and Cardenas-Soriano, E. 2003. Allelopathy and microclimatic modification of intercropping with marigold on tomato early blight disease development. Field Crops Research 83(1): 27-34.
28- Singh, D., and Kothari, S.K. 1997. Intercropping effects on mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kaltenbach.) populations. Crop Science 37: 1263-1264.
29- Speight, M.R. 1983. The potential of ecosystem management for pest control. Agriculture, Ecosystems and Environment 10: 183-193.
30- Zimdahl, R.H. 2007. Fundamentals of Weed Sciences. Academic Press, New York 666 pp.