



تأثیر الگوی کاشت مخلوط و کود نیتروژن بر عملکرد ریحان (*Ocimum basilicum L.*) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata L.*) در شرایط رقابتی با علف هرز

هدی آبادیان^۱، مهرداد یارنیا^۲، همت‌اله پیردشتی^{۳*}، رحمت عباسی^۴ و فرهاد فرح‌وش^۲

^۱ و ^۲ دانشجوی دکتری زراعت و دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، ^۳ و ^۴ دانشیار و استادیار زراعت،

پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۵

چکیده

سابقه و هدف: کشت مخلوط یکی از شیوه‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود که با بهره‌گیری از اصل تنوع گیاهی در مزرعه موجب افزایش تولید، حفظ حاصلخیزی خاک، کنترل فرسایش خاک و بهره‌برداری بهینه از منابع محیطی موجود می‌شود. همچنین این نظام کشت می‌تواند به‌عنوان راهبردی موفق در جهت افزایش عملکرد محصولات زراعی و کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر به‌منظور بررسی کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum L.*) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata L.*)، سطوح مختلف کود نیتروژن در شرایط رقابت با علف‌هرز، به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در دو سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. کرت‌های اصلی: کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز در طول فصل، کرت‌های فرعی: سطوح کود نیتروژن (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کرت‌های فرعی فرعی، کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی و ریحان، و ترکیب‌های کشت افزایشی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ریحان بودند. یافته‌ها: نتایج نشان داد که در شرایط کنترل علف‌های هرز، حداکثر عملکرد ریحان (۴۳۰/۳۷ کیلوگرم در هکتار) و لوبیا چشم‌بلبلی (۶۸۵/۱۶ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب به ترکیب ۱۰۰:۵۰ و مصرف ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اختصاص یافتند. اما در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، حداکثر عملکرد ریحان (۱۳۸/۹۵ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب ۱۰۰:۲۵ و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌دست آمد.

*مسئول مکاتبه: h.pirdashti@sanru.ac.ir

بیشترین سودمندی کشت مخلوط ($LA=1/74$) به ترکیب ۱۰۰:۲۵ و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در شرایط کنترل علف هرز اختصاص یافت. محاسبه نسبت برابری جزئی زمین ($LER=1/43$) نشان داد که در ترکیب ۱۰۰:۵۰ و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در شرایط کنترل علف هرز میزان عملکرد محصول بیشتر از تک کشتی بود. بیشترین مقدار مجموع ارزش نسبی ($RVT=1/88$) در ترکیب کشت ۱۰۰:۵۰ و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در شرایط کنترل علف‌های هرز مشاهده شد. نسبت برابری سطح و زمان ($ATER$) در شرایط کنترل علف‌های هرز در تمامی کشت‌های مخلوط بیشتر از یک؛ اما $ATER$ در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز به‌جز ترکیب کاشت ۱۰۰:۲۵ کمتر از یک بود. همچنین بیشترین $ATER$ (معادل ۱/۱۶) به ترکیب کاشت ۱۰۰:۵۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در شرایط کنترل علف‌های هرز اختصاص داشت. کاهش محسوسی در تعداد و زیست‌توده علف‌های هرز در کشت مخلوط با افزایش سطوح کود نیتروژن مشاهده شد، به طوری که با افزایش کود نیتروژن و افزایش سریع سطح برگ و زیست‌توده کشت مخلوط، تعداد و زیست‌توده علف‌های هرز کاهش یافت. در سطوح جداگانه کود نیتروژن و ترکیب‌های کشت مخلوط تعداد و زیست‌توده علف‌های هرز تغییرات جزئی داشتند، به طوری که در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط در صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از تعداد علف‌های هرز به ترتیب حدود ۲۴، ۴۹ و ۷۲ درصد و زیست توده‌ی آن‌ها به ترتیب ۴۲/۸۵، ۵۶/۶۷ و ۷۸/۲۷ درصد نسبت به کشت خالص ریحان کاسته شد. در مجموع افزایش کود نیتروژن موجب بسته شدن سریع کانوپی گونه‌ها در کشت مخلوط و کنترل جمعیت و بیوماس علف‌های هرز شد و رقابت‌پذیری آن‌ها را با علف‌های هرز افزایش داد.

نتیجه‌گیری: حضور لوبیا چشم‌بلبلی به عنوان گیاه پوششی در کشت مخلوط افزایشی با ریحان موجب کاهش جمعیت و زیست توده علف‌های هرز نسبت به تیمار کشت خالص ریحان و این نقش با افزایش کود نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار به علت همپوشانی سریع‌تر گونه‌های گیاهی در کشت مخلوط و کاهش علف‌های هرز بارزتر بود.

واژه‌های کلیدی: تراکم، ترکیب کشت، سودمندی، مجموع ارزش نسبی، نسبت برابری جزئی زمین

مقدمه

کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی از جمله عوامل مهم تأثیرگذار بر توسعه کشاورزی فشرده طی دهه‌های گذشته محسوب می‌شود (۱۰). با این وجود، افزایش مقاومت علف‌های هرز به انواع علف‌کش‌ها، خطر آلودگی‌های زیست‌محیطی و بالا بودن هزینه مصرف این نهاده‌ها، پژوهشگران را بر آن داشت تا روش‌های پایدار و کم هزینه‌تری را برای کنترل علف‌های هرز به کار گیرند (۳۰). در این میان کشت مخلوط یکی از شیوه‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود که با بهره‌گیری از اصل تنوع گیاهی در مزرعه موجب افزایش تولید، حفظ حاصلخیزی خاک، کنترل فرسایش خاک و بهره‌برداری بهینه از منابع محیطی موجود می‌شود (۸). همچنین این نظام کشت می‌تواند به‌عنوان راهبردی موفق در جهت افزایش عملکرد محصولات زراعی و کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد (۱۱). به‌طوری که کنترل علف‌های هرز، معمولاً به‌عنوان یکی از مزیت‌های مهم کشت مخلوط برشمرده شده است (۱۳). به‌نظر می‌رسد که در سیستم کشت مخلوط استفاده از منابع به‌طور مؤثرتری نسبت به تک‌کشتی صورت می‌گیرد و به‌همین دلیل مقدار مواد قابل دسترس برای استفاده از علف‌های هرز کاهش می‌یابد. همچنین در کشت مخلوط به‌دلیل افزایش پوشش گیاهی، افزایش رقابت و سرعت رشد اولیه بیشتر و در برخی موارد با خواص آللوپاتیک گیاهان زراعی از رشد و گسترش علف‌های هرز جلوگیری می‌شود (۱۳). این روش می‌تواند با کاهش قابل توجه کاربرد علف‌کش‌ها در بلندمدت از نظر زیستی، زیست‌محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به‌همراه داشته باشد (۷). در همین راستا به روش کشت مخلوط به‌عنوان یک گزینه، برای مدیریت تلفیقی علف‌هرز، به‌ویژه در روش‌های کشاورزی کم‌نهاده اشاره شده است (۲۲).

از سوی دیگر کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز ضمن ایجاد تنوع و پایداری از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده است (۱۵). گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به‌عنوان گیاهی یکساله و اسانس‌دار از خانواده نعناع بیشترین تعداد گونه‌های کشت شده در ایران را دارا می‌باشد (۱۹). در خصوص اثر تنوع محصول بر کنترل علف‌های هرز پژوهش‌های زیادی انجام شده است. به‌عنوان نمونه بقولات به‌دلیل سازگاری مطلوب به الگوهای کاشت مختلف و توانایی آن‌ها در تثبیت نیتروژن، فرصتی برای پایداری در افزایش بهره‌وری فراهم می‌سازند (۶). کشت مخلوط بقولات با گیاهان دارویی توسط بسیاری از محققان گزارش شده است به‌عنوان مثال می‌توان، کشت مخلوط حبوبات - زعفران (۱۶)، لوبیا - ریحان (۴)، سویا - نعناع (۱۷) اشاره نمود. همچنین کشت مخلوط گیاه

دارویی ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی شرایط به گونه‌ای است که با برداشت ریحان در شرایط کشت مخلوط زمین کاملاً خالی از گیاه نمانده و حضور گیاه دوم مانع از هدر روی تمامی منابع نوری رسیده به سطح زمین می‌گردد و این چیزی است که در کشت خالص ریحان وجود ندارد. به‌طور کلی حضور چند گیاه در کشت مخلوط نسبت به یک گیاه در کشت خالص می‌تواند در صورت انتخاب درست گیاهان بهره‌وری بالاتری را از نظر زمانی و مکانی به‌همراه داشته باشد (۴). در میان عناصر غذایی پرمصرف معمولاً نیتروژن اولین عنصری است که در رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز، محدود می‌شود. دلیل این مسأله تحرک زیاد یون نیترات در خاک می‌باشد. بنابراین از یک طرف حجم ریشه گونه‌ها تعیین‌کننده توانایی جذب نیتروژن بوده و از سوی دیگر قدرت رقابتی گیاه زراعی با افزایش باروری خاک به‌علت افزودن کود نیتروژن بیشتر می‌شود (۹). با این حال تشدید رقابت و افزایش خسارت وارده به گیاه زراعی در شرایط کمبود نیتروژن نیز گزارش شده است (۳).

این تحقیق با توجه به لزوم تولید سالم گیاهان دارویی، عاری بودن آن‌ها از بقایای مواد شیمیایی و نیز بهبود تثبیت نیتروژن خاک در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی و ارزیابی کشت مخلوط ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی بر اساس شاخص‌های زراعی در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در دو سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ و ۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت. ارتفاع محل آزمایش حدود ۱۶ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۳ درجه و ۴ دقیقه شرقی است. در این آزمایش ۳۰ تیمار به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد آزمون قرار گرفتند. تیمارهای کرت اصلی کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز در طول فصل، کرت فرعی شامل عدم کاربرد کود نیتروژن (صفر)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن هکتار از منبع کود اوره و کرت فرعی فرعی، الگوهای کاشت مخلوط به‌صورت افزایشی در چهار سطح افزایشی شامل کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی (P₁)، ۲۵ درصد ریحان + ۱۰۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (P₂)، ۵۰ درصد ریحان + ۱۰۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (P₃)، ۷۵ درصد ریحان + ۱۰۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (P₄) و کشت خالص ریحان (P₅) بودند. قبل از انجام آزمایش از خاک لایه سطحی (۰-۳۰ cm) نمونه‌برداری و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). زمین محل آزمایش در

اوایل بهار قبل از کاشت تا عمق ۳۰ سانتی متر شخم زده شد. در زمان کاشت میزان ۸۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به عنوان کود پایه به خاک اضافه شد. کود نیتروژن در مرحله رشد رویشی (۲۰ روز پس از کاشت) به صورت نواری پای بوته‌ها به داخل شیارها در کرت‌های موردنظر ریخته شد. کشت ریحان بنفش (توده محلی) و لوبیا چشم‌بلبلی (رقم کامران) به ترتیب در عمق دو و پنج سانتی متر به صورت هم زمان در تاریخ ۲۹ اردیبهشت هر دو سال انجام شد. ابعاد هر کرت فرعی آزمایش ۳×۲ مترمربع بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف در کشت خالص ۱۲/۵ سانتی متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی متر بود. در مرحله بسته شدن تاج پوشش (۶۴ روز پس از کاشت) نمونه برداری علف‌های هرز به طور تصادفی با کوادرات ۰/۵×۰/۵ متر انجام و پس از ثبت تعداد بوته در واحد سطح، نمونه‌ها در آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، خشک و زیست‌توده آن‌ها تعیین شد. به منظور بررسی عملکرد نهایی ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی از دو ردیف میانی به طول یک متر برداشت و عملکرد در واحد سطح تعیین شد. به منظور ارزیابی عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شاخص نسبت برابری زمین (LER)^۱ از رابطه (۱) (۲۷) محاسبه شد. میزان افت واقعی عملکرد (AYL)^۲ نیز از رابطه (۲) به دست آمد (۵).

$$LER = (LER_{\text{basil}} + LER_{\text{cowpea}}) = \frac{y_{cb}}{y_{cc}} \frac{y_{bc}}{y_{bb}} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$ALY = AYL_{\text{basil}} + AYL_{\text{cowpea}} = \left[\left\{ \frac{y_{bc}}{z_{bc}} \right\} - 1 \right] + \left[\left\{ \frac{y_{cb}}{z_{cb}} \right\} - 1 \right] \frac{z_{bc}}{z_{bb}} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در آن y_{bc} و y_{cb} به ترتیب مقدار عملکرد ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی (در واحد سطح) در کشت مخلوط و y_{cc} ، y_{bb} عملکرد همان گونه‌ها (در واحد سطح) در الگوی تک‌کشتی می‌باشد. مجموع ارزش نسبی (RVT)^۳ و سودمندی کشت مخلوط (LA)^۴ نیز به ترتیب از رابطه ۳ و ۴ به دست آمد (۲۶).

$$RVT = \frac{aY1+bY2}{aM1} \quad (\text{رابطه ۳})$$

-
- 1- Land Equivalent Ratio
 - 2- Actual Yield Loss
 - 3- Relative Value Total
 - 4- Intercropping Advantage

Y_1 و Y_2 به ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم در کشت مخلوط و M_1 عملکرد گونه اول در کشت خالص و a و b به ترتیب قیمت لوبیا و ریحان می‌باشد.

$$LA = \left[\left(\frac{Pa}{Pa+Pb} \right) \times AYL_b \right] + \left[\left(\frac{Pb}{Pa+Pb} \right) \times AYL_a \right] \quad (\text{رابطه ۴})$$

P_a قیمت واحد محصول a ، P_b قیمت واحد محصول b ، AYL_a و AYL_b به ترتیب کاهش یا افزایش واقعی جزء a و b می‌باشد.

با توجه به اینکه کشت مخلوط ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی زمین را در زمان بیشتری نسبت به کشت خالص ریحان اشغال نمود، به منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص شاخص نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان (ATER)^۱ طبق رابطه (۵) محاسبه گردید (۱۲).

$$ATER = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{t_i^M}{t_i^I} \right) \times \left(\frac{y_i^I}{y_i^M} \right) \right\} \quad (\text{رابطه ۵})$$

که در آن t_i^M طول دوره رشد گونه i در کشت خالص، t_i^I مجموع طول دوره رشد کشت مخلوط، y_i^I عملکرد گونه i در کشت مخلوط، y_i^M عملکرد گونه i در کشت خالص و n تعداد گونه‌های ارزیابی در کشت مخلوط می‌باشد. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با کمک نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز، سطوح مختلف کود نیتروژن و الگوهای کاشت مخلوط بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی و ماده خشک ریحان در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در شرایط کنترل علف‌های هرز، میانگین عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی و ماده خشک ریحان در کشت خالص بیشتر از هر یک از گیاهان در کشت مخلوط بود به طوری که بالاترین میانگین عملکرد دانه خشک لوبیا چشم‌بلبلی (۸۰۵/۱۸ کیلوگرم در هکتار) به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (جدول ۲) و پایین‌ترین مقدار (۵۹۰/۶۱ کیلوگرم در هکتار) به عدم مصرف کود نیتروژن اختصاص داشت (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل کود نیتروژن در الگوی کشت بر عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی بیشترین عملکرد دانه این گیاه (۶۸۵/۱۶ کیلوگرم

1- Area Time Equivalent Ratio

در هکتار) به ترکیب کشت ۵۰: ۱۰۰۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اختصاص یافت (جدول ۱) و کمترین عملکرد (۲۳۰/۲۱ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب کشت ۷۵: ۱۰۰۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و عدم مصرف کود نیتروژن مشاهده شد (جدول ۲). در این پژوهش مشخص شد که با افزایش کود نیتروژن به ۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن کاهش محسوسی در عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۱) در همین زمینه در پژوهشی نشان داده شد که تحت رژیم‌های بالای نیتروژن، تثبیت نیتروژن در بقولات کاهش می‌یابد، در این حالت گونه غیرلگوم غالبیت خواهد داشت و رقابت بین‌گونه‌ای برای عامل محدودکننده شدت می‌یابد (۱۲). همچنین جرانیا و هاروود (۲۰۰۰) طی آزمایشی نشان دادند که عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی با میزان نیتروژن بالاتر از ۶۰ کیلوگرم در هکتار، کاهش می‌یابد (۱۴).

در کشت خالص ریحان، بالاترین میانگین وزن خشک (۷۸۵/۵۸ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌دست آمد و کمترین عملکرد (۵۶۳/۵۱ کیلوگرم در هکتار) به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن اختصاص یافت (جدول ۲). با توجه به جدول ۲، بالاترین میانگین عملکرد ماده خشک ریحان (۴۳۰/۳۷ کیلوگرم در هکتار) به ترکیب کشت ۵۰: ۱۰۰۰ و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن تعلق داشت و کمترین مقدار تولید (۲۲۰/۰۸ کیلوگرم در هکتار) به ترکیب کشت ۲۵: ۱۰۰۰ و عدم مصرف کود نیتروژن اختصاص یافت (جدول ۲). در این پژوهش بیشترین عملکرد ماده خشک ریحان در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شده است که دلیل آن تولید بیشتر سرشاخه‌های گلدار و برگ در واحد سطح است (۲۵ و ۳).

در پژوهش حاضر عدم کنترل علف‌های هرز موجب کاهش شدید عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی و ماده خشک ریحان شد. در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، تیمار تک‌کشتی ریحان با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در رقابت با علف‌های هرز آسیب‌پذیرتر از بقیه نسبت‌های اختلاط بود و تراکم و زیست‌توده علف‌هرز در آن بیشترین میزان را داشت (جدول ۴). با این وجود کشت مخلوط افزایشی ریحان با نسبت ۷۵: ۱۰۰۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن به دلیل قدرت رقابت بالا و کنترل بیشتر علف‌های هرز از کمترین تراکم و ماده خشک علف‌هرز برخوردار بود (جدول ۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه لوبیا چشم‌پللی و ماده خشک ریحان و ارزیابی عملکرد دو محصول در کشت مخلوط تحت تأثیر الگوهای کشت مخلوط، سطوح مختلف کود نیتروژن و وجین و عدم وجین

منبع تغییرات	درجه- آزادی df	عملکرد دانه لوبیا چشم‌پللی cowpea yield	ماده خشک ریحان basil dry matter	نسبت برابری جزئی زمین Land Equivalent Ratio	مجموع ارزش نسبی Relative Value Total	مخلوط Intercropping Advantage	نسبت برابری سطح زیر کشت و نسبت برابری سطح زیر کشت و	مخلوط Intercropping Advantage	نسبت برابری جزئی زمین Land Equivalent Ratio	ماده خشک ریحان basil dry matter	عملکرد دانه لوبیا چشم‌پللی cowpea yield	درجه- آزادی df	منبع تغییرات
سال (year)	1	186462.754 ^{ns}	28656.564 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.092 ^{ns}	0.213 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.155 ^{ns}	0.008 ^{ns}	28656.564 ^{ns}	186462.754 ^{ns}	1	سال (year)
تکرار×سال (year×replication)	4	114332.457	35352.390	0.041	0.151	0.055	0.161	0.231	0.041	35352.390	114332.457	4	تکرار×سال (year×replication)
وجین (weeding)	1	3038560.301 ^{**}	2721171.912 ^{**}	1.655 ^{**}	8.163 ^{**}	4.041 ^{**}	1.117 ^{**}	14.647 ^{**}	1.655 ^{**}	2721171.912 ^{**}	3038560.301 ^{**}	1	وجین (weeding)
سال×وجین (weeding×year)	1	39641.473 ^{ns}	106287.410 [*]	0.021 ^{ns}	0.320 ^{**}	0.258 ^{**}	0.012 ^{ns}	0.139 ^{ns}	0.021 ^{ns}	106287.410 [*]	39641.473 ^{ns}	1	سال×وجین (weeding×year)
خطای اصلی (main error)	4	12946.595	9784.081	0.017	0.017	0.017	0.005	0.032	0.017	9784.081	12946.595	4	خطای اصلی (main error)
نیتروژن (Nitrogen)	2	235159.891 ^{**}	87549.506 ^{**}	0.283 ^{**}	0.349 ^{**}	0.662 ^{**}	0.113 ^{**}	3.763 ^{**}	0.283 ^{**}	87549.506 ^{**}	235159.891 ^{**}	2	نیتروژن (Nitrogen)
سال×نیتروژن (Nitrogen×year)	2	1069.369 ^{ns}	1677.174 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.012 ^{ns}	0.076 ^{**}	0.0001 ^{ns}	0.016 ^{**}	0.001 ^{ns}	1677.174 ^{ns}	1069.369 ^{ns}	2	سال×نیتروژن (Nitrogen×year)
وجین×نیتروژن (Nitrogen×weeding)	2	45393.440 ^{**}	50284.614 ^{**}	0.118 ^{**}	0.021 ^{ns}	0.315 ^{**}	0.034 ^{**}	1.455 ^{**}	0.118 ^{**}	50284.614 ^{**}	45393.440 ^{**}	2	وجین×نیتروژن (Nitrogen×weeding)
سال×وجین×نیتروژن (Nitrogen×weeding×year)	2	1336.161 ^{ns}	2343.863 ^{ns}	0.083 ^{ns}	0.161 ^{**}	0.453 ^{**}	0.057 ^{**}	1.157 ^{**}	0.083 ^{ns}	2343.863 ^{ns}	1336.161 ^{ns}	2	سال×وجین×نیتروژن (Nitrogen×weeding×year)
خطای فرعی (Sub error)	16	2477.954	839.773	0.005	0.018	0.014	0.003	0.003	0.005	839.773	2477.954	16	خطای فرعی (Sub error)

ادامه جدول ۱:

0.133**	8.248**	2.231**	103.650**	0.046**	596044.553**	158637.731**	3	الگوی کاشت (Planting pattern) سال× الگوی کاشت (Planting pattern×year)
0.006 ^{ns}	0.180**	0.008 ^{ns}	0.043**	0.005 ^{ns}	2764.291 ^{ns}	1732.185 ^{ns}	3	وچین× الگوی کاشت (Planting pattern×weeding)
0.037**	0.021 ^{ns}	0.232**	0.445**	0.131**	99777.503**	1481.795 ^{ns}	3	سال× وچین× الگوی کاشت (Planting pattern×weeding×year)
0.004 ^{ns}	0.118**	0.004 ^{ns}	0.052**	0.005 ^{ns}	8282.057**	1320.722 ^{ns}	3	نیترژن× الگوی کاشت (Planting pattern×nitrogen)
0.001 ^{ns}	0.137**	0.005 ^{ns}	0.347**	0.003 ^{ns}	1272.969 ^{ns}	922.846 ^{ns}	6	سال× نیترژن× الگوی کاشت (Planting pattern×nitrogen×year)
0.003 ^{ns}	0.151**	0.006 ^{ns}	0.107**	0.004 ^{ns}	402.765 ^{ns}	677.491 ^{ns}	6	وچین× نیترژن× الگوی کاشت (Planting pattern×nitrogen×weeding)
0.002 ^{ns}	0.065**	0.007 ^{ns}	0.091**	0.003 ^{ns}	8992.028**	775.483 ^{ns}	6	خطای فرعی (sub-sub error) (?)
0.002 ^{ns}	0.100**	0.004 ^{ns}	0.082**	0.002 ^{ns}	928.664 ^{ns}	2053.755 ^{ns}	6	ضریب تغییرات (%) (coefficient of variation)
0.004	0.012	0.016	0.007	0.003	1568.922	1240.700	72	
6.710	13.610	9.380	3.890	4.820	13.870	10.560		

* و **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively. Ns: Non-significant.

و : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 5٪ و 1٪. Ns: غیر معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی و ماده خشک ریحان (کیلوگرم در هکتار) تحت تأثیر وجین و عدم وجین، سطوح مختلف کود نیتروژن و الگوهای کاشت مخلوط.

Table 2. Mean comparison of cowpea grain yield and basil dry matter under weed control and weed infested conditions, different levels of nitrogen fertilizer and mixed planting patterns.

ماده خشک ریحان (کیلوگرم در هکتار) Basil dry matter (kg/ha)	عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی (کیلوگرم در هکتار) Cowpea grain yield (kg/ha)	الگوی کاشت Planting pattern ریحان + لوبیا چشم‌بلبلی Cowpea+Basil	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg/ha)
وجین Weed free			
-	590.612	% 100 +0	
220.082	480.135	% 100+ 25%	
264.214	493.861	% 100+ 50%	0
290.560	455.683	% 100+ 75%	
563.511	-	0 +%100	
-	805.185	% 100 +0	
284.753	670.547	% 100+ 25%	
400.671	685.162	% 100+ 50%	50
370.825	647.760	% 100+ 75%	
688.002	-	0+%100	
-	708.223	% 100 +0	
325.217	619.662	% 100+ 25%	
430.371	597.784	% 100+ 50%	100
380.853	580.660	% 100+ 75%	
785.580	-	0 +%100	
عدم وجین Weed infested			
-	365.821	% 100 +0	
85.832	252.665	% 100+ 25%	
75.675	238.186	% 100+ 50%	0
65.083	230.213	% 100+ 75%	
292.860	-	0 +%100	
-	469.672	% 100 +0	
120.811	320.840	% 100+ 25%	
105.432	305.471	% 100+ 50%	50
97.765	290.349	% 100+ 75%	
260.089	-	0+%100	
-	445.721	% 100 +0	
138.951	307.232	% 100+ 25%	
115.130	321.001	% 100+ 50%	100
107.844	301.713	% 100+ 75%	
235.658	-	0 +%100	
18.137	16.548		LSD (P=0.05)

بررسی برهمکنش نسبت اختلاط و تراکم گیاهی بر میزان ماده خشک علف‌های هرز، نشان داد که الگوی کشت مخلوط نسبت به سیستم تک‌کشتی در کنترل علف‌های هرز موفق‌تر بود. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد ماده خشک ریحان (۱۳۸/۹۵ کیلوگرم در هکتار) به ترکیب کشت ۱۰۰:۲۵ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به تیمار عدم کنترل علف‌های هرز اختصاص داشت که یک کاهش ۶۷ درصدی نسبت به تیمار کنترل نشان داد و کمترین میزان عملکرد (۶۵/۰۸ کیلوگرم در هکتار) نیز به ترکیب کشت ۱۰۰:۷۵ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و عدم مصرف کود نیتروژن اختصاص داشت. با توجه به این نتایج می‌توان نتیجه گرفت که تمامی ترکیب‌های کشت مخلوط از لحاظ تولید ماده خشک به کشت خالص ریحان برتری دارند. زیرا علاوه بر کنترل مؤثر علف‌های هرز، عملکرد کل بیشتری نیز نسبت به کشت خالص بدون وجین ریحان تولید کردند.

تراکم و زیست‌توده علف‌هرز: در این پژوهش علف‌های هرز غالب مزرعه گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*)، تاج خروس (*Amaranthus spp.*) و خربزه وحشی (*Cucumis melo var. agrestis*) بودند. تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز تحت تأثیر الگوهای مختلف کاشت و سطوح مختلف کود نیتروژن قرار گرفت (جدول ۴). در این آزمایش کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی و ریحان در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز با مصرف کود نیتروژن در سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد و زیست‌توده علف‌های هرز را نسبت به تیمارهای کشت مخلوط افزایشی داشتند. در واقع در کشت خالص ریحان، به دلیل رشد آهسته این گیاه در اوایل فصل رشد و عدم همپوشانی در بین ردیف‌های کاشت، درصد فضای بیشتری در اختیار علف‌های هرز قرار گرفته و در نتیجه تعداد علف‌های هرز در واحد سطح افزایش یافت به‌طوری که قدرت رقابتی گیاه زراعی با افزایش باروری خاک به‌علت افزودن کود نیتروژن کمتر شد (۲۳ و ۱). در مطالعه نالواجا و پیترسون (۱۹۹۲) روی اثر نیتروژن بر قدرت رقابت گندم با دمریاهی سبز (*Setaria viridis L.*)، مشخص شد وقتی مقدار نیتروژن دو برابر شد رقابت‌پذیری دمریاهی سبز نسبت به گندم افزایش یافت و بیوماس آن نیز تا ۷۵ درصد افزایش یافت درحالی‌که بیوماس گندم افزایش قابل توجهی نداشت (۲۱). در این آزمایش همانند مطالعه سنجانی و همکاران (۲۰۰۹) در کشت مخلوط افزایشی ۴۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی در بین ردیف‌های گیاه سورگوم-ریحان باعث اشغال سریع فضاهای خالی و عدم جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز شد و از رشد و نمو گیاهچه‌های علف هرز جلوگیری کرد (۲۳). عدم جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز به‌وسیله دریافت کامل نور توسط گیاه همراه و یا به‌علت خاصیت آللوپاتی آن‌ها در

مطالعه پوگیو (۲۰۰۵) نیز بیان شده است (۲۲). در پژوهش حاضر نیز کاهش محسوسی در تعداد و زیست توده علف‌های هرز در کشت مخلوط با افزایش سطوح کود نیتروژن مشاهده شد، به طوری که با افزایش کود نیتروژن و افزایش سریع سطح برگ (اطلاعات نشان داده نشد) و زیست توده کشت مخلوط، تعداد و زیست توده علف‌های هرز کاهش یافت (جدول ۴). در سطوح جداگانه کود نیتروژن و ترکیب‌های کشت مخلوط تعداد و زیست توده علف‌های هرز تغییرات جزئی داشتند، به طوری که در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط در صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از تعداد علف‌های هرز به ترتیب حدود ۲۴، ۴۹ و ۷۲ درصد و زیست توده آن‌ها به ترتیب ۴۲/۸۵، ۵۶/۶۷ و ۷۸/۲۷ درصد نسبت به کشت خالص ریحان کاسته شد.

ارزیابی کشت مخلوط و شاخص‌های سودمندی: برای ارزیابی کشت مخلوط از نسبت برابری جزئی زمین (LER) استفاده شد. بیشترین میزان نسبت برابری جزئی زمین برابر ۱/۴۳ در الگوی کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و کنترل علف‌های هرز در طول فصل زراعی به دست آمد. کمترین نسبت برابری جزئی زمین نیز برابر ۰/۸۷ بود که در الگوی کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن و عدم کنترل علف‌های هرز مشاهده شد (جدول ۲). مقدار LER بالاتر در تیمارهای مخلوط، نشان‌دهنده استفاده بهتر از زمین نسبت به تک‌کشتی بود. در تحقیقات سایر پژوهش‌گران نیز برتری کشت مخلوط لوبیا-ریحان (۴)، لوبیا-گندم (۵) و لوبیا چشم‌بلبلی-ذرت (۱۳) گزارش شده است. همان طوری که در جدول (۲) مشخص شده است در شرایط کنترل علف‌های هرز در همه نسبت‌های کشت مخلوط نسبت برابری جزئی زمین بیشتر از یک است که نشان‌دهنده کارایی کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به تک‌کشتی می‌باشد. در این مطالعه نسبت برابری جزئی زمین در گستره ۰/۸۷ تا ۱/۴۳ متغیر بود (جدول ۳).

بر اساس مطالعات بانیک و همکاران (۲۰۰۶) برآورد شاخص افت واقعی عملکرد (AYL) علاوه بر بررسی رقابت بین گونه‌ای، با در نظر گرفتن عملکرد هر گیاه، وضع هر گونه در مخلوط (رقابت درون گونه‌ای) را با جزئیات دقیق‌تری بیان می‌کند (۶). این شاخص با علامت مثبت بیانگر سودمندی مخلوط به تک‌کشتی بر پایه عملکرد هر گیاه است (۲۹). همان‌طور که در جدول (۲) مشخص شده است بیشترین عملکرد واقعی (۴/۴۵) متعلق به کشت مخلوط ۱۰۰:۲۵ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط کنترل علف‌های هرز و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد در حالی که کمترین میزان این شاخص (۰/۱۵-) مربوط به تیمار افزایشی ۷۵:۱۰۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز و عدم مصرف کود نیتروژن مشاهده شد. با این وجود، ژو و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی

چند ساله کشت مخلوط نوعی ارزن علوفه‌ای و اسپرس (*Onobrychis viciaefolia Scop.*) اظهار داشتند که طی چهار سال متوالی کشت، هیچ‌یک از دو گونه در مخلوط افت عملکرد نشان ندادند (۲۸). بنابراین به نظر می‌رسد که کشت مخلوط در کلیه نسبت‌های مخلوط به‌جز یک تیمار دارای رعایت اصل تولید حمایتی است. میزان AYL در تراکم‌های پایین‌تر بیشتر و متناسب با افزایش تراکم، AYL کمتر می‌گردد، این امر حاکی از افزایش رقابت دو گیاه در تراکم‌های بالاتر است (۲ و ۲۴).

همان‌طوری که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، مجموع ارزش نسبی (RVT) در گستره عددی ۰/۹۲ تا ۱/۸۸ قرار دارد که بیشترین مقدار RVT به ترکیب کشت ۱۰۰:۵۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در شرایط کنترل علف‌های هرز و کمترین مقدار نیز به ترکیب کاشت ۱۰۰:۷۵ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و عدم مصرف کود نیتروژن در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز تعلق دارد. همچنین بیشترین میزان سودمندی کشت مخلوط ($LA=1/74$) متعلق به تیمار افزایشی ۱۰۰:۲۵ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است. همچنین کمترین مقدار نیز متعلق به تیمار ۱۰۰:۷۵ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و عدم مصرف کود نیتروژن ($-0/38$) بود که ناشی از رقابت بیشتر این دو گیاه و علف‌های هرز در این تیمار می‌باشد (جدول ۴). در تیمارهای افزایشی هرچه تراکم بوته در واحد سطح افزوده شد، شاخص سودمندی کشت مخلوط کاهش یافت (جدول ۳). نتایج مشابهی در کشت مخلوط گندم و نخود مبنی بر سودمندی اقتصادی بالاتر کشت مخلوط نسبت به کشت خالص به‌دست آمد (۶). در پژوهشی دیگر بالاترین میزان سودمندی کشت مخلوط (معادل ۵/۴۵) به تیمار (۱۲ درصد ارزن + ۱۰۰ درصد ذرت) در تاریخ کاشت همزمان به‌دست آمد که احتمالاً ناشی از استفاده بهتر از منابع موجود مانند نور، آب و مواد غذایی و غیره در این تیمار می‌باشد (۲۴). نسبت برابری سطح و زمان (ATER) در شرایط کنترل علف‌های هرز در تمامی کشت‌های مخلوط بیشتر از یک اما ATER در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز به‌جز ترکیب کاشت ۱۰۰:۲۵ کمتر از یک بود (جدول ۳). بیشترین ATER (معادل ۱/۱۶) به ترکیب کاشت ۱۰۰:۵۰ ریحان و لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در شرایط کنترل علف‌های هرز اختصاص داشت. برتری عملکرد در کشت مخلوط در شرایط کنترل علف‌های هرز ممکن است در اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفاده بهتر از رطوبت خاک، نور و عناصر غذایی بوده باشد (۱۸ و ۲۰).

جدول ۳- مقایسه میانگین ارزیابی عملکرد دو محصول در کشت مخلوط تحت تأثیر وجین و عدم وجین، سطوح مختلف کود نیتروژن و الگوهای کشت مخلوط.

Table 3. Mean comparison of yield performance of two plants in intercropping under weed free and weed infested conditions, different levels of nitrogen fertilizer and mixed planting patterns

نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان Area Time Equivalent Ratio	سودمندی کشت مخلوط Intercropping Advantage	مجموع ارزش نسبی Relative Value Total	افت واقعی عملکرد Actual Yield Loss	نسبت برابری جزئی زمین Land Equivalent Ratio	الگوی کاشت ریحان + لوبیا چشم‌بلیلی Planting pattern Cowpea+Basil	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg/ha)
وجین Weed free						
1.015	1.555	1.435	4.025	1.205	%100 + 25%	
1.080	0.790	1.580	1.915	1.305	%100 + 50%	0
1.040	0.445	1.590	1.000	1.280	%100 + 75%	
1.055	1.650	1.420	4.250	1.245	%100 + 25%	
1.160	0.965	1.680	2.305	1.430	%100 + 50%	50
1.090	0.530	1.570	1.135	1.335	%100 + 75%	
1.095	1.740	1.655	4.455	1.290	%100 + 25%	
1.135	0.985	1.885	2.185	1.390	%100 + 50%	100
1.070	0.460	1.735	1.035	1.295	%100 + 75%	
عدم وجین Weed infested						
1.000	1.200	1.085	2.930	0.985	%100 + 25%	
0.870	0.285	1.000	0.740	0.910	%100 + 50%	0
0.815	-0.038	0.920	-0.015	0.845	%100 + 75%	
0.980	0.940	1.115	3.755	1.150	%100 + 25%	
0.915	0.455	1.025	1.175	1.060	%100 + 50%	50
0.031	0.120	0.965	0.321	0.991	%100 + 75%	
1.000	1.705	1.210	4.510	1.280	%100 + 25%	
0.870	0.660	1.150	1.620	1.200	%100 + 50%	100
0.815	0.275	1.080	0.640	1.125	%100 + 75%	
0.980	0.051	0.059	0.039	0.027		LSD (P=0.05)

هدی آبادیان و همکاران

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد و ماده خشک علف‌های هرز تحت تأثیر وجین و عدم وجین، سطوح مختلف کود نیتروژن و الگوهای کشت مخلوط

Table 4. Mean comparison of number and dry matter of weeds under weed free and weed infested conditions, different levels of nitrogen fertilizer and mixed planting patterns

تعداد علف‌های هرز (مترمربع) Number of weeds (m ²)	ماده خشک علف‌های هرز (گرم بر مترمربع) Dry matter of weeds (g/m ²)	الگوی کاشت Planting pattern ریحان + لوبیا چشم‌بلبلی Cowpea+basil	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg/ha)
22.123	202.452	%100 +0	
69.671	516.171	%100+ 25%	0
67.910	513.556	%100+ 50%	
51.973	499.800	%100+ 75%	
73.331	889.542	0 +%100	
21.000	157.625	%100 +0	
43.582	403.201	%100+ 25%	50
44.454	366.152	%100+ 50%	
48.431	406.360	%100+ 75%	
90.000	1046.006	0+%100	
16.357	114.011	%100 +0	
37.345	333.253	%100+ 25%	100
30.522	302.971	%100+ 50%	
35.931	243.196	%100+ 75%	
133.050	1430.110	0 +%100	
18.761	150.082		LSD (P=0.05)
<i>F</i> test			
ns	ns		سال (year)
**	*		نیتروژن (Nitrogen)
**	**		الگوی کاشت (Planting pattern)
**	**		نیتروژن × الگوی کاشت (Planting pattern × nitrogen)
ns	ns		سال × نیتروژن × الگوی کاشت (Planting pattern × nitrogen × year)

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد، ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively. Ns: Non-significant,

نتیجه گیری کلی

با توجه به ارزیابی عملکرد، حداکثر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی، ماده خشک ریحان، عملکرد مخلوط، کارایی استفاده از زمین و مجموع ارزش نسبی به ترکیب ۱۰۰:۵۰ به ترتیب با مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در شرایط کنترل علف‌های هرز اختصاص یافت. همچنین با توجه به شاخص‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر مشخص گردید که ریحان و لوبیا چشم بلبلی در ترکیب‌های کشت مخلوط به صورت افزایشی افت واقعی عملکرد نداشتند. بیشترین میزان سودمندی کشت مخلوط نیز در تیمار ۱۰۰:۲۵ ریحان و لوبیا چشم بلبلی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. در مجموع نتایج نشان داد که حضور لوبیا چشم بلبلی به عنوان یک گیاه پوششی در کشت مخلوط افزایشی با ریحان موجب کاهش جمعیت و زیست توده علف‌های هرز نسبت به تیمار ریحان خالص (بدون کنترل) شد و این نقش با افزایش کود نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار به علت همپوشانی سریع تر گونه‌های گیاهی در کشت مخلوط و کاهش علف‌های هرز بارزتر بود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات آقای مهندس ارسطو عباسیان مدیر مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به علت حمایت‌های فراوان در انجام پژوهش حاضر صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Ahmadvand, G., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2002. Competitive response of winter wheat (*Triticum aestivum*) to density changes of wild oat (*Avena ludoviciana*) and using nitrogen fertilizer. Iran J. Agric. Sci. 106: (4). 113-123. (In Persian)
2. Ahmadi, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, R., and Janmohammadi, H. 2010. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. Iran. J. Sustain. Agric. 4: (1). 77-87. (In Persian)
3. Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and Khanuja, S. 2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of Ferench basil. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 36: 1737-1746.
4. Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Iran. J. Agron. Ecol. 10(2): 94-104. (In Persian)

5. Banik, P. 1996. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum*) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row replacement series system. *J. Agron. Crop Sci.* 175: 189–194.
6. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *Eur. J. Agron.* 24: 325–332.
7. Carruthers, K., Fe, Q., Cloutier, D., and Smith, D.L. 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: weed control by intercrops combined with inter row cultivation. *Eur. J. Agron.* 8: 225–238.
8. Chaechi, M.R., and Daryae, F. 2008. The evaluation of sorghum forage and alfalfa intercropping and its effect on weed population dynamics. *Iran. J. Crop Sci.* 39: (2). 137-143. (In Persian)
9. Evans, S.P., Kenezovic, S.Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., and Blankenship, E.E. 2003. Nitrogen application. Influences the critical period for weed control in corn. *Weed Sci.* 51: 301-306.
10. Famaye, A.O., and Adeyemi, E.A. 2011. Effect of cashew/rice/plantain intercropped on weed incidence in Edo state, Nigeria. *J. Agric. Biol. Sci.* 6: 62-65.
11. Ghanbari, A., Ghadiri, H., Ghafarimoghadam, M., and Safari, M. 2010. Investigation of corn (*Zea mays* L.) and squash (*Cucurbita* sp.) and its effect on weed control. *Iran. J. Crop Sci.* 41 (3): 43-55. (In Persian)
12. Hiebsch, C.K., and McCollum, R.E. 1987. Area× time equivalency ratio: A method for evaluating the productivity of intercrops. *J. Agron.* 799: 15-22.
13. Jamshidi, Kh., Mazaheri, D., Majnoon Hossaini, N., Rahimian Mashhadi, and Payghambari, A. 2011. The effect of maize and cowpea intercropping on weed suppression. *Iran. J. Crop Sci.* 42: (1). 233-241. (In Persian)
14. Jeranyama, P., and Harwood, R.R. 2000. Realy intercropping of sunn hemp and cowpea into a smallholder maize system in Zimbabwe. *J. Agron.* 92: 239-244.
15. Koocheki, A.R., Nassiri Mahallati, M., and Najafi, F. 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. *J. Field Crop. Res.* 12: (1). 208-214. (In Persian)
16. Koocheki, A., Najibnia, S., and Lalehgani, B. 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. *J. Agric. Res.* 11 (2): 173-182. (In Persian)
17. Maffei, M., and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crops Res.* 84 (4): 229–240.
18. Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran university Press, 262p. (In Persian)
19. Omidbeigi, R. 2000. Production and Processing Medicinal Plants. Mashhad BehNashr Press, 35p. (In Persian)

20. Pandita, A.K., Saha, M.H., and Bali, A.S. 2000. Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir condition. *Indian J. Agron.* 45: 48-53.
21. Nalewaja, J.D., and Peterson, D.E. 1992. Environment influence green foxtail (*Setaria viridis*) competition with wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technol.* 6: 607-610.
22. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *J. Agri Ecosyst. Environ.* 109: 48-58.
23. Sanjani, S., Hossaini, M.B., Chaechi, M.R., and Rezvani Bidokhti., Sh. 2009. Evaluation of yield and yield components in additive intercropping of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on population and weed biomass in full and less irrigation conditions. *Ecol. Agric.* 13(1): 25-35. (In Persian)
24. Shayegan, M., Mazaheri, D., Rahimian, H., and Pighambari, S.A. 2008. Effect of planting date and mixed maize with foxtail millet. *Iran. J. Crop Sci.* 10(2): 31-46. (In Persian)
25. Singh, V.P., Chattersee, B.N., and Singh, D.V. 1989. Response of mint specie to nitrogen fertilization. *Agric. J. Sci.* 36: 267-271.
26. Vandermeer, J. 1990. Intercropping. In *Agroecology*, Mc Graw- Hill publishing Co, Pp: 125-135.
27. Willey, R.W. 1979. Intercropping its importance and research needs. I. Competition and yield advantages. *Field Crop Abs.* 32: 1-10.
28. Xu, B., Shan, L., Zhang, S., Deng, X., and Li, F. 2008. Evaluation of switch grass and sainfoin intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China. *Afr. J. Biotech.* 7: 4056-4067.
29. Yilmaz, S., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the east Mediterranean region. *Turk. J. Agric. Forest.* 32: 111-119.
30. Zand, E., Koocheki, A., Rahimiyan Mashhadi, H., Deyhim Fard, R., Soofizadeh, S., and Nassiri Mahallati, M. 2005. Studies on some ecophysiological traits associated with competitiveness of old and new Iranian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars against wild oat (*Avena ludoviciana* L.). *Iran. J. Field Crop Res.* 15 (1): 160-174. (In Persian)