تعیین مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط گندم و کلزا براساس شاخص‌های زراعی، عملکرد کل و شاخص نسبت برابری زمین

جواد حمزه‌ئی* و محسن سیدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۲۱)

چکیده

به منظور تعیین بهترین ترکیب کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum*) و کلزا (*Brassica napus*) براساس عملکرد کل و کارایی استفاده از زمین، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. این آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت‌های خالص گندم (T) و کلزا (B) و کشت‌های مخلوط دو ردیف کلزا و یک ردیف گندم (BB_1)، دو ردیف کلزا و دو ردیف گندم (BB_2)، دو ردیف کلزا و سه ردیف گندم (BB_3)، دو ردیف گندم و یک ردیف کلزا (TT_1)، دو ردیف گندم و دو ردیف کلزا (TT_2) و دو ردیف گندم و سه ردیف کلزا (TT_3) بودند. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه و عملکردهای دانه و بیولوژیک گندم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند و با تغییر الگوی کشت از حالت کشت خالص به سمت مخلوط، ارتفاع بوته گندم و وزن هزار دانه آن افزایش، ولی سایر صفات کاهش یافتند. بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه گندم (به‌ترتیب ۵۴۵ و ۲۲۵ گرم در مترمربع) از تیمارهای T و BB_1 به‌دست آمد. اثر تیمارهای آزمایشی بر کلیه صفات مورد بررسی در کلزا نیز معنی‌دار شد. به‌طوری‌که همانند تیمارهای گندم، با تغییر الگوی کشت از حالت کشت خالص به مخلوط، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه کلزا افزایش ولی سایر ویژگی‌ها کاهش یافتند. بیشترین مقدار عملکرد دانه کلزا (۳۹۸ گرم در مترمربع) در تیمار کشت خالص (B) به‌دست آمد. با این وجود، نتایج نشان از سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی هر یک از دو گونه داشت. به‌طوری‌که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین (LER) بیشتر و شاخص رقابت (CI) کمتر از یک بود. تیمار TT_3 کمترین مقدار شاخص رقابت (۰/۰۵) و بیشترین مقدار شاخص نسبت برابری زمین (۱/۵۰) را داشت. بنابراین، تیمار TT_3 مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط گندم و کلزا تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: کارایی سیستم زراعی، شاخص رقابت

۱. به‌ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j.hamzei@basu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و تخریب منابع طبیعی از مشکلات اساسی دنیای امروز در زمینه کشاورزی به شمار می‌روند. آمارها نشان می‌دهند که جمعیت ایران و جهان دائماً در حال افزایش است. بنابراین، افزایش تولید محصولات کشاورزی برای هماهنگی با تقاضای روز افزون منابع غذایی اجتناب‌ناپذیر است. حتی اگر مصرف سرانه فعلی ثابت بماند افزایش جمعیت باعث خواهد شد که نیاز به غذا تا سال‌های آتی نسبت به سال‌های قبل افزایش چشمگیری یابد. مسأله رشد سریع جمعیت و نیاز روز افزون به غذا سبب افزایش فشار غیراصولی و بیش از حد بر زمین شده است. به‌علاوه، استفاده از سیستم‌های کشاورزی صنعتی علی‌رغم عملکرد و دست‌یابی به تولید زیادتر باعث وارد آمدن خسارات جبران‌ناپذیری به اکوسیستم‌های طبیعی شده و پایداری این اکوسیستم‌ها را در معرض خطر قرار داده است (۱۸ و ۲۲). کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده، کارایی بیشتری در استفاده از منابع دارد و با محیط در توازن است. به عبارتی، کشاورزی پایدار باید از نظر اکولوژیک مناسب، از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر و از نظر اجتماعی مطلوب باشد (۱۸).

در همین راستا، یکی از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده و مؤثر در افزایش تولید پایدار، سیستم کشت مخلوط گیاهان زراعی است (۲۲ و ۲۹). از مزایای عمده کشت مخلوط، حفاظت فیزیکی و کاهش خطرات احتمالی است. مظاهری (۲۲) کاهش ریسک تولید در سیستم مخلوط گیاهان را گزارش نمود. وی اظهار داشت در کشت مخلوط به دلیل بهره‌برداری همزمان کشاورز از دو محصول، اگر یکی از محصولات بر اثر حوادثی مانند بیماری یا آفت از بین برود، محصول دیگر میزان خسارت به کشاورز را کم می‌کند. البته شرط اصلی دست‌یابی به این موضوع داشتن گیاهانی با خصوصیات مختلف از نظر میزبانی آفات و بیماری‌ها است. در گزارش برخی پژوهشگران نیز اعلام شده که حفاظت گیاهچه‌های ضعیف یونجه در برابر عوامل مختلفی مثل سرما و باد توسط جو در کشت مخلوط این دو گیاه صورت می‌گیرد (۹). از مهم‌ترین فواید کشت مخلوط، افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک‌کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است. در واقع در کشت مخلوط، استفاده بهینه از منابع محیطی مانند آب، نور، خاک و مواد غذایی به اختلاف ارتفاع، نحوه قرار گرفتن اندام‌های هوایی و زیرزمینی و نیاز غذایی متفاوت گیاهان نسبت داده می‌شود (۱۶). استفاده بیشتر از عناصر غذایی و نور در سیستم کشت مخلوط گیاهان گزارش شده است (۱۳). کشت مخلوط باعث تغییر میزان نور منتقل شده به داخل سطوح و لایه‌های پایینی جامعه گیاهی شده و از این طریق بر افزایش دریافت نور توسط گونه‌های گیاهی شرکت‌کننده در کشت مخلوط اثر می‌گذارد (۱۷). در کشت مخلوط، گزارش‌های متعددی مبنی بر افزایش عملکرد در این نظام کشت وجود دارد (۱، ۴ و ۲۲).

در موارد متعدد، کشت مخلوط یونجه‌های یک‌ساله با جو سبب افزایش عملکرد کل شده است (۹، ۲۳ و ۳۳). سنگال (۳۲) گزارش نمود که در کشت مخلوط جو با ماش، عملکرد بیولوژیک جو افزایش یافت (۳۲). هم‌چنین، دریایی و همکاران (۷) افزایش عملکرد علوفه در کشت مخلوط جو و نخود سیاه را گزارش کرده‌اند. آگگنهو و همکاران (۲) گزارش کردند که در مخلوط جو و باقلا، کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد کل می‌شود. هم‌چنین، نتایج مطالعات تسوبو و همکاران (۳۵)، از افزایش عملکرد در اجتماع گیاهی ذرت و لوبیا حکایت دارد. نتایج تحقیقات گرن و همکاران (۱۰) نشان داد که کشت مخلوط ذرت با لوبیا معمولی و لوبیا چشم بلبلی صفات زیادی نظیر ارتفاع بوته، وزن تر، وزن خشک، عملکرد و پروتئین خام را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هم‌چنین، میزان عملکرد ذرت در مخلوط با این لگوم‌ها در مقایسه با کشت خالص آن بیشتر بود. بنیک و همکاران (۵) نیز ضمن مطالعه روی کشت مخلوط افزایشی نخود و گندم، اعلام داشتند که کشت مخلوط نخود و گندم سودبری کل و نسبت برابری زمین را افزایش می‌دهد. هیبش (۱۴) در تحقیقی روی کشت مخلوط ذرت و سویا از

Archive of SID

www.SID.ir

برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی این محصولات خبر داد. هم‌چنین واتیکی و همکاران (۳۶) کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نسبت به کشت خالص هر کدام از دو گیاه برتری عملکرد را نشان داد. بنیک و همکاران (۵) اظهار داشتند که کشت مخلوط معمولاً به دلیل افزایش پتانسیل تولید و عملکرد بیشتر در واحد سطح بر اثر استفاده بهتر از منابع محیطی در طول فصل رشد، بیشتر مورد توجه می‌باشد. موی‌نیهان و سیمونز (۲۵) نشان دادند که کشت مخلوط جو و یونجه سبب افزایش عملکرد جو بین ۶ تا ۷۶ درصد در مقایسه با کشت خالص آن می‌شود. لیبمن و دایک (۲۱) نیز مهم‌ترین دلیل پذیرش کشت مخلوط توسط محققین و زارعین را سودمندی عملکرد به علت بهره‌برداری از منابع موجود در مقایسه با کشت خالص بیان کردند. گزارش نجفی و محمدی (۲۶) و حسین‌پناهی و همکاران (۱۵) نیز از برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی حکایت دارد. نظر به این‌که اطلاعات در مورد کشت مخلوط گندم و کلزا بسیار محدود است و طبق بررسی‌های به عمل آمده، جز یک مورد، مطالعه‌ای در این خصوص صورت نگرفته است، لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دو گیاه گندم و کلزا در تک‌کشتی و کشت مخلوط با یکدیگر و مقایسه حالت‌های مختلف کشت مخلوط آنها به منظور تعیین بهترین ترکیب کشت مخلوط که دارای بیشترین عملکرد دانه و کارایی استفاده از زمین باشد، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان واقع در عباس‌آباد انجام گرفت. محل اجرای آزمایش در '۲۷ °۴۹ طول شرقی، '۳۵ °۳۴ عرض شمالی و ۱۸۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. نتایج آزمون خاک، بافت خاک را رس شنی و pH آن را ۷/۲۱ نشان داد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول۱ ارائه شده است. میزان کل بارندگی در طول اجرای آزمایش ۲۶۶/۲ میلی‌متر بود که نحوه توزیع بارندگی و هم‌چنین دیگر ویژگی‌های آب و هوایی محل اجرای آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص گندم (T) و کلزا (B) و کشت‌های مخلوط با دو ردیف کلزا در کناره‌ها و یک ردیف گندم در وسط (BB_1)، دو ردیف کلزا در کناره‌ها و دو ردیف گندم در وسط (BB_2)، دو ردیف کلزا در کناره‌ها و سه ردیف گندم در وسط (BB_3)، دو ردیف گندم در کناره‌ها و یک ردیف کلزا در وسط (TT_1)، دو ردیف گندم در کناره‌ها و دو ردیف کلزا در وسط (TT_2)، دو ردیف گندم در کناره‌ها و سه ردیف کلزا در وسط (TT_3) بودند. زمین محل آزمایش در شهریور ۱۳۸۹ تا عمق ۳۰ سانتی‌متری شخم‌زده شد و قبل از انجام دیسک و تسطیح، بنا به توصیه کودی، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت پایه به زمین محل کشت اضافه گردید و بعد از آن عملیات مربوطه صورت پذیرفت. کود اوره سرک نیز در دو مرحله و در اواخر اسفند ۱۳۸۹ و اوایل اردیبهشت ۱۳۹۰ و هر بار به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. کشت هر دو گیاه با دست و همزمان در تاریخ اول مهرماه ۱۳۸۹ انجام شد و بلافاصله آبیاری به روش نشتی صورت گرفت. تراکم کشت دو گیاه گندم و کلزا در حالت تک‌کشتی به‌ترتیب ۳۲۰ و ۸۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. ارقام گندم و کلزای مورد استفاده به‌ترتیب الوند و اوکاپی بودند. کنترل علف‌های هرز در کرت‌های آزمایشی به‌صورت دستی در طول فصل رشد انجام گرفت.

با توجه به رسیدگی همزمان دو محصول، عملیات برداشت گندم و کلزا در ۲۰ تیر ماه ۱۳۹۰ انجام گرفت. بدین صورت که بعد از حذف دو ردیف از هر طرف و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای تمام ردیف‌ها به عنوان حاشیه، نمونه‌برداری از واحدهای آزمایشی به عمل آمد. برای سنجش اجزای عملکرد دانه، ۲۰ بوته گندم و ۵ بوته کلزا از هر کرت، و برای تعیین عملکرد نهایی دانه و عملکرد بیولوژیک هر دو گونه گیاهی، دو مترمربع

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	نیتروژن کل (٪)	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (٪)
۲۴	۲۵	۵۱	رس شنی	۲۳/۲	۳۱۳/۱	۰/۱۰	۷/۲۱	۰/۲۹۱	۱/۰۳

جدول ۲. میانگین حداقل و حداکثر دما، رطوبت نسبی و میزان بارندگی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
حداقل دما (درجه سلسیوس)	۷/۶	۱/۲	-۳/۸	-۶/۸	-۸	-۲/۲	۲/۱	۷/۲	۱۰	۱۲/۷
حداکثر دما (درجه سلسیوس)	۲۷/۱	۱۷/۶	۱۴/۱	۳/۶	۳/۸	۱۱	۱۷/۲	۲۰/۸	۳۰	۳۴/۳
میزان بارندگی (میلی‌متر)	۰/۱	۳۶/۴	۳۲	۲۷/۸	۲۲/۳	۴۵/۱	۲۸/۵	۷۲/۷	۱/۳	۰
حداقل رطوبت نسبی (٪)	۱۴	۲۵	۲۲	۶۰	۴۶	۳۰	۱۵	۲۳	۱۴	۱۲
حداکثر رطوبت نسبی (٪)	۵۰	۷۶	۷۰	۹۶	۸۹	۹۲	۷۴	۸۴	۵۵	۵۰

از هر کرت برداشت شد. برای ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص‌های رقابت و نسبت برابری زمین استفاده شد (۲۲). شاخص رقابت (Competition index, CI) مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$CI = \frac{(N'_A - N_A)(N'_B - N_B)}{N_A N_B} \qquad [۱]$$

که N'_A و N_A به‌ترتیب عملکرد گونه A در کشت خالص و مخلوط و N'_B و N_B به ترتیب عملکرد گونه B در کشت خالص و مخلوط است. اگر CI<1 باشد، ارزش کشت مخلوط بیشتر از خالص بوده و سودمندتر است و چنانچه CI >1 باشد، میزان سوددهی کشت مخلوط کمتر از کشت خالص خواهد بود.

نسبت برابری زمین (Land equivalent ratio, LER) براساس سطح زمین زیر کشت محاسبه می‌گردد و به‌وسیله آن مشخص می‌شود که برای به‌دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط عاید می‌شود چه مقدار از زمین به‌صورت زراعت تک‌کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود. فرمول نسبت برابری زمین عبارت است از:

$$LER = \sum_{n=1}^{m} Yi/Yii \qquad [۲]$$

که Yi مقدار محصول یک گونه (در واحد سطح) در کشت مخلوط و Yii محصول همان‌گونه (در واحد سطح) در زراعت تک‌کشتی است. نسبت برابری زمین بیشتر از یک، نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی هر یک از دو گونه است. براساس مدل طرح آماری مربوطه، در تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها (براساس آزمون LSD) از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) صفات مورد بررسی در گندم

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک گندم در سطح احتمال ۵٪ و تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. ولی اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۳). براساس مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که ارتفاع بوته گندم در الگوهای کشت مخلوط بیش از تک‌کشتی بود (جدول ۴). به

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳. تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط با کلزا بر برخی ویژگی‌های گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۳۷/۷۱^{ns}	۱۳۸۱۱^{ns}	۱۰/۴۶^{ns}	۳/۰۹^{ns}	۱۷۵۵۹^{ns}	۱۰۷۱^{ns}	۵/۲۷^{ns}
الگوی کاشت	۶	۵۰۳/۱۴*	۲۳۲۳۷۳**	۶/۱۶^{ns}	۲۹/۲۶*	۱۶۱۶۰۰*	۳۰۹۵۴**	۹/۵۱^{ns}
خطا	۱۲	۲۷/۷۵	۳۴۰۳۵۵	۲۱۰/۶۷	۱۱۷/۱۷	۳۰۰۱۷۸	۵۹۲۹۸	۵۷۱/۶۵
ضریب تغییرات (٪)		۵/۶۳	۱۹	۱۷/۸۶	۷/۵۵	۱۹	۱۸	۱۴/۷۴

**، * و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول۴. مقایسه میانگین ارتفاع بوته، عملکرد دانه و اجزای عملکرد گندم در تیمارهای مختلف آزمایش

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (٪)
T	۸۵^{c}	۶۷۵^{a}	۲۵/۲^{a}	۳۵^{b}	۱۲۴۴^{a}	۵۴۵^{a}	۴۳/۸^{a}
BB_1	۹۰^{bc}	۳۱۲^{c}	۲۱/۳^{a}	۴۴/۸^{a}	۴۸۶^{c}	۲۲۵^{c}	۴۶/۴^{a}
BB_2	۹۲^{abc}	۳۹۱^{bc}	۲۳/۸^{a}	۴۲/۰^{a}	۷۱۷^{bc}	۳۳۶^{bc}	۴۷/۰^{a}
BB_3	۹۷^{ab}	۵۰۴^{b}	۲۴/۳^{a}	۴۱/۱^{a}	۹۱۸^{b}	۴۵۲^{ab}	۴۹/۳^{a}
TT_1	۹۳^{abc}	۴۸۹^{b}	۲۴/۰^{a}	۴۰/۴^{ab}	۹۰۷^{b}	۴۳۹^{ab}	۴۸/۵^{a}
TT_2	۹۷^{ab}	۴۳۲^{bc}	۲۳/۹^{a}	۴۲/۶^{a}	۸۷۵^{b}	۴۰۲^{b}	۴۶/۰^{a}
TT_3	۱۰۱^{a}	۴۲۸^{bc}	۲۱/۹^{a}	۴۳/۲^{a}	۷۵۴^{bc}	۳۵۱^{b}	۴۶/۶^{a}

T کشت خالص گندم، BB_1 کشت مخلوط دو ردیف کلزا و یک ردیف گندم، BB_2 کشت مخلوط دو ردیف کلزا و دو ردیف گندم، BB_3 کشت مخلوط دو ردیف کلزا و سه ردیف گندم، TT_1 کشت مخلوط دو ردیف گندم و یک ردیف کلزا، TT_2 کشت مخلوط دو ردیف گندم و دو ردیف کلزا و TT_3 کشت مخلوط دو ردیف گندم و سه ردیف کلزا.

میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشابه دارند، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون LSD ندارند.

نظر می‌رسد رقابت گیاهان بر سر نور باعث می‌شود گیاهان سرمایه گذاری بیشتری برای ارتفاع بوته خود داشته باشند. صادقی و همکاران (۳۱) نیز در بررسی توانایی رقابتی سویا با چند گونه علف هرز اعلام کردند که ارتفاع بوته‌های سویا در اثر رقابت بیشتر شد.

به نظر می‌رسد که رقابت بین گونه‌ای گیاهان زراعی در تیمارهای کشت مخلوط باعث کاهش تعداد سنبله‌های گندم شده است. دارائی مفرد و همکاران (۶) در بررسی عملکرد دانه جو در سیستم تک‌کشتی و مخلوط با ماشک گزارش کردند که تعداد سنبله در مترمربع در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش می‌یابد. هر چند تعداد دانه در سنبله گندم در کلیه تیمارهای کشت مخلوط کمتر از تک‌کشتی گندم بود، ولی این کاهش معنی‌دار نبود (جدول ۴). با این حال، پور امیر و همکاران (۲۸) در مطالعه خود روی ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط اظهار داشتند که تعداد دانه در غلاف نخود و در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی کاهش معنی‌داری نشان داد. با این‌که از نظر وزن هزار دانه در بین تیمارهای کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری وجود نداشت،

Archive of SID

www.SID.ir

ولی این ویژگی در تک‌کشتی گندم به‌طور معنی‌داری کمتر از کشت مخلوط بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد افزایش مقصدهای فیزیولوژیک در کشت خالص که بر اثر افزایش تعداد سنبله در مترمربع و هم‌چنین تعداد دانه در سنبله پدید آمده است سبب کاهش اختصاص فراورده‌های تولیدی گیاه به دانه‌ها شده و وزن هزار دانه کم شده است. در تحقیق پورامیر و همکاران (۲۸) روی ارزیابی کشت مخلوط کنجد و نخود وزن هزار دانه نخود، از تک‌کشتی به سمت کشت مخلوط دارای شیب افزایشی بود. در تحقیق دهقان نیری (۸) نیز که روی کشت مخلوط گاودانه و جو انجام شد، وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و در کشت مخلوط بیشتر از تک‌کشتی بود. کوچکی و همکاران (۱۹) نیز در تحقیق خود روی کشت مخلوط لوبیا و ذرت، افزایش وزن هزار دانه را در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی در هر دو گونه زراعی گزارش کردند.

در میان ویژگی‌های عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، بیشترین میزان (به‌ترتیب ۱۲۴۴ و ۵۴۵ گرم در مترمربع) متعلق به تیمار تک‌کشتی گندم بود. با انجام کشت مخلوط و افزایش رقابت بین گونه‌ای، از مقدار هر دو ویژگی به‌طور معنی‌داری کاسته شد. به‌طوری‌که کمترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (به‌ترتیب ۴۸۶ و ۲۲۵ گرم در مترمربع) در تیمار BB_1 به‌دست آمد. بعضی از پژوهشگران اعتقاد دارند که عملکرد بیولوژیک و هم‌چنین عملکرد دانه گیاهان به‌طور معنی‌داری در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی کاهش می‌یابد (۲۲). در پژوهشی نشان داده شده که در کشت مخلوط جو و یونجه، عملکرد بیولوژیک جو ۶ تا ۶۲ درصد کاهش پیدا کرد (۲۰). در مطالعه قنبری و همکاران (۱۲) روی کشت مخلوط ذرت و کدو اعلام شد که عملکرد بیولوژیک و دانه ذرت در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی کاهش یافت. همان‌طورکه قبلاً اشاره شد، به نظر می‌رسد بر اثر افزایش رقابت در کشت مخلوط و کاهش منابع محیطی در دسترس، عملکرد هر یک از گونه‌ها در کشت مخلوط کاهش می‌یابد که در این مطالعه نیز این موضوع تحقق یافت. در بسیاری از مطالعات روی کشت مخلوط، همچون پژوهش حاضر، مشخص شده که شاخص برداشت تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. در مطالعه‌ای که علیزاده و همکاران (۳) روی کشت مخلوط لوبیا و ریحان و پتانسیل مهار علف‌های هرز توسط کشت مخلوط این دو گونه گیاهی انجام دادند، اظهار داشتند که شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی کشت مخلوط قرار نگرفت. هم‌چنین، در تحقیق دهقان نیری (۸) روی کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی گاودانه و جو بهاره گزارش شده که شاخص برداشت جو تحت تأثیر تیمارهای کشت مخلوط قرار نگرفت و تفاوت تیمارهای کشت مخلوط با کشت خالص نیز معنی‌دار نبود.

ب) صفات مورد بررسی در کلزا

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت کلزا در سطح احتمال ۵٪ و تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند (جدول ۵). براساس مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که ارتفاع بوته کلزا نیز همچون گندم در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط کاهش نشان داد (جدول ۶). دلیل این امر را می‌توان در افزایش رقابت بر سر نور دانست. نتایج آزمایش رضوانی مقدم و همکاران (۳۰) تأییدکننده نتایج این آزمایش است. به‌طوری‌که نامبردگان در بررسی کشت مخلوط ماش و سیاهدانه، افزایش ارتفاع بوته سیاهدانه را در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گزارش دادند. بیشترین تعداد غلاف (۵۱۵۹ عدد در مترمربع) مربوط به تیمار کشت خالص کلزا بود. با انجام کشت مخلوط گندم و کلزا، افزایش رقابت میان گیاهان زراعی به کاهش تعداد غلاف‌های کلزا منجر شد (جدول ۶). آگگنهو و همکاران (۲) نیز کاهش تعداد غلاف در مترمربع باقلا در کشت مخلوط با جو نسبت به تک‌کشتی آن را گزارش کردند. ذوالفقار علی و همکاران (۳۷) نیز با مطالعه کشت مخلوط گندم و کلزا دریافتند که تعداد غلاف در مترمربع در تک‌کشتی کلزا بیشتر از

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط با گندم بر برخی ویژگی‌های کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲۹۵**	۶۳۷۴۶۲^{ns}	۵/۷۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۲۰۰۰۳^{ns}	۲۱۰۱^{ns}	۲/۹۶^{ns}
الگوی کاشت	۶	۲۰۶*	۲۶۱۸۲۴۰**	۱۶/۰۰**	۰/۳۸*	۲۱۷۲۹۳**	۱۶۱۹۶**	۱۳/۱۳*
خطا	۱۲	۸۰۰	۲۱۰۲۷۰۱	۶۲/۰۶	۱/۵۵	۲۰۳۴۸	۲۲۶۵	۵۰/۷۶
ضریب تغییرات (٪)		۷	۱۲	۹/۰۴	۸/۰۶	۱۸	۱۷	۶/۰۱

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۶. مقایسه میانگین ارتفاع بوته، عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا در تیمارهای مختلف آزمایش

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (٪)
B	۱۰۱^{c}	۵۱۵۹^{a}	۲۷/۹^{a}	۳/۹۳^{c}	۱۳۲۲^{a}	۳۹۸^{a}	۳۰/۱^{b}
BB_1	۱۱۰^{bc}	۳۴۵۸^{bc}	۲۷/۱^{a}	۴/۳۲^{bc}	۸۲۲^{bc}	۲۸۷^{bc}	۳۴/۹^{a}
BB_2	۱۱۷^{ab}	۳۰۵۹^{c}	۲۴/۲^{ab}	۴/۵۵^{abc}	۶۹۲^{cd}	۲۴۱^{cd}	۳۴/۸^{a}
BB_3	۱۲۵^{a}	۲۸۰۰^{cd}	۲۲/۷^{b}	۴/۸۰^{ab}	۵۷۲^{cd}	۲۱۰^{cd}	۳۶/۷^{a}
TT_1	۱۰۵^{bc}	۲۲۵۰^{d}	۲۲/۰^{b}	۴/۹۸^{a}	۵۵۶^{d}	۱۹۶^{d}	۳۵/۲^{a}
TT_2	۱۱۳^{abc}	۳۰۲۱^{c}	۲۵/۰^{ab}	۴/۴۷^{abc}	۷۱۶^{cd}	۲۳۷^{cd}	۳۳/۱^{ab}
TT_3	۱۱۹^{ab}	۳۸۵۰^{b}	۲۷/۱^{a}	۴/۱۸^{bc}	۹۷۹^{b}	۳۳۹^{b}	۳۴/۶^{a}

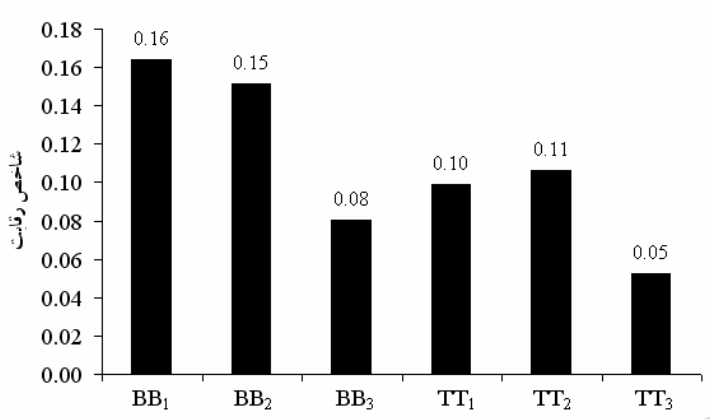
B کشت خالص کلزا، BB_1 کشت مخلوط دو ردیف کلزا و یک ردیف گندم، BB_2 کشت مخلوط دو ردیف کلزا و دو ردیف گندم، BB_3 کشت مخلوط دو ردیف کلزا و سه ردیف گندم، TT_1 کشت مخلوط دو ردیف گندم و یک ردیف کلزا، TT_2 کشت مخلوط دو ردیف گندم و دو ردیف کلزا و TT_3 کشت مخلوط دو ردیف گندم و سه ردیف کلزا.

میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشابه دارند، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون LSD ندارند.

کشت مخلوط دو گیاه است. با توجه به جدول ۶ مشخص شد که تعداد دانه در غلاف نیز در تک‌کشتی کلزا بیشتر از سایر تیمارهاست، هرچند که از نظر این ویژگی این تیمار با برخی تیمارهای کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. به نظر می‌رسد که تعداد دانه در غلاف یک ویژگی ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر فاکتورهای محیطی قرار می‌گیرد. سایر پژوهشگران نیز در مطالعات خود چنین نتایجی را تأیید کرده‌اند (۲۸). با این وجود، علیزاده و همکاران (۳) در مطالعه کشت مخلوط لوبیا و ریحان اظهار داشتند که کشت مخلوط، تعداد دانه در غلاف لوبیا را کاهش داد. هر چند از نظر تعداد دانه در غلاف بین تیمارهای کشت خالص کلزا (B) و برخی تیمارهای کشت مخلوط (BB_1، BB_2، TT_2 و TT_3) تفاوتی وجود نداشت، ولی به نظر می‌رسد که افزایش تعداد غلاف در بوته در تک‌کشتی کلزا سبب شده که وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای کشت مخلوط کاهش یابد (جدول ۶). دلیل این امر را می‌توان به کاهش فرآورده‌های فتوسنتزی اختصاص یافته به این مقصدهای فیزیولوژیک در کشت خالص کلزا نسبت داد. کاهش وزن هزار دانه گیاهان زراعی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آنها توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۱۱ و ۳۴).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. میزان شاخص رقابت در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

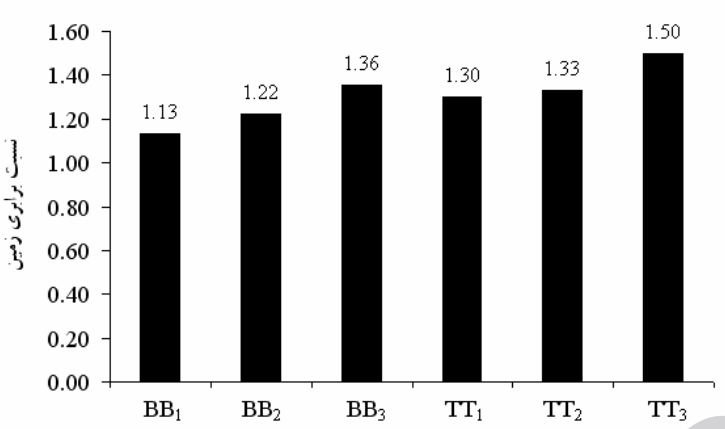
بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک (به‌ترتیب ۱۳۲۲ و ۵۵۶ گرم در مترمربع) در تیمارهای B و TT_1 به‌دست آمد (جدول ۶). در این ویژگی نیز به علت رقابت بین گونه‌ای میان گندم و کلزا در کشت مخلوط، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. این مسأله در عملکرد دانه کلزا نیز وجود داشت. به‌نحوی‌که از میزان این ویژگی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاسته شد. کمترین میزان عملکرد دانه کلزا (۱۹۶ گرم در مترمربع) در تیمار TT_1 مشاهده شد که در مقایسه با تیمار کشت خالص کلزا (B) حدود ۵۱٪ کاهش نشان داد. ذوالفقار علی و همکاران (۳۷) هم کاهش عملکرد کلزا را در کشت مخلوط با گندم نسبت به تک‌کشتی این گیاه گزارش کردند. پورامیر و همکاران (۲۸) در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط، اظهار کردند که کشت مخلوط کنجد نسبت به کشت خالص آن عملکرد دانه کمتری داشت. موی نیهان و سیمونز (۲۵) نشان دادند که کشت مخلوط جو-یونجه سبب کاهش عملکرد بیولوژیک جو بین ۱۶ تا ۷۶ درصد در مقایسه با کشت خالص آن می‌شود. هم‌چنین، دارائی مفرد و همکاران (۶) در بررسی کشت مخلوط جو و ماشک، حداکثر عملکرد بیولوژیک جو را در تک‌کشتی آن به‌دست آوردند و الگوهای کشت مخلوط از این نظر در رتبه‌های بعد قرار داشتند. با توجه به جدول ۶ مشخص شد که کمترین مقدار شاخص برداشت (۳۰٪) متعلق به تک کشتی کلزا بود. میزان شاخص برداشت در الگوهای کاشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش نشان داد (جدول ۶). در مطالعه‌ای که روی کشت مخلوط گاودانه و جو بهاره انجام شد، مشخص شد که شاخص برداشت در کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی بیشتر از تک‌کشتی دو گیاه بود (۸) که این نتایج مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد.

ج) شاخص‌های ارزیابی سودمندی کشت مخلوط

با بررسی پارامتری به نام شاخص رقابت اگرچه میزان اضافه محصول نشان داده نمی‌شود، ولی با اشاره به شدت رقابت بین دو گونه در تیمارهای مختلف مخلوط می‌توان نسبت به سودمندی آنها قضاوت کرد (۷). در این مطالعه کلیه الگوهای کشت مخلوط دارای شاخص رقابت کمتر از یک بودند (شکل ۱). این موضوع نشان‌دهنده سودمندی الگوهای کشت مخلوط است. پوگیو (۲۷) نیز در مطالعه خود اظهار داشت که تداخل بین اجزای مخلوط به مراتب ضعیف‌تر از تداخل بین این اجزا با علف‌های هرز است. دریایی و همکاران (۷) نیز در بررسی شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط نخود و جو گزارش کردند که شاخص رقابت در اکثر تیمارهای مخلوط کمتر از واحد بود که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط است. بررسی شاخص نسبت برابری زمین در این مطالعه نشان داد که کلیه تیمارهای کشت مخلوط دارای LER بیشتر از یک بودند (شکل۲)، که

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. میزان LER در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک‌کشتی هر یک دارد. بیشترین و کمترین میزان شاخص نسبت برابری زمین به‌ترتیب در تیمارهای TT_3 و BB_1 به‌دست آمد. در آزمایشی که روی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار انجام گرفت بیان شده که LERدر کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود (۱۶). محسن‌آبادی و همکاران (۲۴) نیز در ارزیابی کشت مخلوط جو- ماشک در سطوح مختلف کود نیتروژنه دریافتند که کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی جو و ماشک برتری دارد. ذوالفقار علی و همکاران (۳۷) نیز در کشت مخلوط گندم و کلزا اعلام کردند که LER در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاکی از این بود که عملکرد و اجزای عملکرد گندم و کلزا در کشت مخلوط نسبت به تیمارهای کشت خالص کاهش یافتند. با این که کاهش عملکرد در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مشاهده شد، لیکن، در نهایت عملکرد کل در اکثر الگوهای مخلوط زیادتر از کشت‌های خالص بود. شاخص‌های مختلف ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نیز سودمندی بیشتر کشت مخلوط را تأیید کردند. به‌نحوی‌که در تمام تیمارهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین زیادتر از یک بود. در میان الگوهای کشت مخلوط، تیمار TT_3 (دو ردیف گندم و سه ردیف کلزا) دارای کمترین مقدار شاخص رقابت (۰/۰۵) و بیشترین شاخص نسبت برابری زمین (۱/۵۰) بود.

منابع مورد استفاده

1. Abdali Mashhadi, A. 2006. The Study of corn and sunflower intercropping in various rations and planting times. MSc. Thesis, University of Tehran, Tehran, Iran. (In Farsi).
2. Agegnehu, G., A. Ghizaw. and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy* 25: 202-207.
3. Alizadeh, Y., A. Koocheki and M. Nassiri Mahallati. 2009. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). *Iranian Journal of Agronomic Research* 7: 541-553.
4. Aliyu, B. S. and A. M. Emechebe. 2006. Effect of intra- and inter-row mixing of sorghum with two varieties of cowpea on host crop yield. *African Journal of Agricultural Research* 1: 24-26.

Archive of SID
www.SID.ir

5. Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar and S. S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 325-332.
6. Daraei Mofrad, A. R., K. Azizi, S. Heidari and A. R. Ahmadi. 2008. Evaluating the effects of mono- and inter-cropping of barley with narbon vetch on barley grain yield and weeds growth. *Magazine of Daneshvar* 1: 35-44. (In Farsi).
7. Daryaei, F., M. Agha Alikhani and M. R. Chaichi. 2008. Comparison advantage index of intercropping chickpea and barley in forage manufacture. *Agriculture and Natural Resources System* 21: 35-40.
8. Dehghan Nayeri, A. R. 1995. The effect of intercropping spring barley and bitter vetch on yield. MSc. Thesis, Tabriz University, Tabriz, Iran. (In Farsi).
9. Eshgizadeh, H. R., M. R. Chaichi, A. Ghalavand, G. Shabani, K. Azizi, A. Tourknejad, H. Raeisi Yazdi and A. Papizadeh. 2007. Evaluation of annual medic and barley intercropping on forage yield and protein content in dry farming system. *Pajouhesh and Sazandegi* 75: 102-112. (In Farsi).
10. Geren, H., R. Avcioglu, H. Soya and B. Kir. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *Biotechnology* 7: 4100-4104.
11. Ghanbari, A., H. Ghadiri and M. Jokar. 2006. Effect of intercropping of maize and cucumber on controlling weeds. *Pajouhesh and Sazandegi* 73: 193-199. (In Farsi).
12. Ghanbari, A., H. Ghadiri, M. Ghafari Moghadam and M. Safari. 2010. Evaluation of intercropping of maize (*Zea mays* L.) and cucurbit (*Cucurbita sp.*) and effect on weed control. *Iranian Journal of Field Crop Sciences* 41: 43-55. (In Farsi).
13. Ghanbari Bonjar, A. 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vica faba*) as a low–input forage. PhD Dissertation, Wye College, University of London.
14. Hiebsch, C., F. Teiokagho, A. M. Chirembo and F. P. Gerdner. 1995. Plant density and soybean maturity in soybean-maize intercropping. *Agronomy Journal* 87: 965-989.
15. Hosseinpanahi, F., A. Koocheki, M. Nassiri and R. Ghorbani. 2009. Evaluation of yield and yield components in potato/corn intercropping. *Iranian Journal of Agronomic Research Sciences* 7: 23-30. (In Farsi).
16. Jahan, M. 2004. Evaluation of the ecological aspects in chamomile (*Chamomilla matricaria* L.) and evergreen (*Chalendula officinalis* L.) intercropping. MSc. Thesis, Ferdowsi University, Mashhad, Iran. (In Farsi).
17. Khalatbari, A. M., S. M. B. Hosseini, N. Majnoun Hosseini and D. Mazaheri. 2010. Evaluation of the effect of intercropping on dry forage sorghum (*Sorghum bicolor*) and pearl millet (*Pennisetum spp.*). *Iranian Journal of Crop Sciences* 41: 205-214. (In Farsi).
18. Kouchaki, A. R., A. Gholami, A. Mahdavi Damghani and L. Tabrizi. 2005. Organic Agriculture. Ferdowsi Press, 385 p. (In Farsi).
19. Kouchaki, A. R., B. Lelagani and S. Najibnia. 2009. Evaluation of intercropping of bean and corn. *Iranian Agronomy Research* 7: 605-614. (In Farsi).
20. Ledgard, S. F. 1991. Transfer of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows estimated using ^{15}N methods. *Plant and Soil Science* 131: 215-223.
21. Liebman, M. and E. Dyck. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Application* 3: 92-122.
22. Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran, Iran. (In Farsi).
23. Mirhagi, T. and M. Mohammad Aliha. 2001. Effect of seed treatment on barley, alfalfa establishment in dry conditions. *Iranian Journal of Range and Desert Research* 16: 37-45. (In Farsi).
24. Mohsen Abadi, G. R., M. R. Jahansuz, M. R. Chaichi, R. Rahimian Mashhadi, A. Liaghat, and G. R. Savaghebi Firuzabadi. 2007. Intercropping of barley - vetch at different levels of nitrogen. *Agricultural Sciences and Technology* 10: 23-31.
25. Moynihan, M. and S. R. Simmons. 1996. Intercropping annual medic with conventional height and semi dwarf barley grown for grain. *Agronomy Journal* 88: 823-828.
26. Najafi, E. and J. Mohammadi. 2005. Study of yield and yield components on sweet corn and green bean intercropping. 1st Conference of Legumes, Mashhad, Iran.
27. Poggio, S. L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture Ecosystem Environment* 109: 48-58.
28. Poor Amir, F., A. R. Koochaki, M. Nasiri Mahallati and R. Ghorbani. 2010. Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. *Iranian Journal of Agronomic Research* 8: 747-757.
29. Raey, Y., Gh. Ghasemi Golazani, A. Javanshir, H. Alyari and A. Mohammadi. 2008. The effect of plant density on intercropping of soybean and sorghum. *Journal of Science and Technology Agriculture and Natural Resource* 44: 35-45.

Archive of SID

www.SID.ir

30. Rezvani Moghaddam, P., M. R. Raoufi, M. H. Rashed Mohasel and R. Moradi. 2009. Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiate* L.) - black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system. *Agroecology* 1: 65-79.
31. Sadeghi, H., M. A. Baghestani and Gh. A. Akbari. 2002. Evaluation of competition ability of some weed species with soybean. *Plant Diseases* 38: 53-64.
32. Sengul, S. 2003. Performance of some forage grasses or legumes and their mixtures under dryland condition. *European Journal of Agronomy* 19: 401-409.
33. Shabani, Gh., Kh. Azizi, A. Chaichi, M. Tourknejad, R. Ghalavand, H. R. Eshgizadeh and T. Doraghi. 2005. Effects of pore and mixed cropping of annual medic (*Medicago scutellata* cv. Robinson) with barely on forage yield, seed production and soil seed bank. *Pajouhesh and Sazandegi* 66: 67-73. (In Farsi).
34. Shaygan, M., D. Mazaheri, H. Rahimian Mashhadi and S. A. Peyghambari. 2008. Effect of planting date and intercropping maize and foxtail millet on their grain yield and weeds control. *Journal of Crop Science* 10: 31-46. (In Farsi).
35. Tsubo, M., E. Mukhala, H. Ogindo and S. Walker. 2005. Productivity of maize-bean intercropping in a semi-arid region of South Africa. *European Journal of Agronomy* 19: 401-409.
36. Watiki, J. M., S. Fukai, J. A. Banda and B. A. Keating.1993. Radiation interception and growth of maize/cowpea intercrop as affected by maize plant density and cowpea cultivar. *Field Crops Research* 35: 123-133.
37. Zulfiqar Ali, M., A. Malik and M. Akhtar Cheema. 2000. Studies on determining a suitable canola-wheat intercropping pattern. *International Journal of Agriculture and Biology* 2: 42-44.

Archive of SID

www.SID.ir