

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و آرایش کاشت بر تداخل علف‌های هرز در کشت مخلوط بزرگ و شبدر برسیم بذری

وحید ریحانی^۱، حسن کریم‌مجنی^{۲*}، عبدالرسول حیدری‌اصل^۱
محمدحسین اهتمام^۳ و مرتضی زاهدی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۴)

چکیده

کشت مخلوط یکی از مؤلفه‌های مؤثر در کشاورزی پایدار می‌باشد. این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۱ - ۱۳۹۰ به منظور بررسی اثرات مصرف سطوح مختلف نیتروژن و آرایش‌های مختلف کاشت بر سطح برگ، جذب نور و عملکرد در کشت مخلوط دو گیاه بزرگ و شبدر برسیم در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سطوح مختلف کود نیتروژن در سه سطح (صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و کرت‌های فرعی آرایش‌های مختلف کشت دو گیاه در ۶ سطح (کشت خالص بزرگ، ۷۰٪ بزرگ: ۷۰٪ شبدر برسیم، ۷۰٪ بزرگ: ۵۰٪ شبدر برسیم، ۵۰٪ بزرگ: ۵۰٪ شبدر برسیم، ۵۰٪ بزرگ: ۷۰٪ شبدر برسیم و کشت خالص شبدر برسیم) بود. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین وزن خشک علف‌های هرز (۲۸۶ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و در کشت خالص بزرگ بود. بالاترین درصد جذب نور در کشت مخلوط و در سطح کود ۳۰ کیلوگرم در هکتار (۸۵/۳٪) به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه بزرگ (۵۳/۱ گرم در مترمربع) و شبدر (۷۲/۶ گرم در مترمربع) در کشت خالص این دو گیاه و به ترتیب در سطح کود صفر و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. نتایج این آزمایش نشان داد، کشت مخلوط این دو گیاه و استفاده از ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نسبت به تک‌کشتی ضمن سرکوب موفق علف‌های هرز دارای برتری بوده و عملکرد بالاتری را حاصل نمود.

واژه‌های کلیدی: نسبت برابری زمین، عملکرد دانه، سطح برگ، جذب نور

۱ و ۲. به ترتیب دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد، دانشیاران و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: kmojeni@cc.iut.ac.ir

مقدمه

در تأمین نیازهای روز افزون جمعیت در حال رشد، به‌کارگیری روش‌های نوین علمی امری ضروری است. بر این اساس مدیریت نظام‌های کشاورزی باید مورد بازنگری جدی قرار بگیرد و نظام‌های نوینی طراحی شوند که اولویت آنها پایداری درازمدت در عین حفظ تولید در کوتاه مدت باشد. لذا کشت مخلوط به عنوان یکی از مؤلفه‌های مؤثر کشاورزی پایدار ضمن افزایش تنوع بوم‌شناختی و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، استفاده کارآمدتر از منابع، کاهش مشکلات آفات، افزایش ثبات نظام و تغذیه مطلوب‌تر انسان و دام می‌شود.

برتری عملکرد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مهم‌ترین توجیه برای رویکرد به کشت مخلوط است که از طریق افزایش جذب و بهره‌وری بیشتر منابع توضیح داده می‌شود. هم‌چنین در این سیستم، رشد علف‌های هرز به‌وسیله تداخل گیاه زراعی کاهش می‌یابد (۲۴). زانگ و لی (۲۷) در آزمایشی با مطالعه سودمندی رقابتی در سیستم‌های کشت مخلوط، بهبود تولید گیاهان زراعی و استفاده کارآمد از عناصر غذایی بیان کردند که افزایش عملکرد معنی‌داری در سیستم‌های کشت مخلوط گندم - ذرت و گندم - سویا، در مقایسه با تک‌کشتی گندم وجود داشت. بانیک و همکاران (۳)، طی آزمایشی بر روی کشت مخلوط گندم و نخود، گزارش دادند که کشت مخلوط نیاز به کود نیتروژن را کاهش داده و عملکرد بالاتر و نسبت برابری زمین بیشتری را در مقایسه با تک‌کشتی ایجاد می‌کند. کشت مخلوط تره‌فرنگی (*Allium porrum* L.) و کرفس (*Apium graveolens* L.) موجب سرکوب رشد و کاهش تولید بذر علف‌های هرز می‌شود. هم‌چنین بیوماس و پتانسیل باروری علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص تره‌فرنگی کاهش یافت که دلیل این موضوع جذب بهتر نور در کشت مخلوط و افزایش توان رقابتی گونه‌ها بود (۵).

کشت مخلوط می‌تواند باعث افزایش جذب نور و راندمان مصرف نور شود (۱۱). در کشت مخلوط خصوصیات

مرفولوژی از جمله ارتفاع گیاه، دوام سطح برگ و شاخص سطح برگ می‌تواند تعیین‌کننده رقابت نوری باشد (۴). در کشت مخلوط گراس با لگوم به‌خاطر استفاده بهتر از نور و استفاده از نیتروژن تولید شده به‌وسیله لگوم توسط گراس، عملکرد کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش یافت (۱۷). در بررسی دیگری که بر روی کشت مخلوط کتان (*Linum usitatissimum*) و نخود (*Cicer arietinum*) صورت گرفت در تیمار یک ردیف کتان و دو ردیف نخود، کتان نور بیشتری جذب کرد. ارتفاع زیاد کتان و سایه‌اندازی آن روی نخود باعث کاهش عملکرد و وزن خشک در نخود گردید (۱).

کشت مخلوط گیاهان لگوم با غیر لگوم نظیر شبدر برسیم با گیاه بزرک با داشتن نیازهای زراعی تقریباً مشابه نظیر تاریخ کاشت و برداشت یکسان و امکان کشت آنها در اراضی کم‌بازده و هم‌چنین با امکان جداسازی آسان بذور به‌دست آمده با عملیات بوجاری (به‌دلیل اختلاف در اندازه بذر آنها)، از اهمیت زیادی برخوردار است. شبدر برسیم، علاوه بر دارا بودن ریشه‌های عمیق باعث اصلاح و افزایش میکرواورگانیزم‌های خاک گشته و با همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم تثبیت نیتروژن را انجام می‌دهد که در هم‌جواری با بزرک، باعث کاهش مصرف کودهای نیتروژنه در تولید بزرک می‌شود. هم‌چنین این گیاه به عنوان یک محصول پوششی نقش مهمی در سرکوب علف‌های هرز و افزایش قدرت رقابتی بزرک (به‌عنوان رقیب ضعیف علف‌های هرز) و در نتیجه کاهش مصرف علف‌کش‌های شیمیایی دارد. هم‌چنین باتوجه به کمبود تولید بذر علوفه و نیاز کشور به واردات آن استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط لگوم با سایر گیاهان زراعی در جهت افزایش تولید دانه و علوفه حاصل از آن می‌تواند علاوه بر کاهش فشار بر مراتع و چمن‌زارهای طبیعی باعث افزایش پایداری تولید محصول کشاورزی سالم با کیفیت و ظرفیت بالا گردد. اگرچه مزیت کشت مخلوط شبدر برسیم با بعضی از گیاهان (بیشتر گیاهان علوفه‌ای مانند جو و یولاف) در تحقیقات اندکی مورد بررسی قرار گرفته اما هیچ گزارشی از کشت مخلوط شبدر

جداگانه برای هر سطح کودی صورت گرفت به گونه‌ای که بین هر کرت اصلی حدود دو متر نکاشت در نظر گرفته شد. پس از آماده نمودن بستر مناسب، عملیات کاشت بزرک و شبدر برسیم در ۲۷ اسفند ماه سال ۱۳۹۰ با استفاده از دست و به صورت درهم در عمق یک سانتی‌متر صورت گرفت. کود اوره به صورت سرک و در دو مرحله در تاریخ ۱۵ اردیبهشت و ۹ خرداد ماه سال ۱۳۹۱ داده شد.

به منظور بررسی اثر کشت مخلوط بر کنترل علف‌های هرز در این آزمایش هیچ مبارزه‌ای با علف‌های هرز صورت نگرفت و از آلودگی طبیعی مزرعه استفاده شد. با توجه به جمعیت علف‌های هرز در کرت‌های شاهد، مزرعه از آلودگی یکنواختی نسبت به علف‌های هرز برخوردار بود. در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی محصول، جهت تعیین زیست‌توده علف‌های هرز از کوآدرات‌های یک متر در یک متر در هر کرت آزمایشی استفاده شد. در کلیه کوآدرات‌ها علف‌های هرز کف‌بر و زیست‌توده خشک آنها با قرار دادن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ بزرک و شبدر برسیم از تمام واحدهای آزمایشی یک مترمربع بزرک و شبدر برسیم برداشت و برگ‌های آن از ساقه جدا گردید و شاخص سطح برگ ۱۰٪ وزن کل برگ‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل (OGAWA SEIKI CO., LTD.) اندازه‌گیری شد.

از زمان بسته شدن کانوپی با استفاده از دستگاه لوکس‌متر (مدل LM 37 ساخت کشور آلمان) نور بالا و پایین کانوپی در پنج نقطه مورد استفاده در هر پلات به دست آمد. تفاضل بین نور بالای کانوپی به نور پایین کانوپی برابر با مقدار نور جذب شده توسط تیمار مربوطه بود (۲۴). برای تعیین عملکرد نهایی دانه از هریک از واحدهای آزمایشی به میزان ۲ مترمربع بزرک و شبدر برداشت گردید و پس از خرمن‌کوبی و بوجاری، بذور به دست آمده وزن شدند و عملکرد هر دو محصول به طور میانگین و بر مبنای گرم در مترمربع محاسبه شد. جهت محاسبه نسبت برابری زمین (بر مبنای وزن دانه تولید شده در هکتار) از

برسیم بذری به همراه گیاه بزرک وجود ندارد، هم‌چنین اطلاعاتی در مورد کشت مخلوط بزرک با گیاهان دیگر نیز در دسترس نمی‌باشد. لذا هدف از این مطالعه بررسی چگونگی تأثیرپذیری این دو گیاه تحت مدیریت‌های زراعی مختلف به منظور تولید دانه و بررسی صفات مهم زراعی، در هر کدام از گیاهان مورد کاشت در سیستم تک‌کشتی و مخلوط آنها و نیز بررسی تأثیر کشت مخلوط بر کنترل علف‌های هرز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۱ - ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد در ۴۰ کیلومتری اصفهان انجام شد. محل آزمایش در عرض ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا واقع شده است. خاک مزرعه دارای اسیدیته ۷/۵، جرم مخصوص ۱/۴ و ظرفیت زراعی ۲۳٪ بود. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سه سطح مختلف کود (صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) و آرایش‌های مختلف کاشت (۱۰۰ درصد بزرک خالص با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع، ۱۰۰ درصد شبدر خالص با تراکم ۴۳۰ بوته در مترمربع، ۵۰ درصد بزرک و ۵۰ درصد شبدر برسیم، ۷۰ درصد بزرک و ۷۰ درصد شبدر برسیم، ۵۰ درصد بزرک و ۷۰ درصد شبدر برسیم) در کرت‌های فرعی بودند. در این آزمایش از شبدر برسیم بومی اصفهان و بزرک رقم طالخونچه استفاده شد. هریک از پلات‌های آزمایش شامل پنج خط کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۵ و عرض ۲ متر بود. بین هر کرت فرعی نیم متر نکاشت در نظر گرفته شد. آبیاری واحدهای آزمایشی به فاصله هر ۷ تا ۱۰ روز مطابق نیاز گیاه و طبق آبیاری مرسوم منطقه که به روش غرقابی است، انجام شد. هم‌چنین به منظور جلوگیری از اختلاط سطوح مختلف کودی، آبیاری به صورت

فرمول زیر استفاده شد:

$$(Y1,2)/(Y1,1) + (Y2,1)/(Y2,2) = LER \quad (1)$$

که در آن: $LER =$ نسبت برابری زمین، $Y1,2$: عملکرد گیاه بزرک در حضور گیاه شبدر (کشت مخلوط)، $Y1,1$: عملکرد گیاه بزرک در کشت خالص، $Y2,1$: عملکرد گیاه شبدر برسیم در حضور گیاه بزرک (کشت مخلوط)، $Y2,2$: عملکرد گیاه شبدر برسیم در کشت خالص (۱۵). برای تجزیه واریانس داده‌ها، نخست نرمال بودن داده‌ها و فرض یکنواختی واریانس بین تیمارها مورد ارزیابی قرار گرفت و آنگاه آنالیز واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها انجام شد. محاسبات آماری با نرم افزار SAS (V 9.1) انجام شد و میانگین تیمارها نیز با آزمون (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

وزن خشک علف‌های هرز

اثر سطوح نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد و اثر آرایش کشت در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار شد، درحالی‌که اثر متقابل دو عامل مورد بررسی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۸۶ گرم در مترمربع) و کمترین میزان در سطح کود صفر کیلوگرم نیتروژن (۲۴۲ گرم در مترمربع) به دست آمد (جدول ۲). مقادیر عناصر غذایی وارد شده به خاک توسط کودها، ترکیب و تنوع جوامع علف‌های هرز را تغییر می‌دهد (۲۶). توگای و همکاران (۲۳) بیان کردند با افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار وزن خشک علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در کشت خالص بزرک (۳۵۱ گرم در مترمربع) مشاهده شد و کمترین آن در آرایش‌های مختلف کشت مخلوط به دست آمد. هم‌چنین بین آرایش‌های کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری از این لحاظ وجود نداشت (جدول ۲). با توجه به نتایج جذب نور، کاهش وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای مختلف کشت مخلوط،

می‌تواند به دلیل کارایی بهتر آرایش کشت مخلوط در جذب نور و عدم رسیدن نور به کف کانوپی مخلوط و در نتیجه عدم جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز باشد. به نظر می‌رسد به دلیل معماری مناسب‌تر کانوپی (Canopy architecture) حاصل از کشت مخلوط دو گیاه شبدر و بزرک، توانایی جذب نور نسبت به کشت خالص آنها بهبود یافته باشد. یک گیاه زراعی پابند حتی در صورت کشت در تراکم‌های مطلوب نمی‌تواند به‌طور کامل از تابش موجود استفاده کند، بنابراین محیط نوری بر روی زمین حاوی نور تلف شده‌ای می‌باشد که به وضوح می‌تواند توسط علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد و افزودن یک گیاه دیگر در کرائی مصرف نور از طریق افزایش نسبت نور جذبی بالا اثر می‌گذارد (۲۵). شایگان و همکاران (۲۰) گزارش کردند که کشت مخلوط ذرت و ارزن دمروباهی در کنترل علف‌های هرز موفق عمل کردند و مخلوط ۱۰۰٪ ذرت و ۵۰٪ ارزن دمروباهی، کمترین میزان بیوماس و تراکم علف هرز را دارا بود.

جذب نور توسط کانوپی مخلوط و خالص

سطوح مختلف کود در سطح احتمال ۵ درصد و آرایش‌های مختلف کاشت در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد جذب نور اثر معنی‌داری داشتند. هم‌چنین اثر متقابل این دو عامل بر صفت ذکر شده معنی‌دار نبود (جدول ۱). به دلیل تراکم بالای علف‌های هرز و در نتیجه کاهش سطح برگ بزرک کمترین میزان جذب نور در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن (۷۳/۸ درصد) و بیشترین درصد جذب نور در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸۵/۳ درصد) به دست آمد (جدول ۲). کنزویک و همکاران (۱۲) گزارش نمودند که سبزشدن ۱ تا ۸ بوته تاج‌خروس در هر متر ردیف از کشت ذرت، به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ ذرت را در محدوده ۵ تا ۳۶ درصد کاهش می‌دهد و در نتیجه باعث کاهش میزان جذب نور می‌شود. هم‌چنین بیشترین جذب نور در تراکم ۷۰٪ بزرک، ۷۰٪ شبدر (۹۱/۲ درصد) و کمترین

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثرات کود و آرایش کشت بر وزن خشک علف‌های هرز و جذب نور در کشت مخلوط شبدر برسیم و بزرک

میانگین مربعات			
میانگین مربعات	وزن خشک علف‌های هرز	درجه آزادی	منابع تغییرات
جذب نور			
۷۷۱*	۴۵۷۸ ^{ns}	۲	تکرار
۷۱۳*	۸۸۲۰*	۲	میزان کود
۹۳/۲۳	۱۴۲۲	۴	خطای اصلی
۱۵۵۴**	۲۷۸۰۰**	۵	آرایش کشت
۹۸/۱۴ ^{ns}	۳۱۳۷ ^{ns}	۱۰	اثر متقابل
۶۸/۷۷	۱۴۶۲	۳۰	خطای فرعی

ns، * و ** به ترتیب بیانگر معنی‌دار نبودن و معنی‌دار بودن در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های اثر اصلی کود و آرایش کاشت بر وزن خشک علف‌های هرز و جذب نور

عامل آزمایشی	وزن علف‌های هرز (g/m ²)	جذب نور (%)
سطوح کود نیتروژن (kg/ha)		
صفر	۲۴۲ ^a	۸۳/۸ ^a
۳۰	۲۵۹ ^a	۸۵/۳ ^a
۶۰	۲۸۶ ^b	۷۳/۸ ^b
آرایش کاشت		
۵۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۲۱۵ ^a	۸۹/۴ ^a
۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۲۱۶ ^a	۹۱/۲ ^a
۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۲۳۷ ^a	۸۸ ^a
۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۲۴۳ ^a	۸۸/۴ ^a
کشت خالص شبدر	۳۱۱ ^b	۶۸/۷ ^b
کشت خالص بزرک	۳۵۱ ^c	۶۰/۱ ^c

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

مخلوط گندم و شبدر قرمز بیان کردند که، شاخص سطح برگ این دو گیاه نسبت به کشت خالص بالاتر بود، که منجر به استفاده بهینه کانوپی از نور دریافتی شد.

ارتفاع و شاخص سطح برگ (LAI) بزرک

اثر سطوح مختلف کود، آرایش‌های مختلف کاشت و اثر متقابل

مقدار در بزرک خالص (۶۰/۱٪) به‌دست آمد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد مجموعه‌ای از عوامل نظیر معماری بهتر کانوپی، افزایش سطح برگ کانوپی مخلوط و تراکم‌پذیری بهتر کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی باعث شده باشد که تمامی آرایش‌های مخلوط نسبت به تک‌کشتی در جذب نور موفق‌تر عمل کنند. سینگر و همکاران (۲۱) در کشت

شیدر در این تیمار، هم‌چنین افزایش رشد رویشی مناسب‌تر این گیاه به دلیل تأمین مقدار مناسب کود استارتر جهت تثبیت بیولوژیکی ازت و در نتیجه افزایش قدرت رقابتی آن در برابر بزرگ می باشد. به بیان دیگر شیدر در سطح کودی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار احتمالاً به دلیل تثبیت بهتر بیولوژیکی نیتروژن و هم‌چنین غلبه بر علف‌های هرز، رشد رویشی مناسب‌تری را داشته است. در سطح کودی صفر احتمالاً به دلیل عدم تأمین نیتروژن استارتر برای تشکیل گره و در سطح کودی ۶۰ به دلیل رشد بیشتر علف‌های هرز، شیدر به حداکثر رشد رویشی و گسترش سطح برگ نرسیده است. در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین شاخص سطح برگ بزرگ در تیمار ۷۰٪ بزرگ، ۷۰٪ شیدر (۱/۹۶) و کمترین میزان شاخص سطح برگ در آرایش کشت مخلوط، ۵۰٪ بزرگ، ۷۰٪ شیدر (۱/۶) به دست آمد (جدول ۵). در این آرایش کشت مخلوط، به دلیل افزایش رشد علف‌های هرز (جدول ۲) شاخص سطح برگ بزرگ کاهش یافته است. محققان دیگری نیز کاهش شاخص سطح برگ گیاه زراعی و نهایتاً کاهش عملکرد را در اثر تداخل با علف‌های هرز گزارش کرده‌اند (۷).

عملکرد بزرگ

مصرف کود و آرایش‌های مختلف کشت در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک و دانه بزرگ داشت (جدول ۳). اثر متقابل الگوی کاشت و سطوح کاربرد کود بر عملکرد بیولوژیک بزرگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک بزرگ در کشت خالص این گیاه و در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۱۸۸ گرم بر مترمربع) به دست آمد. در تمام تیمارهای مختلف کودی بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار خالص بزرگ می باشد (جدول ۵). این موضوع به دلیل تراکم بالای این محصول در کشت خالص است. در کشت مخلوط سویا با سورگوم، عملکرد بیولوژیکی سویا تا ۳۰ درصد نسبت به کشت خالص این گیاه کاهش یافت (۹).

آنها بر ارتفاع بوته بزرگ معنی‌دار نبود (جدول ۳ و ۴). تأثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن، آرایش‌های مختلف کشت و اثر متقابل آنها بر شاخص سطح برگ بزرگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳ و ۴). بیشترین شاخص سطح برگ بزرگ به دلیل تراکم بالای بزرگ، در کشت خالص این گیاه و در سطح کود صفر (۳/۴) به دست آمد. در این تیمار کودی کمترین شاخص سطح برگ در تراکم ۵۰٪ بزرگ، ۵۰٪ شیدر (۲/۲) به دست آمد که این موضوع احتمالاً به دلیل تراکم پائین هر دو محصول بود. این گونه به نظر می‌رسد که در سطح کود صفر هرچه تراکم کشت مخلوط و به خصوص تراکم بزرگ زیاد شود به دلیل سرکوب بهتر علف‌های هرز شاخص سطح برگ بزرگ بیشتر می‌شود به گونه‌ای که، بیشترین شاخص سطح برگ بزرگ بعد از کشت خالص این گیاه در تیمار ۷۰٪ بزرگ، ۷۰٪ شیدر (۲/۹۲) به دست آمد. علی‌زاده (۲) طی آزمایش خود در کشت مخلوط لوبیا و ریحان رویشی بیان کرد که بیشترین شاخص سطح برگ در کشت خالص لوبیا بود و کمترین شاخص سطح برگ در تیماری بود که در آن لوبیا کمترین تراکم را دارا بود. شاخص سطح برگ بزرگ خالص در تیمار کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۳/۰۶) کمتر از سطح کود صفر و بیشتر از سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲/۹) بود که این موضوع احتمالاً به دلیل افزایش تراکم علف هرز به دلیل مصرف زیاد کود نیتروژن در سطح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می باشد. گراهام و همکاران (۱۰) بیان کردند که افزایش جمعیت علف‌های هرز باعث کاهش سطح و دوام برگ محصول و در نتیجه افت عملکرد شد. در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین شاخص سطح برگ بزرگ بعد از کشت خالص در تیمار ۷۰٪ بزرگ، ۵۰٪ شیدر (۲/۸۶) به دست آمد که می‌تواند به دلیل تراکم بالای بزرگ و تراکم پائین شیدر و در نتیجه افزایش قدرت رقابتی بزرگ باشد. در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و در تیمار ۷۰٪ بزرگ، ۷۰٪ شیدر کمترین شاخص سطح برگ بزرگ (۱/۷۷) به دست آمد. دلیل این موضوع غالب شدن شیدر بر بزرگ به دلیل تراکم بالای

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثرات کود و آرایش کشت بر صفات مختلف بزرک در کشت خالص و مخلوط شبدر برسیم و بزرک

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بزرک	شاخص سطح برگ (LAI)	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه بزرک
تکرار	۲	۹/۸۳	۰/۴۸	۴۶/۸۴	۱/۱۵
میزان کود	۲	۵۴/۳۱ ^{ns}	۲/۱۹**	۴۵۳۳**	۱۴۱۶**
خطای اصلی	۴	۱۱۵	۰/۰۹	۱۴۳	۶/۲۷
آرایش کاشت	۴	۱۱۱ ^{ns}	۱/۴۳**	۷۳۰۴**	۴۲۳**
اثر متقابل	۸	۶۸/۳۱ ^{ns}	۰/۳۷**	۲۱۱**	۱۰/۳۶ ^{ns}
خطای فرعی	۲۴	۴۲/۴۴	۰/۰۹۸	۴۲/۶۷	۷/۴۴

ns و ** به ترتیب بیانگر معنی دار نبودن و معنی دار بودن در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد

خشک علف‌های هرز در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۳۶/۲ گرم در مترمربع) به دست آمد (جدول ۴). در کشت مخلوط لویسا و ذرت، لویسا به خوبی فضای بین ردیف‌های کشت را پوشانده و علف‌های هرز ذرت را کنترل نمود و باعث افزایش عملکرد ذرت گردید (۱۸). به دلیل تراکم بالای بزرک بیشترین عملکرد دانه بزرک در کشت خالص (۵۹/۵ گرم در مترمربع) به دست آمد و اختلاف معنی داری با سایر آرایش‌های کاشت داشت (جدول ۴). با توجه به اینکه داده‌های به دست آمده از عملکرد نسبی بزرک بیشتر از ۵۰٪ بود، می‌توان سودمندی کشت مخلوط را نسبت به کشت خالص بزرک نتیجه گرفت. اثر متقابل کود و آرایش‌های مختلف کشت بر عملکرد بزرک معنی دار نشد (جدول ۳).

ارتفاع و شاخص سطح برگ (LAI) شبدر برسیم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر معنی دار شدن اثر کود در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع شبدر بود (جدول ۶). بیشترین و کمترین ارتفاع به ترتیب مربوط به سطح کودی ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸۸/۷ و ۷۰/۹ سانتی‌متر) بود (جدول ۷). بین آرایش‌های مختلف کاشت و اثر متقابل

در سطح کود صفر بیشترین عملکرد بیولوژیک بزرک در کشت مخلوط به دلیل تراکم بالاتر آن در آرایش کاشت ۷۰٪ بزرک، ۷۰٪ شبدر (۱۳۹ گرم بر مترمربع) و کمترین عملکرد بیولوژیک بزرک به دلیل تراکم کمتر آن در آرایش کاشت ۵۰٪ بزرک، ۵۰٪ شبدر (۱۱۸ گرم بر مترمربع) به دست آمد. هم‌چنین در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیک بزرک احتمالاً به دلیل گسترش سطح برگ مناسب‌تر بزرک در کشت مخلوط در تیمار ۵۰٪ بزرک، ۷۰٪ شبدر (۱۳۲ گرم بر مترمربع) و کمترین مقدار این صفت نیز احتمالاً به دلیل سطح برگ کمتر بزرک در آرایش کاشت ۷۰٪ بزرک، ۷۰٪ شبدر (۱۱۲ گرم بر مترمربع) به دست آمد. در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کشت مخلوط بیشترین عملکرد بیولوژیک بزرک به دلیل عدم رشد مناسب شبدر و غلبه بزرک در تیمار آرایش کاشت ۷۰٪ بزرک، ۷۰٪ شبدر (۹۸/۳ گرم بر مترمربع) و کمترین مقدار به دلیل تراکم کمتر بزرک در آرایش کاشت ۵۰٪ بزرک، ۷۰٪ شبدر (۷۸/۹ گرم بر مترمربع) به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه بزرک در سطح کود صفر (۵۳/۱ گرم در مترمربع) و کمترین میزان این صفت به دلیل افزایش وزن

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های اثر اصلی کود و آرایش کاشت بر صفات بزرگ در کشت خالص و مخلوط بزرگ و شبدر برسیم

عامل آزمایش	ارتفاع بوته بزرگ (cm)	شاخص سطح برگ (LAI)	عملکرد بیولوژیک (g/m ²)	عملکرد دانه (g/m ²)	سطوح کود نیتروژن (kg/ha)
صفر	۶۲ ^a	۲/۷۳ ^a	۱۳۹ ^a	۵۳/۱ ^a	۰
۳۰	۶۰/۷ ^a	۲/۵۸ ^a	۱۳۸ ^a	۵۲/۸ ^a	۳۰
۶۰	۵۸/۲ ^a	۲/۰۰ ^b	۱۰۸ ^b	۳۶/۲ ^b	۶۰
آرایش کاشت					
۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ	۶۲/۴ ^a	۲/۴۷ ^b	۱۱۸ ^b	۴۵/۵ ^b (۰/۷۶)	۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ
۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ	۶۱/۴ ^a	۲/۲۲ ^b	۱۱۶ ^b	۴۵/۱ ^b (۰/۷۵)	۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ
۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ	۶۱/۶ ^a	۲/۱۷ ^b	۱۱۴ ^b	۴۳/۳ ^b (۰/۷۲۱)	۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ
۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ	۶۲/۱ ^a	۲/۲ ^b	۱۱۵ ^b	۴۳/۵ ^b (۰/۷۲۵)	۷۰٪ شبدر - ۳۰٪ بزرگ
کشت خالص بزرگ	۵۴/۱ ^b	۳/۱۲ ^a	۱۷۹ ^a	۵۹/۵ ^a	کشت خالص بزرگ

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد با هم اختلاف اختلاف معنی داری ندارند. مقادیر داخل پرانتز عملکرد نسبی بزرگ در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن می‌باشد.

سطح برگ (۴/۱۷) در این آرایش کاشت بود (جدول ۷). اثر متقابل کود و آرایش مختلف کاشت بر شاخص سطح برگ شبدر معنی دار نبود (جدول ۶).

نسبت برابری زمین (LER)

یکی از مهم‌ترین دلایل کشت دو یا چند گیاه با هم، افزایش تولید و استفاده حداکثری از واحد سطح زمین می‌باشد. با افزایش تراکم بزرگ و شبدر در آرایش‌های کشت مخلوط بر میزان LER افزوده شد که دلیل آن افزایش عملکرد نسبی هر دو محصول در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آنها بود (جدول ۸). مقادیر LER در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سطح کود صفر بیشتر بود (جدول ۸)، که به نظر می‌رسد دلیل آن تأمین کود استارتر برای شبدر و رشد رویشی این گیاه و سرکوب علف‌های هرز در این سطح کود بود که در نتیجه باعث افزایش عملکرد نسبی هر دو محصول نسبت به کشت خالص شد. میزان این افزایش در آرایش کاشت ۷۰٪ بزرگ، ۷۰٪ شبدر بارزتر بود. پالو و

دو عامل مورد بررسی اختلاف معنی داری از نظر ارتفاع وجود نداشت (جدول ۶).

اثر کود و اثر آرایش کشت بر شاخص سطح برگ شبدر به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۶). بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ شبدر به ترتیب در تیمار کود ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۴/۲۹ و ۳/۵۶) به دست آمد (جدول ۷). در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دلیل استفاده بهتر علف‌های هرز از کود، جمعیت آنها زیاد شد و در نتیجه شاخص سطح برگ شبدر کاهش یافت. گالشی و حیدری در تحقیق خود روی تأثیر نیترات بر صفات رشد و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در شبدر زیززمینی دریافتند که حداکثر شاخص سطح برگ در این گیاه در میزان متوسط نیتروژن (۵/۲ میلی مول نیترات پتاسیم) به دست آمد (۸). افزایش نیتروژن قابل دسترس باعث افزایش سایه‌اندازی و رقابت برای رسیدن به نور در کشت مخلوط گیاه علفه‌ای دیجیتاریا و بادام‌زمینی شد (۶). هم‌چنین به دلیل تراکم بالای شبدر خالص بیشترین شاخص

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کودی و تراکم‌های مختلف کاشت برای صفات شاخص سطح برگ و عملکرد بیولوژیک بزرگ در کشت مخلوط شبدر برسیم و بزرگ

عامل آزمایشی	سطوح کود نیتروژن (kg/ha)	آرایش کاشت	شاخص سطح برگ (LAI)	عملکرد بیولوژیک (g/m ²)
صفر	۳۰	کشت خالص بزرگ	۳/۴ a	۱۸۵ a
		۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرگ	۲/۲ df	۱۱۸ ef
		۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرگ	۲/۹۲ a-c	۱۳۹ c
		۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرگ	۲/۳۶ c-e	۱۲۵ d-f
		۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرگ	۲/۷۷ b-d	۱۲۹ c-e
۶۰	۶۰	کشت خالص بزرگ	۳/۰۶ ab	۱۸۸ a
		۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرگ	۲/۵۶ b-d	۱۲۸ c-e
		۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرگ	۱/۷۷ f	۱۱۲ f
		۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرگ	۲/۶۳ b-d	۱۳۲ cd
		۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرگ	۲/۸۶ a-c	۱۳۱ c-e
۶۰	۶۰	کشت خالص بزرگ	۲/۹ a-c	۱۶۶ b
		۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرگ	۱/۷۶ f	۹۵/۷ g
		۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرگ	۱/۹۶ ef	۹۸/۳ g
		۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرگ	۱/۶ f	۸۷/۹ g
		۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرگ	۱/۷۸ ef	۹۶/۴ g

در هر ستون و برای هر صفت، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس اثرات کود و آرایش کشت بر صفات مختلف شبدر برسیم و مخلوط شبدر برسیم و بزرگ

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد دانه شبدر	عملکرد بیولوژیک	شاخص سطح برگ (LAI)	ارتفاع شبدر		
۶۶/۰۶ ^{ns}	۳۲۳/۲۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۱۳۵/۷۳ ^{ns}	۲	تکرار
۸۱۳*	۱۱۱۲*	۲/۲۱*	۱۵۶۹*	۲	میزان کود
۸۶/۵۳	۱۴۱	۰/۱۵	۱۳۲/۷۳	۴	خطای اصلی
۱۵۲۲**	۸۴۲۴**	۰/۳۳**	۲۴/۵۷ ^{ns}	۴	آرایش کاشت
۳۲/۵۳ ^{ns}	۱۳۲ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۴۴/۵۲ ^{ns}	۸	اثر متقابل
۲۸/۷۳	۱۱۴	۰/۶	۷۸/۱۶	۲۴	خطای فرعی

ns، * و ** به ترتیب بیانگر معنی‌دار نبودن و معنی‌دار بودن در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های اثر اصلی کود و آرایش کاشت بر صفات مختلف شبدر برسیم در کشت خالص و مخلوط شبدر برسیم و بزرک

عامل آزمایش	ارتفاع ساقه شبدر (cm)	شاخص سطح برگ (LAI)	عملکرد بیولوژیک (g/m ²)	عملکرد دانه شبدر (g/m ²)
سطوح کود نیتروژن (kg/ha)				
صفر	۸۸/۶ ^a	۳/۷۲ ^b	۱۳۲ ^b	۶۱/۱ ^b
۳۰	۸۸/۷ ^a	۴/۲۹ ^a	۱۴۶ ^a	۷۲/۶ ^a
۶۰	۷۰/۹ ^b	۳/۵۶ ^b	۱۳۱ ^b	۵۸/۸ ^b
آرایش کاشت				
۵۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۸۲/۸ ^a	۳/۷۲ ^b	۱۲۳ ^b	۵۷/۶ ^b (۰/۶۶)
۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۸۴/۱ ^a	۳/۹۱ ^b	۱۲۵ ^b	۶۰/۷ ^b (۰/۶۹)
۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۸۱/۹ ^a	۳/۷۸ ^b	۱۲۳ ^b	۵۷/۸ ^b (۰/۶۶)
۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۸۰/۵ ^a	۳/۷۱ ^b	۱۱۹ ^b	۵۷/۳ ^b (۰/۶۵)
کشت خالص شبدر	۸۴/۵ ^a	۴/۱۷ ^a	۱۹۱ ^a	۸۷/۳ ^a

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد باهم اختلاف معنی‌داری ندارند. مقادیر داخل پرانتز عملکرد نسبی شبدر برسیم در مخلوط نسبت به کشت خالص آن می‌باشد.

جدول ۸. میانگین عملکرد نسبی و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط بزرک و شبدر برسیم

عامل آزمایشی	آرایش کاشت	عملکرد نسبی بزرک	عملکرد نسبی شبدر	LER
سطح کود نیتروژن (kg/ha)				
صفر	۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۰/۸۱	۰/۶۰	۱/۴۲
	۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۰/۸۰	۰/۶۶	۱/۴۶
	۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۰/۷۸	۰/۶۱	۱/۴۰
	۵۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۰/۸۱	۰/۶۳	۱/۴۵
۳۰	۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۰/۷۳	۰/۷۷	۱/۵۰
	۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۰/۸۰	۰/۷۷	۱/۵۸
	۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۰/۷۶	۰/۷۵	۱/۵۱
	۵۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۰/۷۶	۰/۷۵	۱/۵۲
۶۰	۵۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۰/۶۱	۰/۶۰	۱/۲۲
	۷۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۰/۶۴	۰/۶۴	۱/۲۸
	۷۰٪ شبدر - ۵۰٪ بزرک	۰/۶۳	۰/۵۹	۱/۲۲
	۵۰٪ شبدر - ۷۰٪ بزرک	۰/۷۰	۰/۵۹	۱/۲۹

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد در کشت مخلوط شبدر برسیم بذری و بزرگ افزایش بیش از حد کود نیتروژن باعث افزایش وزن خشک علف‌های هرز می‌شود و افزایش وزن خشک علف‌های هرز سبب کاهش شاخص سطح برگ، کاهش درصد جذب نور جهت فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود. بر همین اساس کمترین میزان عملکرد بزرگ و شبدر برسیم در تیمار کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمد. به‌دلیل تراکم بالای بزرگ و شبدر برسیم در کشت خالص، بالاترین عملکرد این دو گیاه در این آرایش کاشت به‌دست آمد. ولی با توجه به عملکرد نسبی بیشتر از ۵۰٪ بزرگ و شبدر برسیم در آرایش‌های مختلف کاشت مخلوط و همچنین نسبت برابری زمین (LER) بزرگتر از یک، می‌توان سود مندی کشت مخلوط این دو گیاه را نسبت به کشت خالص آنها نتیجه گرفت. به‌طورکلی نتایج این آزمایش بیان می‌کند که کشت مخلوط این دو گیاه علاوه بر سرکوب مناسب علف‌های هرز، افزایش درصد جذب نور خورشید در آرایش‌های مختلف کشت مخلوط و مصرف بهینه کود نیتروژن، باعث عملکرد نسبی بالاتری نسبت به کشت خالص هریک از این دو گیاه گردید.

همکاران (۱۵) در آزمایشی که بر کشت مخلوط ذرت و سویا تحت سطوح مختلف کود انجام دادند بیان کردند که با زیاد شدن مقدار نیتروژن میزان LER زیاد می‌شود. کمترین میزان LER در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. در سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دلیل افزایش وزن خشک علف‌های هرز عملکرد هر دو محصول کاهش یافته و باعث کاهش LER شد (جدول ۸). این نتایج نشان می‌دهد که میزان تأثیر تراکم بر موفقیت کشت مخلوط به فراهمی مقدار مناسب نیتروژن بستگی دارد. بالاترین میزان LER در آرایش کاشت ۷۰٪ بزرگ، ۷۰٪ شبدر و در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن (۱/۵۸) به‌دست آمد (جدول ۸). مقدم و همکاران (۱۴) در کشت مخلوط ذرت و ماش سبز گزارش کردند که بیشترین میزان LER به تیمار ۱۰۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد ماش با میزان ۱/۴۳ تعلق دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده و بالاتر بودن LER در تمام تیمارهای مختلف کشت مخلوط، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به کشت خالص آنها برتری داشته است.

منابع مورد استفاده

- Ahlatwat, I. P. S. and B. Gangaiah. 2010. Effect of land configuration and irrigation on sole and linseed (*Linum usitatissimum*) intercropped chickpea (*Cicer arietinum*). *Indian Journal of Agricultural Science* 80: 250–253.
- Alizade, Y., A. Kochaki and N. Nasiri mahalati. 2010. Evaluation of absorption and efficiency of light use in mixed cropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and growing basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Ecological Agriculture* 2: 94- 104 (In Farsi).
- 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.
- Baumann, D. T., L. Bastiaans, J. Goudriaan, H. H. V. Laar and M. J. Krop. 2002. Analyzing crop yield and plant quality in an intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. *Agricultural Systems* 73: 173–203.
- Baumann, D. T., M. J. Kropff and L. Bastiaans. 2000. Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research* 40: 359–374.
- Cruz, P. A. and H. Sinoquet. 2003. Competition for light and nitrogen during a regrowth cycle in a tropical forage mixture. *Field Crops Research* 36: 21- 30.
- Daugovish, O., D. J. Lyon and D. D. Baltensperger. 1999. Cropping systems to control winter annual grasses in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technology* 13: 120- 126.
- Galeshi, S. and H. Hedari. 2002. Effect of nitrate on growth and biological nitrogen fixation in Subterranean clover (*Trifolium subterranean* L.). *Agricultural Science and Technology* 16: 68- 73 (In Farsi).

9. Ghosh, P. K., M. C. Manna, K. K. Bandyopadhyay, A. K. Ajay Tripathi, R. H. Wanjari, K. M. Hati, A. K. Misra, C. L. Acharya and A. Subba Rao. 2006. Inter-specific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. *Agronomy Journal* 98: 1097- 1108.
10. Graham, D. L., J. L. Steiner and A. F. Wice. 1988. Light absorption and competition in mix sorghum- pig Weed communities. *Agronomy Journal* 80: 415- 418.
11. Keating, B. A., P. S. Carberry. 1993. Resource capture and use in intercropping: solar radiation. *Field Crops Research* 34: 273– 301.
12. Kenzevic, Z. S., S. F. Weise and C. J. Swanton. 1994. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in corn (*Zea mays* L.). *Weed Science* 42: 568- 578.
13. Moreir, N. 1989. The effect of seed rate and nitrogen fertilizer on the yield and nutrient value of oat-vetch mixtures. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 112: 57- 66.
14. Nakhzari moghadam, A., M. Chaichi, D. Mazaheri, H. Rahimiyan mashhadi, N. Majnon hoseini and A. Norinia. 2009. Effect of Corn and green gram intercropping on yield, LER and some qualitative properties of forage. *Journal of Agronomy and Crop Science* 40: 151- 159 (In Farsi).
15. Palu, R., B. Kalu, J. Norman and D. Adedzwa. 1988. N and P fertilizer use in soybean and maize mixture. *Journal of Agronomy and Crop Science* 160: 132- 140.
16. Pilbeam, C. J., R. Okalebo, L. Simmonds and K. W. Gathua. 1994. Analysis of maize-common bean intercrops in semi-arid Kenya. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 123: 191- 198.
17. Qamar, I. A., J. D. H. Keating, T. Normohammad, A. Ali and M. Ajmalkhan. 1999. Interduction and management of vetch/barley forage mixture in the rainfed areas of Pakistan: Forage yield. *Journal of Agricultural Research* 50: 1- 9.
18. Salmon, E. 1990. Maize-bean intercropping system in Nicaragua, Effect of plant arrangements and population density on land equivalent Ratio (LER), Relative yield Total (RYT) and weed abundance. *Agricultural Sciences* 148: 35- 40.
19. Scholes, C., S. A. Clay and K. Brix-Daris. 1995. Velvetleaf effect on corn growth and yield in South Dakota. *Weed Technology* 9: 665- 668.
20. Shayegan, M., D. Mazaheri, H. Rahimian Mashhad. A. peyghambari. 2008. Date of planting and mixed cropping of maize (*Zea mays* L.) and fox-tail millet (*Setaria italiclica* L.) on grain yield and weed control. *Iranian Journal of Crop Science* 10: 31- 46 (In Farsi).
21. Singer, J., T. Sauer, B. Blaser and D. Meek. 2007. Radiation use efficiency in dula winter cereal forage production systems. *Agronomy Journal* 99: 1175– 1179.
22. Tang, C., P. Hinsinger, G. Dervon and B. Jaillard. 2001. Phosphorus deficiency impairs early nodule functioning and enhances release in roots of (*Medicago truncatula* L.). *Annals of Botany* 88: 131- 138.
23. Togay, N., I. Tepe, Y. Togay and F. Cig. 2009. Nitrogen levels and application methods affect weed biomass, yield and yield components in Tir wheat (*Triticum aestivum*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 37: 105-111.
24. Tsubo, M., S. Walker and E. Mukhala. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping systems with different row orientations. *Field Crops Research* 71: 17– 29.
25. Vandermeer, J. 1992. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, Great Britain.
26. Yin, L., Z. Cai and W. Zhong. 2006. Changes in weed community diversity of maize crops due to long-term fertilization. *Crop Protection* 25: 910- 914.
27. Zhang, L., W. V. Werf, S. Zhang, B. Li and J. H. J. Spiertz. 2007. Growth, yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. *Field Crops Research* 103: 178– 188.

The Combined Effect of Different Nitrogen Levels and Planting Arrangement on Weed Interference with Linseed and Seed Berseem Clover Intercropping

V. Reihani¹, H. Karimmojeni^{2*}, A. Heidari¹, M. H. Ehtemam³ and M. Zahedi²

(Received: October 7-2014; Accepted: September 26-2015)

Abstract

Intercropping is one of the effective components of sustainable agriculture. In order to assess the effects of nitrogen application and planting arrangement on linseed and berseem clover leaf area, light absorption and their yield an experiment was conducted as a split plot based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm of College of Agriculture, Isfahan University of Technology in 2012. The main plots included three nitrogen rates (0, 30 and 60 kg/ha of nitrogen) and subplots were different planting arrangement of linseed and berseem clover (monoculture of linseed, 70% linseed: 70% berseem clover, 70% linseed: 50% berseem clover, 50% linseed: 50% berseem clover, 50% linseed: 70% berseem clover, monoculture of berseem clover). The highest weed dry weight (286 g/m²) was obtained in monocultures of linseed when 60 kg/ha nitrogen was applied. The highest percentage of light absorption (85.3%) was achieved at different planting arrangements with application of 30 kg/ha nitrogen. The highest seed yield of linseed (53.19 g/m²) and berseem clover (72.6 g/m²) were obtained in monocultures and 0 and 30 kg/ha nitrogen treatments, respectively. In general, linseed and berseem clover intercropping with application of 30 kg/ha nitrogen were proven beneficial as they led to the greater yield and successful weed control.

Keywords: Land equivalent ratio, seed yield, Leaf area, Light absorption

1, 2, 3. Graduate MSc. Students, Associate Professors and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

*. Corresponding Author, Email: kmojeni@cc.iut.ac.ir