نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۵ ، آذر - دی ۱۳۸۹، ص ۷۵۷-۷۴۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 5, Nov. – Dec. 2010, p. 747-757

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی

فرزین پورامیر[1*]- علیرضا کوچکی[2]- مهدی نصیری محلاتی[3] - رضا قربانی[4]

تاریخ دریافت:۸۷/۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۱۲

چکیده

این آزمایش به منظور ارزیابی کشت مخلوط کنجد و نخود تحت شرایط آب و هوایی مشهد اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح اسپیلت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی با دو فاکتور شامل فاکتور اصلی A (روش کاشت) که از دو سطح a1 (کشت به صورت ردیفی) و a2 (کشت درهم) و فاکتور B (الگوی کاشت جایگزینی) که از پنج سطح b1 (تک کشتی نخود)، b2 (۷۵٪ نخود +۲۵٪ کنجد)، b3 (۵۰٪ نخود +۵۰٪ کنجد)، b4 (۲۵٪ نخود +۷۵٪ کنجد)، b5 (تک کشتی کنجد) به عنوان نسبت های کاشت تشکیل شده بود در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان دادکه نسبت برابری زمین به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت، به طوری که نسبت های ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود در کشت ردیفی به ترتیب با ۱/۴۱ و ۱/۳۴ دارای بیشترین و تیمار ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود در کشت درهم با ۰/۹۴ دارای کمترین نسبت برابری زمین بودند. بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش کشت مخلوط کنجد و نخود با نسبت های۵۰٪ تراکم مطلوب کنجد + ۵۰٪ تراکم مطلوب نخود و همچنین ۲۵٪ تراکم مطلوب کنجد + ۷۵٪ تراکم مطلوب نخود در شرایط مشهد قابل توجه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، شاخص برداشت، نسبت برابری زمین، کشت مخلوط ردیفی

مقدمه

هدف از کشت مخلوط در سیستم‌های زراعی، بهینه سازی استفاده از فضا، زمان و منابع فیزیکی در هر دو قسمت بالا و پایین خاک، از طریق به حداکثر رساندن اثرات مثبت و به حداقل رساندن اثرات منفی (رقابت) در بین اجزا می‌باشد (۳۰). به طور کلی از دیگر دلایل استفاده از کشت‌های مخلوط می‌توان به افزایش تولید در واحد سطح، استفاده بهتر از منابع موجود از قبیل زمین، کار، زمان، آب و عناصر غذایی، کاهش خسارات ناشی از آفات و بیماریها و برتری اقتصادی اشاره کرد (۲۱ و ۲۷). کشت مخلوط در مناطق خشک و نیمه خشک (نظیر ایران) می‌تواند به عنوان یک راهکار به منظور حداکثر استفاده از تشعشع بالای خورشیدی و منابع کم آبی به کار رود (۳۴).

کنجد (*Sesamum indicum* L.) به عنوان یکی از دانه‌های روغنی مهم خصوصاً در مناطق گرم و خشک محسوب می‌شود (۱۱). کنجد حاوی ۵۰٪ روغن خوراکی می‌باشد این در حالی است که کنسانتره بذر آن نیز حاوی ۴۲٪ پروتئین غنی از تریپتوفان و متیونین است که غذای خوبی برای مرغ های تخم گذار و دام های شیرده می‌باشد (۲۳ و ۲۴). سطح زیر کشت کنجد در ایران ۴۰ هزار هکتار با میانگین تولید سالیانه ۲۸ هزار تن می‌باشد (۲۸). میانگین عملکرد کنجد در ایران ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار است (۲۸). نقش بقولات نیز به عنوان منبع مهمی در جیره غذایی انسان، تغذیه دام و افزایش حاصلخیزی خاک شناخته شده است (۲۳و۳۰). با توجه به این که **نخود** (*Cicer arietinum* L.) در ایران بخش اعظم سطح زیر کشت حبوبات را دارا می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که این گیاه نسبت به سایر حبوبات، سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی کشور داشته و با توجه به محدودیت‌های موجود در تأمین پروتئین‌های حیوانی، می‌تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز کشور را تأمین نماید (۶). نخود با ۸۰۲ هزار هکتار سطح زیر کشت تقریبا ۶۴ درصد سطح زیر کشت حبوبات را در کشور به خود اختصاص داده است (۲۸). خصوصیاتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده است که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی ایفا نماید. این گیاه به دلیل تثبیت نیتروژن یکی از گیاهان مناسب برای کشت مخلوط با گیاهان

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، استاد، استاد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: agro_ferdowsi@yahoo.com)

غیر لگوم می باشد و نتایج بسیاری از آزمایشات این موضوع را به اثبات رسانده است.

حسینی و همکاران (۱۰) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط لوبا چشم بلبلی و ارزن علوفه‌ای انجام دادند مشاهده کردند که میزان عملکرد محصول در کشت مخلوط در نسبت ۵۰٪ ارزن علوفه‌ای + ۵۰٪ لوبیا چشم بلبلی، ۳۷٪ بیشتر از تک کشتی است. ارزیابی کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا نشان داد که مخلوط این دو گیاه در کلیه تیمارها موجب افزایش نسبت برابری زمین شده است و در این میان تراکم ۶۶/۷ بوته در متر مربع و نسبت اختلاط ۶۷/۳۳ سویا / سورگوم باعث افزایش عملکرد تا ۳۰ درصد گردید (۴).

مولیک و همکاران (۲۹) نشان دادند که در کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیای سودانی نسبت برابری زمین به ۱/۲۳ افزایش یافت. در آزمایشی دیگر ونوگوپال و همکاران (۲۶) مخلوط آفتابگردان و لوبیای سودانی را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که با افزایش میزان کود، سود حاصله افزایش یافت و در تحقیقی دیگر اوجینالی و همکاران (۳۵) دریافتند که علیرغم کاهش عملکرد دانه آفتابگردان و لوبیای سودانی در کشت مخلوط، در کل نسبت برابری زمین[1] (LER) به ۱/۵۱ افزایش یافت و بیشترین سود خالص حاصل شد.

آبراهام و سینگ (۲۰) دریافتند که کشت ردیفی هر یک از چهار گونه بقولات یکساله (لوبیا چشم بلبلی علوفه‌ای، لوبیا چشم بلبلی دانه‌ای، ماش سبز و سویا) با سورگوم باعث افزایش عملکرد و محتوای نیتروژن سورگوم و کنترل علف های هرز در حدی کمتر از آلودگی در کشت خالص سورگوم شدند. در تحقیقی که بر روی کشت مخلوط گندم و نخود انجام گرفت؛ مشاهده شد که عملکرد نخود به طور معنی‌داری کاهش یافت ولی در عین حال تولید کل و کارایی مصرف زمین در هر دو گیاه بیشتر بود (۲۲). رحیمی و همکاران (۱۲) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط جایگزینی ذرت و سویا انجام دادند، مشاهده کردند که عملکرد مخلوط در دو تیمار ۵۰٪ سویا + ۵۰٪ ذرت و ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت بیشتر از تک کشتی این دو گیاه بود.

چن و همکاران، (۲۵) درآزمایشی که بر روی کشت مخلوط جو و نخود انجام دادند؛ مشاهده کردند که کشت مخلوط نیاز کودی به نیتروژن را کاهش داده و عملکرد بیوماس بالاتر و نسبت برابری زمین بیشتری در مقایسه با تک کشتی ایجاد می‌کند. در تحقیقی که بر روی کشت مخلوط نخود فرنگی و جو صورت گرفت، مشاهده شد که عملکرد مخلوط به مراتب بالاتر از کشت خالص هر کدام از آنها بود و کارایی کشت مخلوط در استفاده از منابع ۳۸-۲۵ درصد بیشتر از کشت خالص بود (۳۱). رضایی و تاج بخش (۱۳) مشاهده کردند که عملکرد دانه سویا در کشت مخلوط ارقام کلارک و ویلیامز با نسبت ۱ : ۱ بیشتر از تک کشتی این ارقام بود.

مطالعه حاضر به منظور بررسی پتانسیل تولید سیستم‌های کشت مخلوط کنجد-نخود تحت الگوی کاشت جایگزینی در شرایط آبی در مشهد، می‌باشد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (عرض جغرافیایی; ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی; ۵۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا، ۹۸۵ متر) انجام شد. آزمایش در قالب طرح اسپیلت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی با دو فاکتور اصلی شامل فاکتور A (روش کاشت) که از دو سطح a1 (کشت به صورت ردیفی) و a2 (کشت درهم) تشکیل شده بود و فاکتور B (الگوی کاشت جایگزینی) که شامل پنج سطح b1 (تک کشتی نخود)، b2 (۷۵٪ نخود +۲۵٪ کنجد)، b3 (۵۰٪ نخود +۵۰٪ کنجد)، b4 (۲۵٪ نخود +۷۵٪ کنجد)، b5 (تک کشتی کنجد) بود با سه تکرار انجام شد.

برای نخود از رقم ILC482 و برای کنجد از رقم اکتان استفاده شد. عملیات آماده سازی زمین در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد و کاشت هر دو گیاه به طور همزمان در تاریخ یکم اردیبهشت ماه به صورت خشکه کاری صورت گرفت. در تیمارهای کشت جایگزینی ردیفی در هر کرت ۸ ردیف ایجاد شد که فواصل بین ردیفهای کاشت با یکدیگر ۴۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌های نخود روی ردیف ۷ و کنجد ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، در نتیجه تراکم نهایی در کشت خالص برای نخود ۳۶۰ هزار و برای کنجد ۵۰ هزار بوته در هکتار بدست آمد. در کشت ردیفی و برای تیمار ۷۵٪ نخود +۲۵٪ کنجد، یک ردیف کنجد در بین هر دو ردیف نخود کشت شد و در تیمار ۲۵٪ نخود +۷۵٪ کنجد نیز در بین هر دو ردیف کنجد یک ردیف نخود کشت شد در تیمار ۵۰٪ نخود +۵۰٪ کنجد نیز ردیف‌های کنجد و نخود به صورت یک در میان کشت شدند. در عملیات کاشت برای کشت ردیفی، بذور نخود و کنجد هر دو به صورت کپه‌ای و به ترتیب در عمق‌های ۴-۲ و ۳-۱ سانتی‌متری کشت شدند ولی در کشت درهم برای اعمال تیمارهای مورد نظر، ابتدا بذور کنجد به اندازه تراکم مورد نیاز با مقدار مناسبی از ماسه مخلوط شده و سپس در داخل کرت به وسیله دست پاشیده شد و پس از آن بذور نخود را نیز در داخل کرت پخش کرده و بوسیله فوکاهای دستی در عمق مناسب قرار دادیم. اولین آبیاری یک روز پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر هشت روز یک بار صورت گرفت. در طول فصل رشد از هیچ گونه کود و یا سموم شیمیایی استفاده نگردید و عملیات کنترل علف های

1 - Land Equivalent Ratio

هرز نیز دو بار به صورت دستی در طول فصل رشد انجام گرفت. ۵۱ روز پس از کاشت تا اوایل رسیدگی، هر دو هفته یک بار نمونه‌های تصادفی با کوادراتی به ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر از هر کرت جمع آوری شده و جهت محاسبه تغییرات سطح برگ و وزن خشک، به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه گیری سطح برگ ازدستگاه سطح برگ سنج (مدل Licor) استفاده شد و جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. در پایان فصل رشد بوته‌های نیمه دیگر کرت جهت محاسبه عملکرد و اجزای آن مورد استفاده قرار گرفت. در پایان داده‌ها توسط نرم افزار MSTATC آنالیز و سپس توسط آزمون LSD مقایسه میانگین شدند و برای ارزیابی مخلوط نیز از شاخص نسبت برابری زمین (LER) استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد اقتصادی و بیولوژیک کنجد

همانگونه که در جدول۱ مشاهده می‌شود تأثیر هر دو فاکتور تحت بررسی و همچنین اثر متقابل آنها بر روی عملکرد اقتصادی معنی‌دار بود. در بین روشهای کاشت، کشت ردیفی با ۱/۳۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد اقتصادی را داشت (جدول۲). در بین نسبت های کاشت نیز بیشترین و کمترین عملکرد اقتصادی به ترتیب با ۱/۱۶ و ۰/۶۰ تن در هکتار مربوط به تیمارهای تک کشتی کنجد و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود بودند.

بین تک کشتی کنجد و نسبت های ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود و ۵۰٪ کنجد +۵۰٪ نخود اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد اقتصادی مشاهده نشد. دلیل آن هم احتمالا به خاطر افزایش فاصله ردیف‌های کنجد همزمان با کاهش نسبت کاشت می‌باشد؛ که باعث کاهش رقابت درون گونه‌ای و در نتیجه افزایش تعداد شاخه‌ها و تعداد غلاف در گیاه و همچنین تعداد بذر در هر کپسول شد اما این سه تیمار با تیمار ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود اختلاف معنی‌داری داشتند که احتمالا افزایش اجزای عملکرد در این تیمار نتوانسته است جبران کننده تأثیر کاهش تراکم در عملکرد شود (جدول۲). ترکیب تیمارهای ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود و ۵۰٪ کنجد +۵۰٪ نخود در کشت ردیفی به ترتیب با ۱/۵۳ و ۱/۵ تن در هکتار بیشترین و تیمار ۲۵٪ کنجد–۷۵٪ نخود در کشت درهم با ۰/۲۶ تن در هکتار کمترین عملکرد اقتصادی را داشتند. عملکرد بالا در تیمارهای ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود و ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود در کشت ردیفی می‌تواند ناشی از اثر مثبت گیاه نخود از طریق تثبیت نیتروژن (۲۳) و فراهمی عناصرغذایی دیگری مثل فسفر (۳۳) روی رشد کنجد و همچنین کاهش رقابت درون گونه‌ای برای کسب منابع رشدی باشد. عباسی علی کمر (۱۵) در مطالعه‌ای که بر روی کشت مخلوط زیره سبز و نخود انجام داد اظهار داشت که کشت مخلوط تأثیر مثبتی بر روی زیره داشت، زیرا افزایش عملکرد زیره با وجود کاهش نسبت حضور آن در کشت مخلوط مشخص بود. اما گیاه زیره اثر مثبت یا منفی روی گیاه نخود در کشت مخلوط نداشت و با کاهش نسبت تراکمی نخود عملکرد آن تقریبا به صورت خطی کاهش یافت.

روش‌ها و نسبت های کاشت از نظر عملکرد بیولوژیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند اما این اختلاف برای اثرات متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین روش های کاشت، کشت ردیفی با ۴/۵۴ تن در هکتار عملکرد بیشتری نسبت به کشت درهم داشت (جدول۲). عملکرد بیولوژیک پایین در کشت درهم نسبت به کشت ردیفی را شاید بتوان به سطح برگ پایین در تمامی تیمارهای این روش کشت نسبت به کشت ردیفی دانست (شکل۱).

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در کنجد

منابع تغییر	درجه آزادی	بیوماس	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در گیاه	تعداد شاخه در گیاه	LER کنجد	LER کل
تکرار	۲	۲۴۱۸۰۳/۳۷	۱۶۲۱۶/۶۲	۱/۴۱	۰/۰۴۱	۴۱/۷۵	۱۰/۴۴	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۲
فاکتور A	۱	۲۹۷۱۴۸۷۶**	۳۱۹۵۲۱۰/۳**	۴۵/۷۶*	۰/۳۰ns	۲۲۰/۲۲**	۸۱۵/۵۰**	۰/۰۵ns	۰/۳۳*	۰/۱۷*
خطا	۲	۱۸۲۵۱۲/۰۴	۲۵۸۱۱/۳۷	۲/۰۳	۰/۰۲	۳/۰۶	۵/۶۹	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۰
فاکتور B	۳	۵۴۳۸۵۷۷**	۴۰۸۶۴۴/۳۷**	۴/۰۴*	۰/۳۶**	۲۲۱/۷۰**	۱۰۸/۳۹**	۱/۷۰**	۰/۳۳**	۰/۱۲**
A× B	۳	۱۴۶۶۳۸/۴۸ns	۳۲۹۴۴/۳۷**	۳/۳۰ns	۰/۳۲**	۴۰/۳۰	۳۷/۱۰**	۱/۱۴**	۰/۰۳*	۰/۰۳ns
خطا	۱۲	۱۱۳۶۶۷	۵۰۲۸/۶۶	۱/۴۰	۰/۰۴	۳۸/۱۸	۶/۴۲	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۰۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ و p<۰/۰۱ ، ns غیرمعنی‌دار

فاکتور A: روشهای کاشت و فاکتورB :نسبت های کاشت

جدول ۲- مقادیر عملکرد واجزای عملکرد کنجد در کشت مخلوط کنجد و نخود

	بیوماس (تن در هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	شاخص برداشت	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	تعداد شاخه در بوته
روش کشت(A)							
ردیفی(a1)	۴/۵۴ a	۱/۳۵a	۲۹/۸ a	۳/۲۰ a	۵۹/۱ a	۲۸/۱ a	۳/۹ a
درهم(a2)	۲/۳۲ b	۰/۶۲b	۲۷/۰ b	۲/۹۸ a	۵۳/۱ b	۱۶/۴ b	۴/۰ a
نسبت های کاشت(B)							
(b5)۰-۱۰۰	۴/۲۶ a	۱/۱۶ a	۲۷/۳b	۳/۳۰a	۵۰/۰ b	۱۷/۹ b	۳/۲ b
(b4)۲۵-۷۵	۳/۷۶ ab	۱/۰۹ a	۲۸/۵ ab	۳/۰۳ ab	۵۳/۹ ab	۱۹/۳ b	۳/۹ ab
(b3) ۵-۵۰	۳/۱۰ b	۰/۹ ۰a	۲۹/۳ a	۳/۲۷ a	۵۶/۳ ab	۲۵/۹ a	۴/۱ a
(b2) ۷۵-۲۵	۲/۰۶ c	۰/۶۰ b	۲۸/۶ ab	۲/۷۷ b	۶۰/۳ a	۲۵/۹ a	۴/۵ a
اثر متقابل							
ردیفی(a1)							
(b5)۰-۱۰۰	۵/۱۹ a	۱/۴۴a	a۲۷/۹	a۳/۴۰	۵۰/۴ a	۲۰/۵bc	۳/۳c
(b4)۲۵-۷۵	۵/۰۷ a	۱/۵۳a	۳۰/۳ a	۳/۴۵a	۵۳/۵ a	۲۵/۲b	۳/۳bc
(b3) ۵-۵۰	a۴/۷۵	۱/۵۰a	۳۱/۵ a	۳/۱۳ab	۶۸/۵ a	۳۲/۳a	۴/۶a
(b2) ۷۵-۲۵	a۳/۱۵	۰/۹۳b	a۲۹/۶	۲/۸۴bc	۶۴/۳ a	۳۴/۵a	۴/۳ab
درهم(a2)							
(b5)۰-۱۰۰	۳/۳۳ a	۰/۸۹b	۲۶/۷ a	۳/۲۰ab	۴۹/۶ a	۱۵/۴cd	۳/۲c
(b4)۲۵-۷۵	a۲/۴۵	۰/۶۵c	۲۶/۷ a	۲/۶۱c	a۵۰/۴	۱۳/۵d	۴/۵a
(b3) ۵-۵۰	۲/۵۲ a	۰/۶۸c	۲۷/۱ a	۳/۴۱a	۵۶/۱ a	۱۹/۵bcd	۳/۶abc
(b2) ۷۵-۲۵	۰/۹۶ a	۰/۲۶d	۲۷/۶ a	۲/۷۰bc	۵۶/۳ a	۱۷/۴cd	۴/۶a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون lsd اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

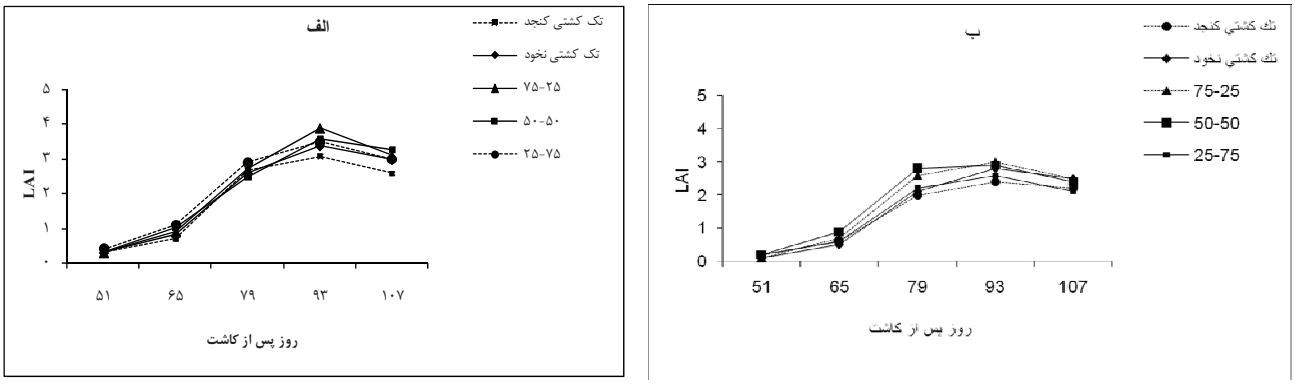
سطح برگ پایین در تیمارهای کشت درهم نسبت به کشت ردیفی باعث شده است که روند تجمع ماده خشک نیز در تیمارهای این روش کشت نسبت به کشت ردیفی در طول فصل رشد در سطحی پایینتر قرار گیرد (شکل۲) و در نتیجه عملکرد بیولوژیک و همچنین عملکرد اقتصادی که درصدی از عملکرد بیولوژیک را تشکیل می‌دهد در کشت درهم پایینتر از کشت ردیفی باشد. دلیل اصلی سطح برگ بالاتر در کشت ردیفی نسبت به کشت درهم نیز احتمالا مربوط به آرایش فضایی مناسبتر گیاهان در این نوع کشت نسبت به کشت درهم و در نتیجه استفاده مناسبتر از منابع محیطی می‌باشد.

در آزمایشی که بهشتی و همکاران (۵) اثر سه آرایش کاشت مربع، مستطیل و لوزی را بر روی جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپی سه رقم ذرت انجام دادند مشاهده شد که آرایش کاشت بر میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی و کارایی مصرف نور به عنوان مولفه‌های موثر در تجمع ماده خشک در مراحل فنولوژیک رشد و بخصوص پس از آغاز مرحله رشد زایشی اثر معنی‌داری داشت. آنها بیان داشتند که افزایش تجمع ماده خشک در آرایش کاشت مربع ناشی از جذب بیشتر تشعشع فعال فتوسنتزی و به صورت بارزتری در نتیجه افزایش کارایی مصرف نور در این آرایش کاشت نسبت به آرایش کاشت لوزی و مستطیل بود لذا با تغییر آرایش کاشت از مستطیل به مربع بیوماس تولیدی افزایش یافت.

در بین نسبت های کاشت تیمار تک کشتی کنجد با ۴/۲۶ تن در هکتار بیشترین و تیمار ۲۵-۷۵ با ۲/۰۶ تن کمترین عملکرد بیولوژیک کنجد را دارا بودند (جدول۲)، که احتمالا دلیل اصلی آن کاهش چهار برابری تراکم کنجد در این تیمار در مقایسه با تک کشتی کنجد می‌باشد.

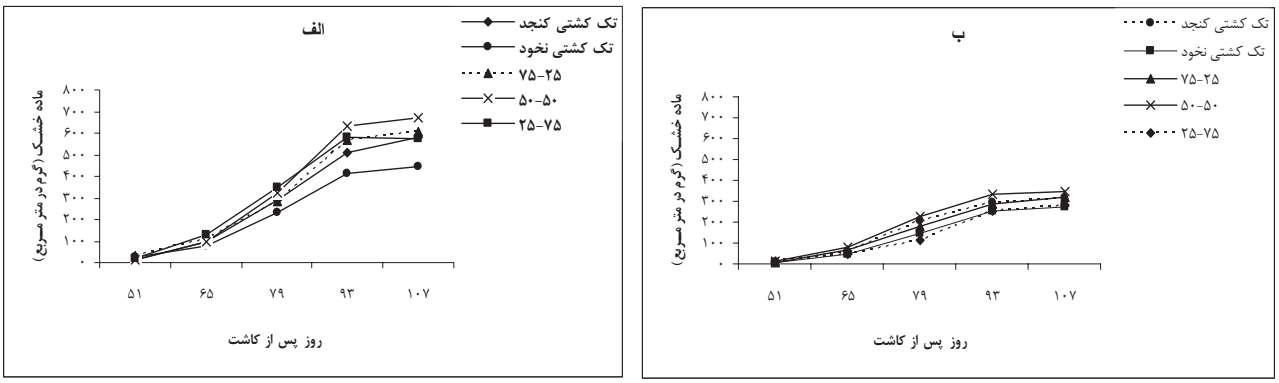
شاخص برداشت کنجد

بین روشها و نسبت های کاشت از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری نبود ولی بین اثر متقابل فاکتورهای تحت بررسی این اختلاف معنی‌دار شد به طوری که تیمار ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود در بین نسبت های کاشت با ۲۹/۳ درصد، بیشترین و تک کشتی کنجد هم با ۲۷/۳۴ درصد کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول۲). احتمالا افزایش شاخص برداشت در تیمار ۵۰-۵۰ نسبت به تک کشتی به خاطر افزایش بیشتر اجزای عملکرد کنجد در این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر خصوصا تک کشتی کنجد بود.



شکل۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) تیمارهای آزمایش الف- کشت ردیفی و ب- کشت درهم

در تمامی نسبت ها عدد سمت راست مربوط به کنجد و عدد سمت چپ مربوط به نخود می‌باشد.



شکل۲- روند تغییرات ماده خشک تیمارهای آزمایش الف- ردیفی ب- درهم

در تمامی نسبت های کشت عدد سمت راست مربوط به کنجد و عدد سمت چپ مربوط به نخود می‌باشد.

حسین پناهی (۹) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی انجام داد مشاهده کرد که بیشترین شاخص برداشت ذرت در کشت مخلوط ردیفی بدست آمد وی دلیل این امر را فاصله بیشتر بوته‌های ذرت در کشت مخلوط ردیفی نسبت به تک کشتی ذرت عنوان کرد.

وی اظهار داشت که ذرت در این شرایط از تشعشع و دیگر منابع در جهت افزایش اجزای عملکرد بیشتر از دیگر تیمارها استفاده کرده و همین عامل سبب افزایش شاخص برداشت ذرت در این تیمار نسبت به بقیه تیمارها شده است. غفلتی (۱۶) در طی آزمایشی که روی چهار رقم کنجد انجام داد بیان نمود که با کاهش تراکم شاخص برداشت کنجد افزایش یافت.

اجزای عملکرد کنجد

بین روشهای کاشت از نظر تعداد شاخه در گیاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی این اختلاف در بین نسبت های کاشت و اثرات متقابل روش و نسبت های کاشت معنی‌دار بود (جدول۱). این نتایج در واقع نشان دهنده این است که آرایش کاشت اثر معنی‌داری بر روی تعداد شاخه کنجد نداشته است. در آزمایشی که آذری و خواجه پور (۱) بر روی اثر آرایش کاشت بر رشد، نمو، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گلرنگ انجام دادند مشاهده کردند که اثر فاصله ردیف کاشت بر شمار شاخه فرعی درجه یک در بوته و در متر مربع معنی‌دار نبود، ولی با افزایش فاصله ردیف کاشت بر شمار شاخه فرعی درجه یک در بوته و در متر مربع کمی افزوده شد.

طبق جدول۲ هر چه تراکم کنجد در مخلوط کمتر می‌شود بر تعداد شاخه هر بوته افزوده شد که به احتمال زیاد این افزایش به خاطر تراکم پایین کنجد و در نتیجه رقابت بین گونه‌ای کمتر نسبت به رقابت درون گونه‌ای می‌باشد. به دلیل اینکه کانوپی کنجد در ارتفاع بالاتری از نخود تشکیل می‌شود این عامل می تواند باعث شود که در نسبت های پایین، کانوپی کنجد فضای بیشتری برای تولید و گسترش شاخه‌های خود داشته باشد. اسدی (۲) در کشت مخلوط کنجد و لوبیا مشاهده کرد که حداکثر تعداد شاخه‌های جانبی کنجد در کشت مخلوط تک ردیفی کنجد و لوبیا و حداقل تعداد شاخه‌های

جانبی در کشت خالص کنجد بدست آمد. میرهاشمی (۱۹) در بررسی که بر روی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله انجام داد مشاهده کرد که تیمارهای کاشت اثر معنی‌داری بر روی تعداد شاخه‌های جانبی زنیان داشتند. در این آزمایش زنیان در کشت مخلوط تک ردیفی بیشترین و تک کشتی زنیان، کمترین تعداد شاخه جانبی را داشتند.

بین فاکتورهای روش کاشت و نسبت کاشت و همچنین اثر متقابل آنها از نظر تعداد کپسول در گیاه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۱). مطابق جدول۲ تعدا کپسول در بوته‌های کنجد در آرایش کاشت ردیفی بیشتر از کشت درهم می‌باشد که احتمالا دلیل آن این است که بوته‌های کنجد در آرایش ردیفی رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای کمتری با یکدیگر و بوته‌های نخود در مقایسه با کشت درهم داشته و در نتیجه از منابع رشدی به نحو مطلوب‌تری استفاده کرده و از طریق افزایش بیشتر شاخص سطح برگ (شکل۱) نسبت به کشت درهم و درنتیجه تولید مواد فتوسنتزی بیشتر (شکل۲) توانستند مواد فتوسنتزی بیشتری را به مخازن خود خصوصا تعداد کپسول در گیاه اختصاص دهند. در بین نسبت های کاشت دو تیمار ۲۵–۷۵ و ۵۰–۵۰ به ترتیب با ۲۵/۹۶ و ۲۵/۹۵ بیشترین تعداد کپسول در گیاه را داشتند ولی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و تیمار کشت خالص نیز با ۱۷/۹۵ کپسول در بوته کمترین تعداد کپسول را دارا بود که از نظر آماری با تیمار ۷۵–۲۵ اختلاف معنی‌داری نداشت. همانطوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود هر چه تراکم کنجد در مخلوط کمتر می‌شود بر تعداد کپسول در گیاه افزوده می‌شود که احتمالا چون در نسبت های پایین کنجد، فضای خالی زمین به وسیله گیاه نخود پوشانده می‌شود و با توجه به نقش مثبت این گیاه در کشت مخلوط بر روی گیاه همراه (۲۲و ۲۵) و با توجه به بلندتر بودن و غالب بودن کنجد از نظر فضایی بر نخود این گیاه احتمالا رقابت کمتری را در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای کنجد در تیمار تک کشتی کنجد ایجاد کرده و در نتیجه گیاه کنجد در این تیمارها به نحو بهتری اجزای عملکرد خود را گسترش داده است. در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط کنجد و لوبیا انجام گرفت (۲) بیشترین تعداد کپسول در گیاه از نسبت ۱:۱ و کمترین آن از نسبت ۳:۳ بدست آمد. در آزمایشی که بر روی چهار رقم کنجد انجام گرفت مشاهده شد که با افزایش تراکم از تعداد شاخه و تعداد گپسول در هر گیاه کاسته شد (۱۶).

بین روش ها و نسبت های کاشت از نظر تعداد دانه در کپسول اختلاف معنی‌داری وجود داشت ولی بین اثرات متقابل آنها اختلاف معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین نسبت های کاشت تیمارهای ۵۰–۵۰ و ۲۵–۷۵ به ترتیب با ۶۲/۳۳ و ۶۰/۳۱ بیشترین و تیمار تک کشتی کنجد با ۵۰/۰۱ دانه در هر کپسول کمترین دانه در هر کپسول را دارا بودند اما بین سه تیمار ۷۵–۲۵ ، ۵۰–۵۰ و ۲۵–۷۵ از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول۲). بین اثرات متقابل نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در آزمایشی که رهبر (۱۴) بر روی کشت مخلوط کنجد و چغندر علوفه‌ای انجام داد مشاهده کرد که بین تیمارهای مخلوط از نظر تعداد بذر در کپسول اختلاف معنی‌داری وجود داشت بطوری که تیمار ۱:۱ دارای بیشترین و تیمار ۴:۴ داری کمترین تعداد دانه در کپسول بودند.

همانطوری که در جدول۲ مشاهده می‌شود در نسبت های کاشت با کاهش درصد کنجد در مخلوط از وزن هزار دانه کنجد کاسته می‌شود که احتمالا دلیل آن تعداد کپسول و بذر بالا در این نسبت ها باشد. یعنی گیاه کنجد در این شرایط باید مواد فتوسنتزی خود را بین مخازن بیشتری تقسیم کند که در نتیجه آن وزن هزار دانه در این نسبت های کاشت در مقایسه با تک کشتی کاهش پیدا کرده است (جدول۲). آذری (۱) درآزمایشی که بر روی گلرنگ انجام داد مشاهده کرد که وزن هزار دانه تحت تأثیر تراکم و آرایش کاشت قرار نگرفت، وی عنوان کرد که همبستگی منفی معنی‌دار میان وزن هزار دانه و شمار دانه در طبق گویای نقش جبرانی وزن دانه در توازن توزیع مواد غذایی بین شمار دانه‌های تشکیل شده می‌باشد.

عملکرد اقتصادی و بیولوژیک نخود

عملکرد اقتصادی نخود بین تیمارهای مختلف معنی‌دار بود (جدود ۳). در بین روش های کاشت، کشت ردیفی با ۱/۰۲ تن در هکتار بیشترین و کشت درهم با ۰/۷۱ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشت (جدول۴). احتمالا آرایش مناسب کاشت و درنتیجه استفاده مناسبتر گیاهان نخود از منابع محیطی در کشت ردیفی و گسترش بیشتر سطح برگ در این نوع کشت در مقایسه با کشت دهم (شکل۱) دلیل اصلی برتری کشت ردیفی بر کشت درهم بوده است. در بین نسبت های کاشت نیز تک کشتی نخود با ۱/۴۹ تن در هکتار بیشترین و نسبت ۷۵–۲۵ با ۰/۲۳ تن در هکتار کمترین عملکرد را دارا بودند. علت اصلی کاهش بیش از شش برابری عملکرد نخود در نسبت ۷۵–۲۵ در مقایسه با تک کشتی آن علاوه بر کاهش چهار برابری تراکم این گیاه در این مخلوط نسبت به تک کشتی باید دلایلی مانند قرار گیری کانوپی هر ردیف نخود در زیر کانوپی دو ردیف کنجد و دریافت تشعشع کمتر گیاهان نخود در این مخلوط نسبت به تک کشتی را نیز در کاهش عملکرد نخود دخیل است. روند کاهش عملکرد اقتصادی نخود از تک کشتی به سمت مخلوط ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود برای عملکرد بیولوژیک نیز صادق بود. در بین اثرات متقابل نیز تک کشتی ردیفی نخود با ۱/۸۲ تن در هکتار و نسبت ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود ردیفی نیز با ۰/۲۱ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد اقتصادی را دارا بودند (جدول۴). این بدان معنی است که آرایش کاشت ردیفی در مقایسه با کشت درهم در افزایش عملکرد نخود نیز مانند کنجد موثرتر بوده است و هر چقدر از تک کشتی ردیفی نخود به سمت کاهش نسبت نخود در

کشت درهم می‌رویم از عملکرد نخود کاسته می‌شود که دلایلی مانند کاهش سطح زیر کشت نخود در این مخلوط نسبت به تک کشتی، افزایش سایه اندازی کنجد بر روی بوته‌های نخود و بهم خوردن آرایش مناسب کاشت را می‌توان در این کاهش عملکرد دخیل دانست.

در آزمایشی که حسینی و همکاران (۱۰) بر روی کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی انجام دادند مشاهده شد که با کاهش درصد لوبیا چشم بلبلی در مخلوط عملکرد کاهش می‌یابد. وی دلیل این کاهش را علاوه بر کاهش سطح زیر کشت لوبیا چشم بلبلی در مخلوط متضرر شدن لوبیا چشم بلبلی در مقابل ارزن علوفه نیز عنوان کرد.

شاخص برداشت نخود

شاخص برداشت در هیچ کدام از نسبت ها یا روشهای کاشت و همچنین اثرات متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول۳)، ولی با این وجود یک سیر نزولی در شاخص برداشت زمانی که تراکم نخود در مخلوط زیاد می‌شد مشاهده شد و دلیل آن نیز احتمالا افزایش جزئی در تعداد غلاف در بوته و همچنین تعداد بذر در هر غلاف در تک کشتی نسبت به دیگر نسبت های کاشت است (جدول۴).

اجزای عملکرد نخود

از نظر تعداد شاخه در گیاه فقط بین نسبت های کاشت اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۳)، به طوری که بیشترین تعداد شاخه در بوته با ۳/۳۳ و ۳/۲۵ شاخه به ترتیب در نسبت ۲۵–۷۵ و تک کشتی نخود مشاهده شد و کمترین آن نیز مربوط به نسبت ۷۵–۲۵ بود (جدول۴). احتمالا زمانی که تراکم نخود در مخلوط کم می‌شود بوته‌های نخود بیشتر در زیر سایه کنجد قرار گرفته و در نتیجه بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی خود را برای تولید شاخ و برگ و باقی ماندن در رقابت با بوته‌های کنجد اختصاص می‌دهند.

از نظر تعداد غلاف در بوته در بین نسبت های کاشت اگر چه اختلاف معنی‌دار بود (جدول۳) ولی این اختلاف چندان قابل توجه نبود به طوری که تک کشتی نخود و نسبت ۲۵–۷۵ دارای بیشترین و نسبت ۷۵–۲۵ دارای کمترین تعداد غلاف در بوته بودند. برزگری (۳) و مودت (۱۸) نشان دادند که تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم بلبلی در مخلوط با ذرت تحت تأثیر سیستم کشت قرار گرفت و در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی کاهش یافت. حسینی (۱۰) در آزمایش خود بر روی کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی مشاهده کرد که با افزایش نسبت ارزن در مخلوط تعداد غلاف در هر بوته لوبیا چشم بلبلی کاهش می‌یابد. وی عنوان کرد که دلیل کاهش در تعداد غلاف می‌تواند ناشی از رقابت شدیدتر ارزن با لوبیا چشم بلبلی در مخلوط این دو در نسبت های بالای ارزن باشد.

تعداد دانه در غلاف برای هیچ کدام از فاکتورها و یا اثرات متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول۳)، ولی یک روند افزایشی جزئی در تعداد دانه از نسبت ۷۵–۲۵ به سمت تک کشتی نخود وجود داشت. این نتایج با نتایج اسدی (۲) که بر روی کشت مخلوط لوبیا و کنجد انجام داده بود مطابقت داشت. عباسی علی کمر (۱۵) نیز در تحقیق خود که بر روی کشت مخلوط زیره سبز و نخود انجام داده بود مشاهده کرد که کشت مخلوط تأثیر معنی‌داری بر روی تعداددانه در غلاف نخود نداشته است. مظاهری و همکاران (۱۷) نیز در تحقیقی که بر روی کشت مخلوط ارقام سویا انجام دادند بیان کردند که تغییرات تعداد دانه در غلاف در تراکم‌های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. به نظر می‌رسد تعداد دانه در غلاف تابع شرایط محیطی نباشد و گیاه برای حفظ بقای خود حداقل یک دانه در هر غلاف را پر کند.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	بیوماس	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعدادشاخه در بوته	LER نخود	LER
تکرار	۲	۱۸۳۵۵۰	۱۹۳۷۰	۲/۱۵	۱۳/۱۷۵	۰/۰۲۹	۱۶/۰۹	۰/۳۴	۰/۰۱	۰/۰۲
فاکتور A	۱	۳۰۹۵۲۹۸**	۵۸۵۹۳۷**	۰/۰۱**	۴/۰۰۲*	۰/۱۸۰ns	۷۴/۹۰ns	۰/۰۱ns	۰/۰۱ns	۰/۱۷*
خطا	۲	۶۳۵۹۱	۱۹۲۴	۷/۸۱	۰/۲۰۳	۰/۰۱۵	۳۱/۴۷	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۰
فاکتور B	۳	۹۳۳۴۶۹۵**	۱۸۲۸۴۵۳**	۷/۵۲ns	۴۰۳/۰۱۵**	۰/۰۷۰ns	۴۸/۱۶**	۱/۶۲**	۰/۸۰**	۰/۱۲**
A×B	۳	۶۰۳۳۴**	۱۲۲۲۷۰**	۱/۴۰ns	۱۷۸/۱۳۱ns	۰/۰۷۲ns	۴۶/۸۱**	۰/۱۸ns	۰/۰۱ns	۰/۰۳ns
خطا	۱۲	۴۶۱۳۶	۱۱۳۶۷	۳/۵۱	۸۳/۵۲۹	۰/۰۲۴	۸/۵۶	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ و p<۰/۰۱ ، ns غیرمعنی‌دار

– فاکتور A: روشهای کاشت و فاکتورB :نسبت های کاشت

جدول ٤- مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در کشت مخلوط کنجد و نخود

بیوماس (تن در هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	شاخص برداشت	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد شاخه در بوته
روش کشت(A)						
ردیفی(a1) ۲/۳۷ a	۱/۰۲ a	۴۲/۵ ns	۲۲۴/۱۱ a	۱/۲ ns	۱۹/۰ ns	۲/۸ ns
درهم(a2) ۱/۶۶ b	۰/۷۱ b	۴۲/۵ ns	۲۲۳/۳۰ b	۱/۰ ns	۱۵/۵ ns	۲/۹ ns
نسبت های کاشت(B)						
(b1) ۱۰۰-۰ ۳/۳۹ a	۱/۴۹ a	۴۴/۰ ns	۲۱۵/۴۵ b	۱/۲ ns	۱۹/۰ a	۳/۲ a
(b2) ۷۵-۲۵ ۲/۶۲ b	۱/۱۰ b	۴۲/۳ ns	۲۱۹/۳۵ ab	۱/۱ ns	۱۹/۹ a	۳/۳ a
(b3) ۵۰-۵۰ ۱/۴۹ c	۰/۶۳ c	۴۲/۳ ns	۲۲۵/۸۵ ab	۱/۱ ns	۱۶/۵ ab	۲/۷ ab
(b4)۲۵-۷۵ ۰/۵۶ d	۰/۲۳ d	۴۱/۳ ns	۲۳۴/۱۸ a	۰/۹ ns	۱۳/۶ b	۲/۲ b
اثر متقابل						
ردیفی(a1)						
(b1) ۱۰۰-۰ ۴/۱۲ a	۱/۸۲ a	۴۴/۲ns	۲۱۲/۳۰ns	۱/۲ ns	۲۳/۵a	۳/۲ ns
(b2) ۷۵-۲۵ ۳/۰۳b	۱/۲۹b	۴۲/۸ ns	۲۲۳/۶۰ns	۱/ ۳ ns	۲۱/۴ab	۳/۵ns
(b3) ۵۰-۵۰ de۱/۸۳	۰/۷۷d	۴۲/ ۴ ns	۲۲۰/۵۶ ns	۱/۱ns	۱۹/۶abc	۲/۶ns
(b4)۲۵-۷۵ f۰/۵۱	۰/۲۱f	۴۰/۷ns	۲۴۰/۰۰ns	۱/۲ ns	۱۱/۶ d	۲/۰ns
درهم(a2)						
(b1) ۱۰۰-۰ ۲/۶۶bc	۱/۱۷bc	۴۳/۹ ns	۲۱۸/۶۰ns	۱/۲ ns	۱۴/۵ bcd	۲/۲ns
(b2) ۷۵-۲۵ ۲/۲۱ cd	۰/۹۲cd	۴۱/۸ ns	۲۱۵/۱۰ns	۱/۰ns	۱۸/۵ abcd	۳/۱ns
(b3) ۵۰-۵۰ ۱/۱۶ef	۰/۴۹e	۴۲/۲ ns	۲۳۱/۱۳ns	۱/۱ ns	۱۳/۴ cd	۲/۹ns
(b4)۲۵-۷۵ ۰/۶۰f	۰/۲۵ef	۴۲/۰ ns	۲۲۸/۳۶ns	۰/۷ ns	bcd۱۵/۶	۲/۳ns

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون lsd اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری بین اثرات متقابل دیده نشد ولی بین روش و نسبت های کاشت اختلاف معنی‌دار جزئی مشاهده شد (جدول۴)، به طوری که یک روند افزایشی در وزن هزار دانه از تک کشتی نخود به سمت نسبت ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود مشاهده شد. احتمالاً به دلیل تعداد غلاف و تعداد دانه بالاتر در تک کشتی نسبت به دیگر نسبت ها گیاهان موجود در تک کشتی می‌بایست مواد فتوسنتزی خودشان را در مخازن بیشتری ذخیره می کردند و همین عامل باعث کاهش وزن هزار دانه در تک کشتی نخود نسبت به بقیه تیمارها شده است.

LER جزئی در کنجد و نخود و LER کل

بین فاکتورهای تحت بررسی، نسبت های کاشت و اثرات متقابل آنها از نظر LER کل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۵). این بدان معنی است که هم آرایش کاشت و هم نسبت های کاشت بر روی LER کل تأثیر معنی‌داری گذاشتند به طوری که کشت ردیفی با ۱/۴۹، LER بیشتری نسبت به کشت درهم داشت و دلیل آن نیز احتمالاً به خاطر شرایط رشدی مناسبتر در این نوع آرایش کاشت نسبت به کشت درهم بود که باعث، رقابت کمترگیاهان با یکدیگر، استفاده بهتر از منابع رشدی و در نتیجه گسترش بیشتر سطح برگ (شکل۱) در این نوع آرایش کاشت بود که باعث تولید بیشتر ماده خشک (شکل۲) و متعاقب آن افزایش عملکرد شد. با افزایش سهم کنجد در مخلوط LER کل نیز افزایش یافت که این افزایش در آرایش کاشت ردیفی بیشتر از کشت درهم بود (جدول۵).

در بین نسبت های کاشت بین تیمارهای تک کشتی کنجد، ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود و ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود اختلاف معنی‌داری از نظر LER جزئی کنجد وجود نداشت و دلیل آن نیز افزایش عملکرد کنجد در نسبت های ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود و ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود با وجود کاهش درصد حضور کنجد در آنها نسبت به تک کشتی کنجد بود. بیشترین LER (۱/۳۲) در بین نسبت های کاشت، مربوط به تیمار ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود بود و در بین اثرات متقابل نیز تیمارهای ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود ردیفی به ترتیب با ۱/۴۱ و ۱/۳۴ بیشترین و ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود درهم با ۰/۹۴ دارای کمترین LER بودند (جدول۵).

سهم نخود در LER فقط در بین نسبت های کاشت معنی‌دار شد (جدول۵). بر خلاف آنچه برای کنجد گفته شد با همپوشانی تدریجی ردیفهای کنجد و نخود در تیمارهای مخلوط عملکرد نخود کاهش

یافت که دلیل آن احتمالا سایه اندازی بیش از حد بوته‌های کنجد روی نخود بوده است. همین عامل باعث کاهش شدید سهم نخود در LER تمام تیمارهای مخلوط شد (جدول۵).

جدول ۵- مقادیر LER جزئی در کنجد و نخود و LER کل در کشت مخلوط

	LER نخود	LER کنجد	LER کل
نوع کشت(A)			
ردیفی(a1)	۰/۵۶ a	۰/۹۳ a	۱/۴۹ a
درهم(a2)	۰/۶۰ a	۰/۷۰ b	۱/۳۰ b
نسبت های کاشت (B)			
(b1) ۱۰۰-۰	-	-	-
(b2) ۷۵-۲۵	۰/۷۴ a	۰/۴۷ b	۱/۲۱ a
(b3) ۵-۵۰	۰/۴۲ b	۰/۹۰ a	۱/۳۲ a
(b4)۲۵-۷۵	۰/۱۶ c	۰/۸۹ a	۱/۰۵ b
(b5)۰-۱۰۰	-	-	-
اثر متقابل			
ردیفی(a1)			
(b1) ۱۰۰-۰	-	–	-
(b2) ۷۵-۲۵	۰/۷۰ a	۰/۶۴b	۱/۳۴a
(b3) ۵-۵۰	۰/۴۲ a	۰/۹۹a	۱/۴۱ a
(b4)۲۵-۷۵	۰/۱۱ a	۱/۰۶a	۱/۱۷ ab
(b5)۰-۱۰۰	-	-	-
درهم(a2)			
(b1) ۱۰۰-۰	-	–	-
(b2) ۷۵-۲۵	۰/۷۹ a	۰/۲۹ b	۱/۰۸ a
(b3) ۵-۵۰	۰/۴۲ a	۰/۷۶ a	۱/۱۸ a
(b4)۲۵-۷۵	۰/۲۱ a	۰/۷۳ a	۰/۹۴ a
(b5)۰-۱۰۰	-	-	-

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون lsd اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

LER = نسبت برابری زمین

تمامی اعداد سمت راست نسبت ها، درصد تراکم کنجد و سمت چپ درصد تراکم نخود در مخلوط می‌باشند.

حسین پناهی (۹) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی انجام داد مشاهده کرد که با همپوشانی تدریجی ردیفهای ذرت و سیب زمینی به دلیل سایه اندازی ذرت روی سیب زمینی سهم سیب زمینی در LER کاهش یافت. در آزمایشی که جهانی (۸) بر روی آرایش های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس انجام داد، LER کل، نشان از برتری کشت در تمامی تیمارهای کشت مخلوط داشت. در ضمن عملکرد زیره سبز در تیمارهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس اختلاف معنی داری داشت و در کشت مخلوط ردیفی زیره سبز و عدس در مقایسه با تیمارهای دیگر کشت مخلوط و کشت خالص بیشتر بود. جهان (۷) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار انجام داد بیان داشت که LER در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. درآزمایشی که سارکار و کاندو (۳۲) بر روی کشت مخلوط کنجد با گیاهانی نظیر ماش سبز، ماش سیاه، بادام زمینی و آفتابگردان انجام داد، مشاهده شد که کشت کنجد با بادام زمینی با نسبت ۱:۲ بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۳۵) را در بین دیگر گیاهان داشت.

به طور کلی نتایج نشان داد که عملکرد کنجد به طور معنی‌داری تحت تأثیر کشت مخلوط قرار گرفت. اما عملکرد نخود در اثر سایه‌اندازی کنجد از کشت مخلوط تأثیر منفی پذیرفت و نخود درتک کشتی بیشترین عملکرد را داشت. در نتیجه این اثرات متقابل، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایش از نظر نسبت برابری زمین حاصل شد که تیمارهای ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود ردیفی به ترتیب با ۱/۴۱ و ۱/۳۴ دارای بیشترین و تیمار ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود درهم با ۰/۹۴ دارای کمترین نسبت برابری زمین بودند. به دلیل این که LER در تمامی تیمارها به غیر از تیمار ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود درهم، بالای یک بود می‌توان این چنین نتیجه گیری کرد که افزایش عملکرد کنجد در کشت مخلوط توانسته است کاهش عملکرد نخود را جبران کرده و از طریق کاهش رقابت بین گونه‌ای نسبت به درون گونه‌ای باعث افزایش نسبت برابری زمین شود. بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش کشت مخلوط جایگزینی کنجد و نخود با نسبت های۵۰٪ تراکم مطلوب کنجد + ۵۰٪ تراکم مطلوب نخود و همچنین ۲۵٪ تراکم مطلوب کنجد + ۷۵٪ تراکم مطلوب نخود توصیه می‌شود.

منابع

۱- آذری، ا.، و خواجه پور. م. ۱۳۸۲. اثر آرایش کاشت بر رشد، نمو، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گلرنگ، توده محلی کوسه اصفهان در کشت بهاره. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم. شماره اول. ص ۱۶۶-۱۵۵.

۲- اسدی، ه. ۱۳۸۶. اثر کشت مخلوط کنجد و لوبیا بر شاخص‌های رشد و اجزای عملکرد آنها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- برزگری، م. ۱۳۸۱. کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی. مقاله کنگره زراعت و اصلاح نباتات.

۴- بهشتی، ع . ۱۳۷۵ . بررسی شاخص های ارزیابی کشت مخلوط سورگوم و سویا از طریق روش های مختلف تجزیه و تحلیل داده ها. مجموعه چکیده مقالات چهارمین کنگرهٔ علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵- بهشتی، ع.، ع. کوچکی، و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۱. تأثیر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپی سه رقم ذرت. نشریه نهال و بذر. ۱۸: ص ۴۱۷-۴۳۱.

۶- پورامیر، ف.، ا. نظامی، ح. پرسا ، ص. مؤمنی، ع. گنجعلی و ع. باقری. ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات فنولوژیک, اجزای عملکرد و عملکرد ۷۳ ژنوتیپ نخود تیپ کابلی از بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد بر اساس دسکریپتور نخود. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۷- جهان، م. ۱۳۸۳. بررسی جنبه‌های اکولوژیکی کشت مخلوط بابونه *Chamomilla matricaria* L. و همیشه بهار *Chalendula officinalis* L. همراه با کود دامی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۸- جهانی کندری، م. ۱۳۸۵. بررسی آرایشهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس. پایان نامه کارشناسی ارشدزراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- حسین پناهی، ف. ۱۳۸۷. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۰- حسینی، م. ب.، م. داریوش، م. جهانسوز، و ب. یزدی صمدی. ۱۳۸۲. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. نشریه پژوهش و سازندگی. شماره ۵۹.

۱۱- خواجه پور، م. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

۱۲- رحیمی، م. م.، د. مظاهری، ن. خدابند و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۲. ارزیابی محصول در کشت مخلوط ذرت و سویا در منطقه ارسنجان. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی.

۱۳- رضایی. م، و م. تاج بخش. ۱۳۸۲. بررسی عملکرد دانه و برخی از خصوصیات زراعی در کشت خالص و مخلوط ارقام سویا در شرایط خوی. نشریه تحقیقات نهال و بذر. جلد ۱۸. شمار ۳.

۱۴- رهبر، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر ترکیبهای مختلف کشت بر عملکرد در کشت مخلوط چغندر علوفه‌ای و کنجد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۵- عباسی علی کمر، ر. ۱۳۸۳. بررسی تراکم‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود با تاکید بر کنترل علف های هرز در شرایط مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت. دانشگاه تهران.

۱۶- غفلتی، م. ۱۳۷۳. بررسی اثر تراکم کاشت بر عملکرد، اجزائ عملکرد و کیفیت چهار رقم کنجد در منطقه فیض آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۷- مظاهری، د.، ب. پاساری و س. ع. پیغمبری. ۱۳۸۱. مطالعه و بررسی آنالیزهای رشد در زراعت تک کشتی و مخلوط ارقام سویا. پژوهش و سازندگی شماره ۵۴. ص ۵۴-۳۷.

۱۸- مودت، ل. ۱۳۸۱. کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی و تأثیر آن بر کنترل علف های هرز. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۹- میرهاشمی، م. ۱۳۸۵. بررسی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله با تاکید بر مبانی کشاورزی زیستی (ارگانیک). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

20- Abraham, C. T. and S. P. Singh. 1984. Weed management in sorghum legume intercropping systems. Journal of Agriculture. Science. Camb. 103. 103-115.

21- Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology. 139: 74-83.

22- Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar and S. S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: ahvantages and weed smothering. Europ. J. Agron. 24: 325-333.

23- Bhatti, I. H., R. Ahmad, A. Jabbar, M. S. Nazir and T. Mahmood. 2006. Competitive behavior of component crops in diffrnt sesame – legume intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology. 165-167.

24- Bhatti, I. H., R. Ahmad, and M. Shafi Nazir. 2005. Agronomic traits of sesame as affected by grain legumes intercropping and planting patterns. Pak. J. Agrri. Sci., Vol. 42(1-2).

25- Chen, C., M. Westcot, K. Neill, D. Wichaman, and M. Knox. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. Agron J. 96: 1730-1738.

26- Field Crop Abstracts. 1985., Vol. 36 , Annual Index.

27- Ebwongu, M., Adipala, E., Kyamanywa, S., Ssekabembe, C.K., and Bhagsari, A.S. 2001a. Influence of spatial

arrangements in maize/solanum potato intercrops on incidence of potato aphids and leaf hoppers in Uganda. African Crop Science Journal. 9(1): 175-184.
28- Mulik, S. More, S. M. Deshpade, S. S. Patil, J. D. 1993. Intercropping for better stability in crop production in dryland Watersheds . Indian Journal of Agronomy. 38 (4): 527-530.
29- Ndakidemi, P. A. 2006. Manipulating legume/cereal mixtures to optimize the above and below ground interactions in the traditional African cropping systems. African Journal of Biotechnology, 5 (25): 2526- 2533.
30- Nielsen, H. H., P. Ambus, and E. S. Jensen. 2001. Interspecific competition N use and interference with weeds in pea – barley intercropping. Field Crops Research. 70: 101-109.
31- Sarkar, R. K and C, Kundu. 2001. Sustainable intercropping system of sesame (sesamum indicum) whit pulse and oilseed crops on rice fallow land. Indian Journal of Agricultural Sciences 71(2): 545-550.
32- Wang, D., P. Marschner, Z. Solaiman and Z. Rengel. 2007. Growth, P uptake and rhizosphere properties of intercropped wheat and chickpea in soil amended with iron phosphate or phytate. Soil Biology and Biochemistry. 39: 249-256.
33- Tsubo, M., S. Walker, and E. Mukhala. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with diffrnt row orientation. Field Crops Res. 71: 17-29.
34- Ujjinaiah, U. S., Rajashekar, B. G., Venugopal, N., Seenappa, K. 1991. Sunflower pigeon pea intercropping. Journal of Oilseed Research 8 (1) 72-78.