نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد شانزدهم، شماره ۲(۶۲)، تابستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۵۴-۲۴۱

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/JCEP.2022.1917067.1741

اثر نوع و مقادیر متفاوت کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) رقم هایولا ۵۰ و نخود (*Cicer arietinum* L.) محلی سفید و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط

صمد رضایت[۱]، محمدرحیم اوجی[۱*]، فرهاد مهاجری[۱] و مهدی مدن‌دوست [۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۹

چکیده

در سال‌های اخیر توجه محققین بیش از پیش به حفظ ثبات و باروری نظام‌های تولید کشاورزی معطـوف شـده و یکی از راهکارهای افزایش ثبات، ایجاد تنوع از طریـق بـه کـارگیری نظام‌های چندکشتی است. به‌منظور بررسی عملکرد کلزا و نخود در نسبت‌های مختلف کشت آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی منطقه دستجه فسا انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل نسبت کاشت نخود و کلزا در ۵ سطح: ۰-۱۰۰، ۲۵-۷۵، ۵۰-۵۰، ۷۵-۲۵ و ۱۰۰-۰ به‌ترتیب نخود- کلزا و نوع و مقدار کودهای نیتروژنه در ۶ سطح شامل ۱۴۰، ۱۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره، ۱۴۰، ۱۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع سولفات آمونیوم بودند. نتایج نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد کلزا و نخود داشتند. افزایش نسبت نخود در کشت مخلوط با کلزا و همچنین کلزا در کشت مخلوط با نخود باعث کاهش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با کشت خالص آنها شد. بیشترین عملکرد کلزا و نخود به‌ترتیب با ۲۲۴۰/۱ کیلوگرم در هکتار و ۲۱۵۵/۷۵ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص کلزا و نخود و کمترین عملکرد کلزا و نخود به‌ترتیب با میانگین ۱۵۴۸/۰۶ و ۱۱۸۷/۳ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در نسبت کاشت ۲۵-۷۵ و ۷۵-۲۵ (کلزا-نخود) به‌دست آمد. در مقایسه‌ی سولفات آمونیوم و اوره جهت افزایش عملکرد کلزا نتایج نشان داد که سولفات آمونیوم بیشتر از اوره عملکرد کلزا را افزایش داده است. نسبت برابری زمین در تمامی نسبت‌های کاشت مخلوط تحت سطوح مختلف کود نیتروژن نسبت به تک کشتی افزایش داشت (LER>1).

واژگان کلیدی: سولفات آمونیوم، کشت مخلوط، نسبت برابری زمین، اوره.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران.

*** نگارنده‌ی مسئول** rahimowji@gmail.com

مقدمه

کشت مخلوط به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی قابل اجرا در بسیاری از کشورهای توسعه یافته شناخته شده است که به جهت تنـوع محصـولات و افزایش سود حاصله در واحد سطح و زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Khan *et al*., 2005; Zulfiqar *et al*., 2000). بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام شده کاشت دو گونه با الگوهای رشد مختلف باعث افزایش عملکرد کشت مخلوط در مقایسـه با کشت خالص می‌شود (Klindt *et al*., 2007; Tahir *et al*., 2003; Khan *et al*., 2005). کشت مخلوط به‌عنوان ابزاری سودمند جهت افزایش عملکرد یک یا تمام گونه‌های همراه محسوب می‌شود (Baumann *et al*., 2000; Hatcher and Melander, 2003; Park *et al*., 2002). همچنین، کشت مخلوط به محققان در زمینه جوانب مختلف رقابت در جوامع گیاهی، از قبیل شدت رقابت، تأثیرات رقابتی و بازده رقابت از طریق مفاهیم ریاضی کمک می‌نماید (Lithourgidis *et al*., 2011).

کشت مخلوط گیاهان روغنی با حبوبات می‌تواند کارایی استفاده از منابع را در مقایسه با کشـت خالص افزایش داده و منجر به بهبود عملکرد در میان گیاهان زراعی شود (Manjith *et al*., 2009; Singh *et al*., 2010). حبوبات توانایی و قابلیت سازگاری زیادی در الگوهای کاشت مختلف دارند و می‌توانند ظرفیت تولید را افزایش دهند (Banik *et al*., 2006). در این راستا گزارش شده که کشت مخلوط کلزا با نخود اثر معنی‌داری بر اجزای عملکرد مانند ارتفاع بوته، تعداد غلاف، وزن دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کلزا و نخود داشت و در این بین نسبت کاشت ۷۵:۲۵ (کلزا – نخود) ضمن تولید بیشترین عملکرد در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط از بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۰۵) نیز برخوردار بود (Mahfouz and Migawer, 2004).

کلزا یکی از گیاهان روغنی مهم کشور است که سطح زیر کشت آن رو به افزایش است به طوری‌که سطح زیرکشـت آن از ۱۳۵ هکتار در سال ۱۳۷۳ به ۱۸۰هزار هکتار در سال زراعی ۹۷-۹۶ رسیده است (Anonymous, 2018). کمبود نیتروژن قابل دسترس از عوامل مهم محدودکننده عملکرد کلزا می‌باشد و تأمین نیاز نیتروژنی این محصول از منبع کودهای شیمیایی نیتروژن، آلودگی‌های زیست‌محیطی را به همراه دارد (Rtkhe *et al*., 2006)، استفاده از دیگر راهکارها از جمله کشت مخلوط آن با گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن می‌تواند در کاهش نیاز به نیتروژن شیمیایی بسیار مؤثر باشد (Soon *et al*., 2004)، اما تحت این شرایط وضعیت رقابتی دو گونه نامشخص است. در کشت مخلوط نواری کلزا - لوبیا همراه با تغییر فاصله ردیف‌های کاشت و کود نیتروژن، نسبت کاشت ۲۵:۷۵ کلزا-لوبیا عملکرد بیشتری نسبت به تک کشتی کلزا داشت (Mollaei *et al*., 2021). هدف از انجام این پژوهش بررسی مزیت کشت مخلـوط کلـزا - نخـود تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن، بر اساس شاخص‌های عملکرد و نسبت برابری زمین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی عملکرد نخود محلی سفید با منشأ اصفهان و کلزا رقم وارداتی هایولا ۵۰ در نسبت‌های مختلف کشت تحت تأثیر نوع و مقادیر متفاوت کود نیتروژن در منطقه‌ی فسا آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل در

قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی منطقه دستجه فسا با طول جغرافیایی ´۵۲ °۲۸ شمالی و عرض جغرافیایی ´۵۵ °۵۳ شرقی انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل نسبت کاشت نخود و کلزا در ۵ سطح: ۰-۱۰۰، ۲۵-۷۵، ۵۰-۵۰، ۷۵-۲۵ و ۱۰۰-۰ به‌ترتیب نخود- کلزا و فاکتور نوع و مقدار کودهای نیتروژنه در ۶ سطح: ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (معادل ۳۶۶ گرم کود اوره برای هر کرت)، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (معادل ۳۱۲ گرم کود اوره برای هر کرت)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (معادل ۲۶۱ گرم کود اوره برای هر کرت)، ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع سولفات آمونیم (معادل ۷۹۸ گرم کود سولفات آمونیوم برای هر کرت)، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع سولفات آمونیم (معادل ۶۸۵/۵ گرم کود سولفات آمونیوم برای هر کرت)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع سولفات آمونیم (معادل ۵۷۱/۵ گرم کود سولفات آمونیوم برای هر کرت) بودند. سطح ۱۴۰ کیلوگرم کود اوره به دلیل مصرف عرفی در بین زارعین منطقه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

برای انجام این آزمایش، قطعه زمینی به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها ۴×۳ متر در نظر گرفته و فاصله‌ی بین هر بلوک ۲ متر و فاصله بین هر کرت ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. هر بلوک ۳۰ واحد آزمایشی (کرت) و کل آزمایش مشتمل بر ۹۰ واحد آزمایشی (کرت) بود. نوع بذر کلزا و نخود به‌ترتیب هایولا ۵۰ و محلی سفید با مبدأ اصفهان و تاریخ کاشت ۹۷/۸/۲ بود.

در انتهای آزمایش ارتفاع بوته نخود و کلزا، وزن خشک کل در هر دو گیاه، وزن خشک برگ کلزا و نخود، عملکرد کلزا و نخود، شاخص نسبت برابری زمین (LER) با استفاده رابطه (۱) اندازه گرفته شد:

$$LER = \frac{YA}{YAA} + \frac{YB}{YBB} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این معادله LER: نسبت برابری زمین، Y_A: عملکرد گونه a در کشت مخلوط، Y_B: عملکرد گونه b در کشت مخلوط، Y_{AA}: عملکرد گونه a در کشت خالص و Y_{BB}: عملکرد گونه b در کشت خالص بودند.

اجزای عملکرد در کلزا از جمله تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در هر خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و اجزای عملکرد در نخود از جمله تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه در هکتار اندازه‌گیری شدند.

داده‌های حاصل از آزمایش با کمک نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل و شکل‌ها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نسبت‌های کاشت اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی کلزا و نخود داشت (جدول ۱). با افزایش نسبت کلزا در کشت مخلوط، تعداد شاخه فرعی کلزا در بوته افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین تعداد شاخه فرعی با ۳/۵۲ شاخه فرعی در بوته در کشت خالص کلزا و کمترین آن در نسبت ۲۵:۷۵ (کلزا-نخود) با میانگین ۲/۰۹ به‌دست آمد. این نتیجه به‌علت افزایش رقابت نخود در کشت

مخلوط با کلزا می‌باشد و هرچه این نسبت افزایش یافت رقابت بیشتر نخود منجر به کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته کلزا شد. افزایش رقابت نخود برای کسب نور یکی از دلایل کاهش رشد و شاخه فرعی در کلزا می‌باشد (Mahfouz and Migawer, 2004). نتایج نشان داد که تعداد شاخه فرعی کلزا در نسبت‌های مختلف کاشت با هم تفاوت معنی‌داری داشت بنابراین وجود نخود هرچند با نسبت کاشت کمتر در کشت مخلوط با کلزا منجر به کاهش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی در کلزا شد (جدول ۳). کشت خالص (۱۰۰٪) نخود بیشترین تعداد شاخه فرعی (۳/۱۷) را داشت و با افزایش نسبت کاشت کلزا در کشت مخلوط، تعداد شاخه فرعی نخود کاهش یافت، نسبت‌های کاشت اختلاف معنی‌داری با هم داشتند.

نسبت‌های کاشت بر تعداد خورجین در بوته کلزا و تعداد غلاف در بوته نخود اثر معنی‌داری داشت. کمترین تعداد خورجین در بوته در کشت مخلوط ۲۵: ۷۵ (نخود – کلزا) مشاهده شد در حالی‌که نسبت‌های دیگر کشت مخلوط کلزا و نخود تفاوت معنی‌داری در تعداد خورجین در بوته نداشتند. بیشترین تعداد خورجین در بوته کلزا در نسبت ۷۵-۲۵ (کلزا-نخود) با میانگین ۲۶۸/۸ خورجین در بوته به‌دست آمد که با کشت خالص کلزا و نسبت ۵۰-۵۰ (کلزا-نخود) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳) و علت اینکه نسبت به کشت خالص بیشتر بود رقابت درون گونه شدیدی است که در کشت خالص کلزا ایجاد می‌شود. کاهش بیشتر تعداد خورجین در بوته کلزا در نسبت کاشت ۷۵-۲۵ (کلزا-نخود) در مقایسه با کشت خالص و نسبت ۷۵-۲۵ (کلزا-نخود) را می‌توان به رقابت شدید نخود با کلزا در نسبت کاشت مذکور نسبت داد. نتایج مربوط به تعداد غلاف بوته در نخود با تعداد خورجین در بوته کلزا متفاوت بود به‌طوری‌که با افزایش نسبت نخود در کشت مخلوط با کلزا، تعداد غلاف در بوته نخود کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۳). نتایج تحقیقات پیشین نیز بیانگر کاهش شدید تعداد غلاف در بوته نخود در مخلوط با کاشت کلزا همراه با افزایش نسبت کلزا در کشت مخلوط می‌باشد (Singh Rajesh *et al*., 2010). نسبت‌های کاشت اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه کلزا و نخود داشت. افزایش نسبت نخود در کشت مخلوط با کلزا و کلزا در کشت مخلوط با نخود باعث کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه در مقایسه با کشت خالص آنها شد. بیشترین وزن هزاردانه کلزا و نخود به‌ترتیب با ۴/۵۴ و ۲۳۹/۵ گرم در کشت خالص کلزا و نخود و کمترین وزن هزاردانه کلزا و نخود به‌ترتیب با میانگین ۳/۱۷ و ۱۳۱/۵ گرم به ترتیب در نسبت کاشت ۲۵-۷۵ و ۷۵-۲۵ (کلزا-نخود) به‌دست آمد (جدول ۳). این نتایج مطابق با نتایج آزمایش‌های مشابه می‌باشد (Kumar and Singh, 2010; Zulfiqar *et al*., 2000).

نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد کلزا و نخود داشتند (جداول ۲ و ۳). افزایش نسبت نخود در کشت مخلوط با کلزا و کلزا در کشت مخلوط با نخود باعث کاهش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با کشت خالص آنها شد. بیشترین عملکرد کلزا و نخود به‌ترتیب با ۲۲۴۰/۱ کیلوگرم در هکتار و ۲۱۵۵/۷۵ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص کلزا و نخود و کمترین عملکرد کلزا و نخود به‌ترتیب با میانگین ۱۵۴۸/۰۶ و ۱۱۸۷/۳ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در نسبت کاشت ۲۵-۷۵ و ۷۵-۲۵ (کلزا-نخود) به‌دست آمد که با نتایج آزمایش‌های مشابه

مطابقت داشت (Kumar and Singh, 2009; Zulfiqar *et al*., 2000).

کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی کلزا و نخود داشت (جدول ۲ و ۳). بیشترین تعداد شاخه فرعی کلزا در ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع سولفات آمونیوم و کمترین تعداد شاخه فرعی در ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره مشاهده شد بنابراین هرچه میزان کود نیتروژن بیشتر مصرف شد، تعداد شاخه فرعی کلزا کاهش یافت و شاید این به علت کشت مخلوط با نخود به‌عنوان یک گیاه تثبیت کننده نیتروژن باشد. مصرف نیتروزن از منبع سولفات آمونیوم باعث افزایش بیشتر تعداد شاخه فرعی در کلزا شد در حالی‌که در نخود، مصرف نیتروژن از منبع اوره باعث افزایش بیشتر تعداد شاخه فرعی در بوته شد (جدول ۴). تعداد خورجین در بوته کلزا واکنشی به‌کود نیتروژن در مقادیر مختلف نشان نداد و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نبود در حالی‌که در نخود بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به کود اوره به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و سایر تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴).

مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع سولفات آمونیوم باعث بیشترین وزن هزار دانه کلزا با میانگین ۴/۱۷ گرم شد و عملکرد کلزا در تیمارهای کود نیتروژن از منبع اوره و سولفات آمونیوم به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌ترتیب با میانگین ۲۰۴۰ و ۲۰۳۷/۹ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴). بیشترین وزن هزاردانه و عملکرد نخود به‌ترتیب با ۲۱۷/۳ گرم و ۱۹۵۶/۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص مشاهده شد و سایر تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۵). خان و همکاران (Khan *et al*., 2011) در مقایسه‌ی سولفات آمونیوم و اوره جهت افزایش عملکرد کلزا نشان داده شد که سولفات آمونیوم بیشتر از اوره عملکرد کلزا را افزایش می‌دهد. در خاک‌های قلیایی، سولفات آمونیوم در اسیدیته شدن ناحیه‌ی ریشه مؤثر است و همین عامل باعث بهبود جذب عناصری مانند فسفر، نیتروژن و عناصر میکرو می‌گردد. انجوم و همکاران (Anjum *et al*., 2016) گزارش نمودند که عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در کاربرد کود سولفات آمونیوم افزایش نشان داد. بنابراین، برای بهبود عملکرد کلزا کاربرد این کود نسبت به دیگر منابع کود نیتروژن ارجحیت دارد.

نسبت برابری زمین

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، نسبت‌های کاشت بر نسبت برابری زمین کلزا و نخود و LER مجموع در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. همچنین، کود نیتروژن بر نسبت برابری زمین کلزا و نخود و LER مجموع معنی‌دار بود اما اثر متقابل این دو عامل بر نسبت برابری زمین معنی‌دار نبود.

نسبت برابری زمین در تمامی نسبت‌های کاشت مخلوط تحت سطوح مختلف کود نیتروژن نسبت به تک کشتی افزایش داشت (LER>1) (شکل ۱ و ۲). لیتورجیدیس و همکاران (Lithourgidis *et al*., 2011)، جهانی و همکاران (Jahani *et al*., 2008) و بدوساک و جاستس (Bedoussac and Justes, 2010) نتایج مشابهی در مورد افزایش LER کشت مخلوط نسبت به تک کشتی گزارش کردند. نتایج نشان داد که با کاهش سطح کود اوره، نسبت برابری زمین مجموع

کاهش یافت. نتایج LER تحت تأثیر کود اوره نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین (LER=۱/۸۲) در نسبت کلزا- نخود (۷۵-۲۵) و کود اوره به‌میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بنابراین، نتایج مصرف کود اوره نشان داد که نسبت برابری زمین با میزان مصرف کود اوره رابطه مستقیمی نشان داد.

نسبت برابری زمین تحت تأثیر کود سولفات آمونیوم برخلاف کود اوره با کاهش سطح کود سولفات آمونیوم کاهش یافت، بنابراین نسبت برابری زمین با سطوح مصرف کود سولفات آمونیوم رابطه معکوس نشان داد. نتایج شکل ۲ نشان داد که با کاهش سطح کود سولفات آمونیوم، نسبت برابری زمین مجموع افزایش یافت. نتایج LER تحت تأثیر کود سولفات آمونیوم نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین (LER= ۱/۹۲) در نسبت کلزا- نخود (۲۵-۷۵) و کود سولفات آمونیوم به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در بین نسبت‌های مختلف کاشت مخلوط، نسبت کلزا- نخود (۲۵-۷۵) دارای بیشترین LER نسبت به تک کشتی بودند و نسبت کاشت کلزا- نخود (۷۵-۲۵) در رتبه بعدی قرار داشت. نتایج تحقیقات فلتچر و همکاران (Fletcher *et al.*, 2016) افزایش کارایی استفاده از تابش خورشید را در پوشش گیاهی کشت مخلوط کلزا-لوبیا (۲۵:۷۵)، نسبت به کشت خالص آنها نشان داد، بنابراین، به نظر می‌رسد که نفوذ بهتر تابش در پوشش گیاهی نسبت کاشت ۲۵:۷۵ باعث افزایش نسبت برابری زمین جزیی نخود و کلزا شده است، به‌طوری‌که در نسبت کاشت مذکور در سطح ۱۰۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم نسبت برابری زمین جزیی کلزا و نخود به‌ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۹۹ بود. هنگامی که حبوبات همراه با گیاهان دیگر به صورت مخلوط کشت می‌شوند، نیتروژن تثبیت شده توسط این دسته از گیاهان در خاک می‌تواند به گیاه همراه در کشت مخلوط منتقل و در نتیجه منجر به افزایش محصول آن گردد (Banik *et al.*, 2006).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که سولفات آمونیوم بیشتر از اوره عملکرد کلزا را افزایش داد. به‌طورکلی، مصرف کمتر از میزان توصیه شده نیتروژن مورد نیاز دو گیاه کلزا و نخود از منبع سولفات آمونیوم تحت سیستم کشت مخلوط موجب افزایش نسبت برابری زمین شد و با افزایش عملکرد واقعی و شاخص تولید سیستم برای همه نسبت‌های مخلوط منجر به برتری نسبت به تک کشتی هر یک از این دو گیاه شده است. بنابراین، ارزیابی شاخص‌های رقابتی و اقتصادی به‌خوبی مزیت کشت مخلوط کلزا با نخود در شرایط کاهش مصرف نهاده نیتروژن و در نتیجه تحقق اهداف کشاورزی پایدار را بیان می‌نماید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 1- Soil physical and chemical properties on the site of experimental field

کربن آلی Organic carbon (%)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	واکنش خاک pH	هدایت الکتریکی EC ($ds.m^{-1}$)	بافت Texture
0.3	186	2.8	7.86	1.91	رسی-لومی Clay-loam

جدول ۲-نتایج تجریه واریانس اثر نسبت‌های کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا

Table 2- Results of variance analysis of planting ratio and N fertilizer on yield and yield component of Canola

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی Sub branch number	تعداد خورجین در بوته Silique number	وزن هزاردانه Seed thousand weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	0.15 ns	19543.3 ns	0.50 **	75305.5*
نسبت‌های کاشت intercropping ratio	3	6.88 **	56334.2 *	6.27 **	1629576.7**
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	5	1.00 **	10409.9 ns	0.85 **	199849.5**
اثر متقابل Interaction	15	0.08 ns	17476.0 ns	0.07 ns	26119.7ns
خطای آزمایش Error	46	0.072	14074.8	0.076	19471.3
ضریب تغییرات C.V. (%)		9.67	36.4	7.16	7.36

ns، ** و * به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and * Not significant, significant at 1% and 5% probability levels.

جدول ۳-نتایج تجریه واریانس اثر نسبت‌های کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 3- Results of variance analysis of planting ratio and N fertilizer on yield and yield component of Pea

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی Sub branch number	تعداد غلاف در بوته Pod number	وزن هزاردانه Seed thousand weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	0.09*	1.94ns	682.8*	55932.4*
نسبت‌های کاشت intercropping ratio	3	8.17**	188.7**	38896.5**	3129607.2**
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	5	0.45**	11.73**	2048.2**	164305.7**
اثر متقابل Interaction	15	0.05ns	1.64*	346.1*	2751407*
خطای آزمایش Error	46	0.02	0.83	171.5	13725.1
ضریب تغییرات C.V. (%)		6.74	7.07	6.73	6.69

ns، ** و * به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and * Not significant, significant at 1% and 5% probability levels.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا و نخود در سطوح مختلف نسبت‌های کاشت مخلوط

Table 4- The mean comparison for yield and yield component of canola and pea in different rates of intercropping ratio

نسبت مخلوط کلزا:نخود Intercropping ratio Canola: Pea	Canola کلزا				Pea نخود			
	تعداد شاخه فرعی Sub branch number	تعداد خورجین در بوته Silique number	وزن هزاردانه Seed thousand weight (g)	عملکرد Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد شاخه فرعی Sub branch number	تعداد غلاف در بوته Pod number	وزن هزاردانه Seed thousand weight (g)	عملکرد Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
100:0	–	–	–	–	3.17a	16.2a	239.5q	2155.7a
25:75	3.04b	268.8a	4.08b	2020.8b	2.68b	14.1b	216.2b	1946.8b
50:50	2.55c	182.5ab	3.61c	1767.5c	2.38c	12.5c	190.06c	1709.1c
75:25	2.09d	146.1b	3.17d	1548.06d	1.56d	8.6d	131.5d	1187.3d
0:100	3.52a	243.1ab	4.54a	2240.1a	–	–	–	–

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

Within each column, means with similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan test.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا و نخود در سطوح مختلف کود نیتروژن

Table 5- The mean comparison for yield and yield component of canola and pea in different nitrogen fertilizer levels

کودنیتروژن Nitrogen Fertilizer (kg^{ha-1})	Canola کلزا				Pea نخود			
	تعداد شاخه فرعی Sub branch number	تعداد خورجین در بوته Silique number	وزن هزاردانه Seed thousand weight (g)	عملکرد Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد شاخه فرعی Sub branch number	تعداد غلاف در بوته Pod number	وزن هزاردانه Seed thousand weight (g)	عملکرد Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
اوره (۱۴۰) Urea (140)	2.78bc	191.08a	3.83bc	1877.07abc	2.30c	12.08b	185.04b	1663.8b
اوره (۱۲۰) Urea (120)	2.81bc	197.4a	3.89abc	1906.6ab	2.51b	۱۳/۱b	198.4b	1784.03b
اوره (۱۰۰) Urea (100)	3.09ab	218.9a	4.12ab	2040.0a	2.79c	14.6a	217.3a	1956.4a
سولفات آمونیوم (۱۴۰) Ammunium sulfate (140)	2.51cd	175.1a	3.60cd	1762.3ab	2.75c	12.1b	183.6b	1658.04b
سولفات آمونیوم (۱۲۰) Ammunium sulfate (120)	2.45d	259.4a	3.51d	1740.8c	2.33bc	12.2b	184.4b	1660.0b
سولفات آمونیوم (۱۰۰) Ammunium sulfate (100)	3.16a	219.08a	4.17a	2037.9a	2.50b	13.08b	197.2b	1776.4b

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

Within each column, means with similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan test.

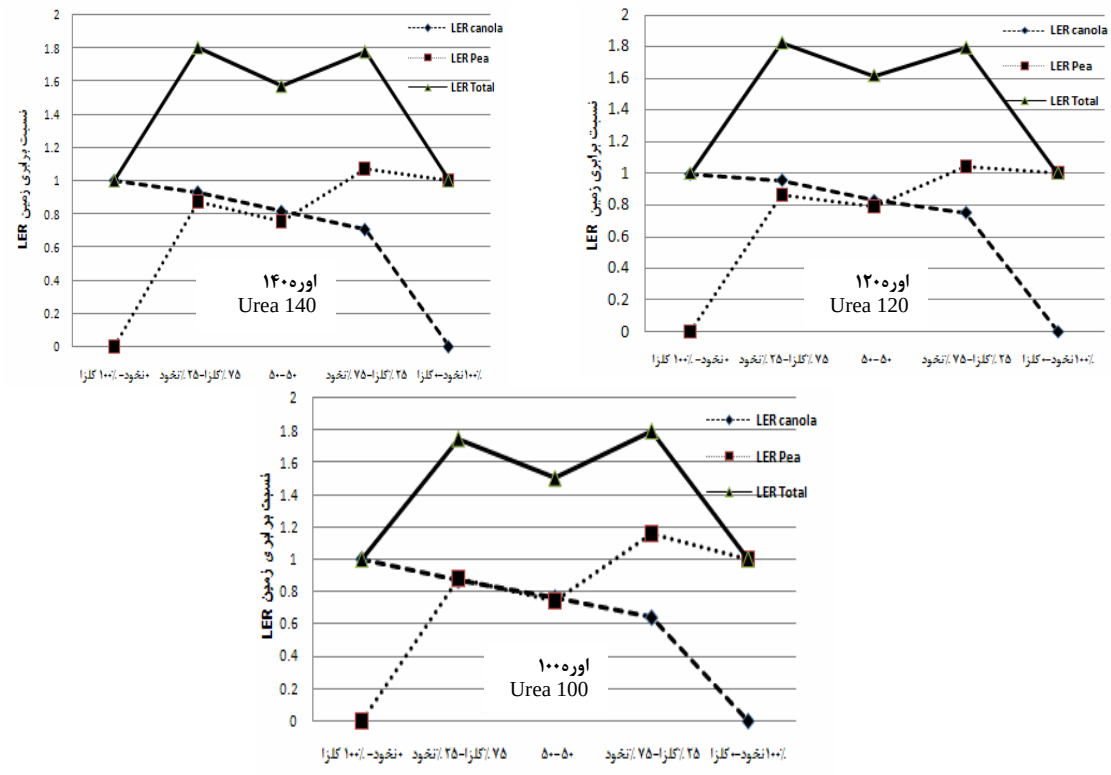
جدول ۶-تجریه واریانس اثر نسبت‌های کاشت و کود نیتروژن بر نسبت برابری زمین کلزا و نخود و نسبت برابری مجموع

Table 6- Results of variance analysis of planting ratio and N fertilizer on canola and pea LER and total LER

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df	نسبت برابری زمین کلزا Canola LER	نسبت برابری زمین نخود Pea LER	نسبت برابری زمین مجموع Total LER
Replication	تکرار	2	0.012ns	0.021ns	0.010ns
نسبت‌های کاشت intercropping ratio		3	0.32**	0.40**	0.57**
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer		5	0.01*	0.025*	0.022*
Interaction	اثر متقابل	15	0.004ns	0.07ns	0.010
Error	خطای آزمایش	46	0.004	0.008	0.007
C.V.(%)	ضریب تغییرات		7.86	10.07	4.97

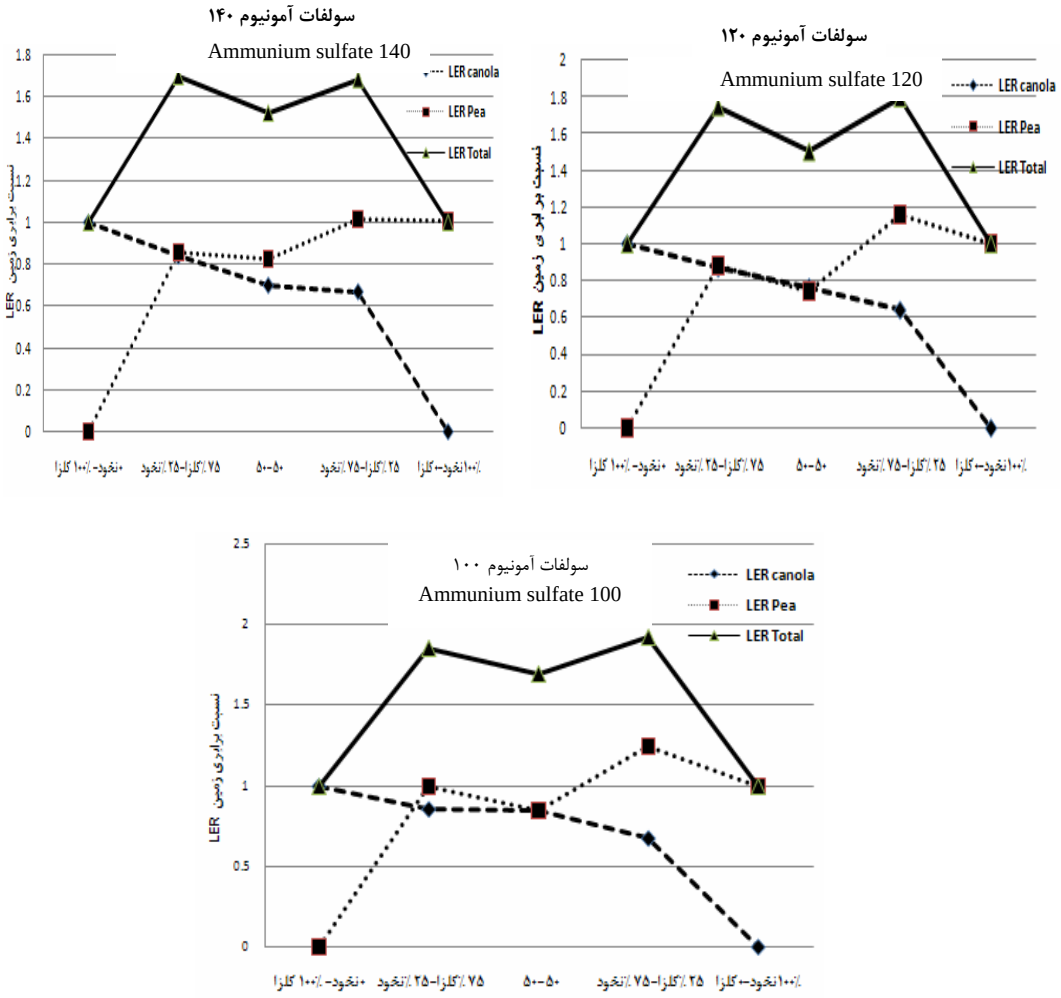
ns، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and * Not significant, significant at 1% and 5% probability levels.



شکل ۱- نسبت برابری زمین کشت مخلوط کلزا –نخود در سطوح مختلف کود اوره

Figure 1- Land equivalent ratio of canola-pea intercropping in different levels of urea



شکل ۲- نسبت برابری زمین کشت مخلوط کلزا –نخود در سطوح مختلف کود سولفات آمونیوم

Figure 2- Land equivalent ratio of canola-pea intercropping in different levels of ammunium sulfate

References منابع مورد استفاده

- Anonymous, 2018. Agricultural Jihad statistics. Agriculture -Jihad Ministry Press. 90 pp.
- Anjum, M.M., M.M. Zahir Afridi., K. Owais Iqbal Akhtar, S.H. Kamran Khan, and M. Zahid. 2016. Foliar spray of ammonium sulphate on yield and yield components of canola. *International Journal of Current Trends in Pharmacobiology and Medical Sciences*. 1(1): 56-60.
- Baumann, D.T., M.J. Kropff, and L. Bastiaans. 2000. Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research*. 40: 359- 374.
- Banik, B., 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.
- Bedoussac, L., and E. Justes. 2010. Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat–winter pea intercrop. *Plant and Soil*. 330: 37-54.
- Fletcher A. L., J. A. Kirkegaard., M.B. Peoples., M. J. Robertson., J. Whish., and A. D. Swan .2016. Prospects to utilise intercrops and crop variety mixtures in mechanised, rain-fed, temperate cropping systems. *Crop and Pasture Science*. 67: 1252-1267.
- Hatcher, P.E., and B. Melander. 2003. Combining physical, cultural and biological methods prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Research*. 43: 303-322.
- Jahani, M., A. Koocheki, and M. Nassiri Mahallati. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 6(1): 67-78. (In Persian).
- Khan, M., R. Khan, A. Wahab, and A. Rashid. 2005. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of chickpea, lentil and rapeseed in different proportions. *Pakistan Journal of Science*. 42(3-4): 1-3.
- Klindt Andersen, M., H. Hauggaard-Nielsen, J. Weiner, and E. Steen Jensen. 2007. Competitive dynamics in two- and three-component intercrops. *Journal of Applied Ecology*. 44: 545-551.
- Kumar, A., and R.P. Singh. 2009. Production potential and economic returns of gram and mustard intercropping system under rainfed conditions. *Indian Journal of Agronomy*. 32(3): 258-260.
- Lithourgidis, A.S., D.N. Vlachostergios, C.A. Dordasc, and C.A. Damalas. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*. 34: 287-294.
- Mahfouz, H., and E.A. Migawer .2004. Effect of intercropping, weed control treatment and their interaction on yield and its attributes of chickpea and canola. *Egyptian Journal of Applied Science*. 19(4): 84-101.
- Manjith Kumar, B.R., M. Chidenand, P.M. Mansur, and S.C. Salimath. 2009. Influence of different row proportions on yield components and yield of rabi crops

under different intercropping systems. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*. 22(5): 1087-1089.

- Mollaei, M., A.S. Fathi., G. Nouri-Ganbalani., M. hasanpour, and A. Golizadeh. 2021. Effects of strip intercropping of canola with faba bean, field pea, garlic, or wheat on control of cabbage aphid and crop yield. *Plant Protection science*. 57: 59–65.
- Park, S.E., L.R. Benjamin, and A.R. Watkinson. 2002. Comparing biological productivity in cropping system a competition approach. *Journal of Applied Ecology*. 39: 416-426.
- Rtkhe, G.W., T. Bhrens, and W. Diepenbrock. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): *A review of Agriculture Ecosystem and Environment*. 117: 80-108.
- Singh Rajesh, K., H. Kumar, and K. Singh Amitesh. 2010. Brassica based intercropping systems - *A Review of Agriculture Sciences*. 31(4): 6- 11.
- Soon, Y.K., K.N. Harker, and G.W. Clayton. 2004. Plant competition effects on the nitrogen economy of field pea and the subsequent crop. *Soil Science Society of America Journal*. 68: 552-557.
- Tahir, M., M.A. Malik, A. Tanveer, and R. Ahmad. 2003. Competition functions of different canola-based intercropping systems. *Asian Journal of Plant Science*. 2(1): 9-11.
- Zulfiqar, A., M. Asghar Malik, and M.A. Cheema. 2000. Studies on determining a suitable canola – wheat intercropping pattern. *International Journal of Agricultural Biology*. 2(1): 42-44.

Research Article DOI: 10.30495/JCEP.2022.1917067.1741

The Effect of Different Types and Amounts of Nitrogen Fertilizer on Canola (*Brassica napus* L. Hayola50) and Chickpea (*Cicer arietinum* L. Local white) Yield and Yield Components and Land Equality Ratio in Intercropping at Fasa Region

Samad Rezayat[1], Mohammad Rahim Owji[1*], Farhad Mohajeri[1] and Mehdi Madandousd[1]

Received: December 2020 , Revised: 29 March 2021, Accepted: 19 May 2021

Abstract

In recent years, researchers have increasingly focused on maintaining the stability and fertility of agricultural production systems. One of the ways to increase stability is to create diversity through the use of multi-culture systems. In order to investigate the yield of Canola and Chickpeas in different cultivation ratios with different types and amounts of nitrogen fertilizer in Fasa region, an experiment was performed on 2018-2019 as factorial in complete randomized block design with three replications in the research farm of Dastjeh, Fasa region. Factors included the ratio of planting peas and canola in 5 levels: 0-100, 25-75, 50-50, 75-25 and 100-0, respectively, pea-canola and type and the amount of nitrogen fertilizers at 6 levels including urea 140 kg.ha^{-1} urea 120 kg ha^{-1}, urea 100 kg ha^{-1}, ammonium sulfate 140 kg.ha^{-1}, ammonium sulfate 120 kg.ha^{-1}, sulfate Ammonium 100 kg.ha^{1}. The results showed that different planting ratios had a significant effect on canola and pea yield. Increasing the ratio of chickpeas in mixed with canola and rapeseed in mixed with chickpea cultivation significantly reduced their yield compared to their net cultivation. The highest yield of canola and chickpeas with 2240.1 kg.ha^{-1} and 2155.75 kg.ha^{-1} in net cultivation of canola and chickpeas and the lowest yield of rapeseed and chickpeas with the average of 1548.06 and 1187.3 kg.ha^{-1}, respectively, were obtained in Planting ratios of 25-75 and 75-25 (canola-chickpeas). Comparing ammonium sulfate and urea to increase canola yield, the results showed that ammonium sulfate increased canola yield more than urea. The ratio of land equivalent ratio (LER) in all mixed planting ratios under different levels of nitrogen fertilizer increased compared to a single cropping (LER> 1).

Key words: Ammonium sulfate, Intercropping, Land Equivalent Ratio, Urea.

1- Department of Agronomy, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran.
**Corresponding Author: rahimowji@gmail.com*