بهینه‌سازی مصرف نیتروژن برای رشد و عملکرد کلزا و نخودفرنگی در کشت مخلوط

سوسن بهارلویی[۱*] و سیف‌اله فلاح[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۲۵)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاهش مصرف نیتروژن بر رشد و عملکرد کشت خالص و مخلوط کلزا و نخودفرنگی آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد طی فصل زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ اجرا گردید. پنج نسبت کاشت مختلف (۱۰۰٪ کلزا؛ ۶۶٪ کلزا + ۳۳٪ نخودفرنگی؛ ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخودفرنگی؛ ۳۳٪ کلزا + ۶۶٪ نخودفرنگی؛ ۱۰۰٪ نخودفرنگی) به‌عنوان فاکتور اول و سه سطح نیتروژن (۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز کلزا و نخودفرنگی) به‌عنوان فاکتور دوم مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کشت مخلوط سبب افزایش ارتفاع بوته (۲۳/۶۴ درصد) نخودفرنگی شد ولی ارتفاع کلزا را نسبت به تک‌کشتی به‌میزان ۷/۳۲ درصد کاهش داد. ماده خشک مجموع کلزا و نخودفرنگی نیز در تیمارهای مخلوط نسبت به تک‌کشتی به‌ترتیب به‌میزان ۳۸/۵۶ و ۶/۱۵ درصد افزایش پیدا کرد. در کشت خالص کلزا با افزایش مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه (۲۱/۹ درصد) افزایش یافت، اما در کشت مخلوط بیشترین مقادیر این صفات با تیمار ۷۵٪ نیاز نیتروژنی گیاه مشاهده شد. عملکرد مجموع و نسبت برابری زمین (LER) محصول در کشت مخلوط با کاربرد ۵۰٪ و ۷۵٪ نیاز نیتروژنی گیاه بالاتر از تک‌کشتی هر دو گیاه بود ولی در ۱۰۰٪ نیاز نیتروژنی گیاه عملکرد مجموع و LER تیمار نخودفرنگی ۶۶٪ - کلزا ۳۳٪ و نخودفرنگی ۵۰٪ - کلزا ۵۰٪ نسبت به تک‌کشتی آنها کاهش پیدا کرد. به‌طورکلی استفاده از کشت مخلوط نخودفرنگی- کلزا ۶۶ : ۳۳ و یا ۵۰ : ۵۰ علاوه بر امکان‌پذیر ساختن به‌دست آوردن عملکرد دانه مناسب این دو محصول می‌تواند با کاهش مصرف کود نیتروژن در حفظ محیط زیست نیز مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: کشت خالص، ماده خشک، محیط زیست، نسبت کاشت

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی، s_baharloo8936@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]

مقدمه

همه عناصر غذایی موجود در کودهای مصرف شده مزارع ممکن است در طول دوره رشد گیاه مورد استفاده قرار نگیرند (۱۱)، به‌طوری‌که امروزه آلودگی منابع آبی توسط نیترات حاصل از زراعت‌های فشرده و به‌کارگیری کودهای نیتروژنه به‌عنوان مشکلی بسیار مهم در سرتاسر دنیا محسوب می‌شود (۱۰). استفاده از کودها برای رشد گیاهان نیتروژن قابل آبشویی خاک و بقایای گیاهی که در مراحل بعد قابل آبشویی هستند را افزایش می‌دهد (۲)، بنابراین کاهش مصرف کودهای شیمیایی و یا افزایش کارایی مصرف آنها می‌تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی زیست محیطی داشته باشد.

کشت مخلوط لگوم و غیر لگوم یکی از متداول‌ترین راه‌ها برای کاهش نگرانی‌های زیست محیطی ناشی از اضافه کردن کود نیتروژن می‌باشد (۴، ۱۸ و ۲۱). در کشت مخلوط به‌دلیل استفاده‌ی بهینه از منابع محیطی میزان تولید در هر قطعه از زمین و در هر واحد از زمان افزایش می‌یابد (۱۵). علاوه بر این، بهبود عملکرد اقتصادی، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی (۶) و قابلیت کاهش دادن معضل آفات و علف‌های هرز (۱۷) و در نتیجه جلوگیری از کاهش عملکرد یک یا تمام گونه‌های همکار از دیگر مزایای این نوع کشت در مقایسه با سیستم‌های زراعی تک‌کشتی می‌باشد (۱۳).

کشت مخلوط برنج با نخود سبز (*Pisum sativum*) موجب بهبود شکل‌گیری ریشه به‌ویژه در برنج شده و ۷/۱۵ درصد نیتروژن از نخود سبز به برگ‌های برنج انتقال یافت (۲) در مقایسه‌ای که برای اندازه‌گیری نیتروژن در دسترس و آبشویی در تک‌کشتی و کشت مخلوط نخود سبز و جو انجام شد؛ کشت مخلوط نخود سبز و جو کارایی نیتروژنی حدود ۰/۵ میلی‌گرم کمتر از تک‌کشتی نخود داشت اما برای جو کارایی حدود ۱/۵ میلی‌گرم بیشتر از تک‌کشتی بود (۱۴).

کلزا (*Brassica napus* L.) سومین گیاه روغنی مهم دنیا است که سطح زیر کشت آن به سرعت در حال افزایش است، به‌طوری‌که دانه‌های روغنی آن از نظر تأمین کالری و انرژی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (۷). کمبود نیتروژن قابل دسترس از عوامل مهم محدودکننده‌ی عملکرد این محصول در بسیاری از مناطق تحت کشت کلزا می‌باشد و محلول‌پاشی اوره با غلظت ۱۰ در هزار در مرحله ساقه رفتن و قبل از گل‌دهی، موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شد به‌طوری‌که بیشترین تعداد خورجین در بوته (۲۲۰ خورجین)، عملکرد دانه (۴۲۳ کیلوگرم در هکتار)، انتقال مجدد ماده خشک (۶۹۴ گرم در مترمربع) و میزان ماده خشک (۸۹۲ گرم در مترمربع) در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی کلزا به‌دست آمد (۲۳). گزارش شده است که در صورت کاهش یکی از اجزای عملکرد، سهم اجزای دیگر افزایش خواهد یافت و در این میان وزن هزار دانه نیز از پایدارترین اجزای عملکرد دانه کلزا است که اثر شرایط محیطی بر آن ناچیز است (۳).

گزارش محققان حاکی است که کشت مخلوط کلزا و نخودفرنگی موجب افزایش ۰/۷۹ درصدی عملکرد، کاهش بیماری، کم کردن گستردگی بوته‌های نخود سبز در هنگام رشد کامل و افزایش ارتفاع کوتاهترین غلاف نخود سبز و در نتیجه کاهش هدر رفت محصول هنگام درو می‌شود (۱۶). در حال حاضر در جهان، حدود ۹ میلیون هکتار تحت کشت نخودفرنگی قرار دارد که با عملکرد متوسط ۱/۱۰ تن در هکتار بالغ بر ۱۰ میلیون تن تولید آن می‌باشد. کشورهای عمده تولید کننده نخودفرنگی، روسیه فدراتیو، چین، هندوستان، کانادا، آمریکا به‌شمار می‌روند (آمار کشاورزی USDA، ۲۰۱۱). مراکز اصلی تولید کلزا کشورهای ژاپن، مکزیک، چین و پاکستان هستند. تولید جهانی روغن کلزا در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۳ حدود ۱۴ میلیون تن بوده و در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۱ تولید آن ۵۸/۴ میلیون تن تخمین زده شده است (آمار کشاورزی USDA، ۲۰۱۱). دانه‌های روغنی عمده و تأمین کننده روغن خام داخلی شامل سویا، آفتابگردان و پنبه دانه می‌باشد و سایر دانه‌های روغنی سهم ناچیزی را تشکیل می‌دهند. با وجود اینکه کلزا سال‌ها قبل وارد ایران شده و تحقیقاتی روی آن انجام شده ولی سطح زیر کشت آن افزایش قابل توجهی نداشته است. در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف کلزا و نخودفرنگی تحت سطوح نیتروژن و نسبت‌های مختلف مخلوط

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته		تعداد غلاف در بوته		تعداد دانه در غلاف	
		نخودفرنگی	کلزا	نخودفرنگی	کلزا	نخودفرنگی	کلزا
تکرار	۲	۱۵۴۸**	۱۶۸۸**	۱۸/۲۶**	۸۵۴/۹**	۲/۲۹**	۳۵/۱۹**
سطح نیتروژن (N)	۲	۸۸۴/۳۹**	۱۷۱۰**	۱/۶۱**	۱۶۸۴۹**	۰/۱۳**	۱۱/۴۹**
نسبت مخلوط (I)	۳	۱۵۴۸**	۴۱۷**	۴/۷۹**	۱۷۳۳**	۰/۰۴**	۱۱/۶۴**
N × I	۶	۷۵۴/۹۴**	۷۷/۴۹**	۱/۱۰**	۸۸۰**	۰/۰۴**	۶/۵۲**
خطای آزمایشی	۲۲	۱۲/۳۴^{ns}	۱۲/۸۴^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۱۲/۶^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}	۰/۲۵^{ns}
CV (%)		۲/۷۰۳	۱۲/۸۳	۲/۵۳	۳/۷۳۴	۲/۳۹	۲/۵۹۱

ns و ** : به‌ترتیب نشانگر غیر معنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

سال ۱۳۷۳ کل سطح زیر کشت آن ۱۳۵ هکتار بوده است و در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ سطح زیر کشت کلزا به ۱۰۵۶۰ رسید. ویژگی‌های خاص کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور باعث شده است که توسعه کشت این گیاه به‌عنوان نقطه امیدی جهت تأمین روغن خام مورد نیاز کشور و رهایی از وابستگی باشد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲).

مصرف بی‌رویه‌ی کودها در کشور موجب برهم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک‌های زراعی و هم‌چنین احتمال آلودگی منابع آب زیرزمینی شده است (۲۳). بنابراین در راستای کاهش آلودگی زیست محیطی و افزایش کارایی کود، این تحقیق با هدف کاهش مصرف کود نیتروژن و افزایش عملکرد از طریق کشت مخلوط کلزا و نخودفرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. پنج نسبت مختلف کاشت (۱۰۰٪ کلزا؛ ۶۶٪ کلزا + ۳۳٪ نخودفرنگی؛ ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخودفرنگی؛ ۳۳٪ کلزا + ۶۶٪ نخودفرنگی؛ ۱۰۰٪ نخودفرنگی) به‌عنوان عامل اول و سه سطح نیتروژن (۱۰۰٪ نیاز، ۷۵٪ نیاز و ۵۰٪ نیاز کلزا و نخودفرنگی) به‌عنوان عامل دوم مورد ارزیابی قرار گرفتند. قبل از تهیه بستر، نمونه مرکبی به‌طور تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر زمین مزرعه تحقیقاتی تهیه گردید و برای تجزیه به آزمایشگاه انتقال یافت. مشخصات محل آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است. نیتروژن کلزا و نخودفرنگی، به‌ترتیب ۱۵۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در نظر گرفته شد (۱۲ و ۱۶). یک سوم نیتروژن مورد نیاز هر گیاه در تیمارهای تک‌کشتی و یک سوم نیتروژن مورد نیاز کشت مخلوط با احتساب نسبت مورد نظر هم‌زمان با کاشت در شیارهایی روی خطوط کاشت مصرف گردید. هم‌چنین یک سوم نیاز کودی مذکور، در مرحله ساقه رفتن کلزا و یک سوم باقی‌مانده آن قبل از گل‌دهی کلزا، به‌صورت سرک به خاک اضافه شد.

هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۲ متر و فاصله ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌گونه‌ای که نسبت‌های کاشت ۱۰۰٪، ۶۶٪، ۵۰٪ و ۳۳٪ به‌ترتیب شامل ۶، ۴، ۳ و ۲ خط کاشت از گیاه مورد نظر می‌باشد و خطوط باقی‌مانده به کشت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]

گیاه دیگر اختصاص داده شده است. ارقام کلزا و نخودفرنگی مورد استفاده در این طرح به‌ترتیب رقم بهاره هایولا ۴۰۱ و توده محلی شهرکرد بود. نخودفرنگی نیمه اول مهر و کلزا نیمه دوم اسفند با تراکم بالا کشت شد. سه هفته بعد از کاشت هر یک از دو گیاه بوته‌های کلزا و نخودفرنگی تنک شد تا به‌ترتیب فاصله روی ردیف ۲ و ۷ سانتی‌متر حاصل شد. وجین علف‌های هرز دو هفته بعد از کاشت هر گونه با دست انجام شد و در طول رشد گیاه تا بسته شدن کانوپی ادامه یافت. در زمان عدم بارش، آبیاری هفته‌ای یک‌بار به‌صورت شیاری انجام شد. در طول فصل رشد گیاهان آفتی مشاهده نشد و هیچ‌گونه آفت‌کشی استفاده نشد.

در اواسط تیر با ظهور رنگ کاهی در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی کلزا و رنگ زرد قهوه‌ای غلاف‌ها، برداشت صورت گرفت. در این هنگام که دانه‌ها در داخل میوه‌ها به رنگ قهوه‌ای تیره و سیاه دیده می‌شدند و غلاف‌های نخودفرنگی، زرد شده و با دانه‌ها سفت شده بودند، برداشت هر دو گیاه به‌صورت هم‌زمان انجام شد. در این مرحله، با انتخاب تصادفی ۲۰ بوته از هر کرت، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ماده خشک اندام‌های هوایی، وزن هزار دانه و درصد رطوبت بذر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک پس از برداشت، اندام‌های هوایی را توزین نموده و سپس نمونه‌ها را تا رسیدن به وزن ثابت، در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شدند. هم‌چنین به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه با حذف اثر حاشیه‌ای (۴۰ سانتی‌متر) از کرت‌های ۶ متری، مساحت باقی‌مانده هر کرت آزمایشی برداشت و پس از جداسازی دانه‌ها از کاه و کلش توزین انجام شد. سپس نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت، در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد آون خشک گردیدند و وزن دانه بر اساس رطوبت ۱۴٪ محاسبه شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت (۲۰) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع گیاه کلزا و نخودفرنگی نشان داد که اثر نوع نسبت مخلوط، مقدار نیتروژن و اثر متقابل آنها بر ارتفاع این دو گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همان‌طورکه در جدول مقایسه میانگین مشاهده می‌شود ارتفاع کلزا در کشت خالص و مخلوط با افزایش میزان نیتروژن مصرفی روند صعودی داشت (جدول ۲). بوته‌های کلزا موجود در تک‌کشتی ارتفاع بیشتری نسبت به بوته‌های کلزای موجود در کشت مخلوط با نخودفرنگی داشت به‌طوری‌که کشت خالص کلزا و تأمین ۱۰۰٪ نیاز کودی آن بیشترین ارتفاع (۱۵۷ سانتی‌متر) را داشت. این افزایش ارتفاع ممکن است به‌دلیل انبوهی بیشتر کلزا در کشت خالص و رقابت بیشتر بوته‌ها بر سر عامل نور بوده است (۱). کمترین ارتفاع کلزا در تیمارهای مخلوط نخودفرنگی – کلزا با نسبت حداقل ۵۰ درصد نخودفرنگی و کمترین میزان نیتروژن مشاهده شد. از آنجا که میزان نیتروژن خاک بر رشد رویشی و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه مؤثر است (۱)، بنابراین نسبت پایین نخودفرنگی به‌عنوان گیاه تثبیت کننده نیتروژن در این تیمار کودی که دارای کمبود نیتروژن نیز بوده است نتوانسته عناصر لازم برای رشد و فتوسنتز کلزا را تأمین کند و ارتفاع آن کاهش پیدا کرده است.

ارتفاع گیاه نخودفرنگی در کشت خالص و مخلوط با افزایش میزان نیتروژن مصرفی تا ۷۵٪ نیاز کودی روند صعودی داشت و در ۱۰۰٪ نیاز کودی تقریباً ثابت شد و کشت مخلوط کلزا با نخودفرنگی، سبب افزایش ارتفاع بوته‌های نخودفرنگی شد، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع نخودفرنگی (۱۶۴ سانتی‌متر) در نسبت مخلوط نخودفرنگی ۶۶٪ – کلزا ۳۳٪ از سطح کودی ۷۵٪ ثبت شد (جدول ۲). مشاهدات مزرعه‌ای حاکی است که نخودفرنگی از بوته‌ای کلزا به‌عنوان قیم استفاده نموده و از آن بالا آمد، در این حالت علاوه بر جلوگیری از ورس نخودفرنگی، کانوپی گیاه نیز بهبود یافته و در نتیجه ارتفاع بوته‌های نخودفرنگی افزایش یافت. در پژوهش برخی محققان نیز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]

جدول ۲. مقایسه میانگین ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف کلزا و نخودفرنگی تحت سطوح نیتروژن و نسبت‌های مختلف مخلوط

محصول	سطح نیتروژن	ارتفاع بوته (cm)		تعداد غلاف در بوته		تعداد دانه در غلاف	
		نخودفرنگی	کلزا	نخودفرنگی	کلزا	نخودفرنگی	کلزا
Pea	۵۰٪	۱۰۴^{g}	–	۱۳/۰۲^{c}	–	۴/۸۱^{cd}	–
Canola	۵۰٪	–	۱۲۳^{f}	–	۶۱/۱۰^{f}	–	۱۷/۳۷^{f}
Pea-Canola (1:2)	۵۰٪	۱۲۷^{bcd}	۱۲۰^{fg}	۱۴/۱۸^{b}	۷۲/۲۵^{e}	۴/۹۶^{bc}	۱۸/۷۶^{e}
Pea-Canola (1:1)	۵۰٪	۱۱۸^{def}	۱۱۶^{g}	۱۳/۸۹^{b}	۶۸/۳۲^{e}	۴/۸۸^{bcd}	۱۷/۱۶^{f}
Pea-Canola (2:1)	۵۰٪	۱۳۰^{bc}	۱۲۶^{ef}	۱۴/۳۱^{b}	۷۲/۰۳^{e}	۵/۰۰^{bc}	۲۱/۰۳^{b}
Pea	۷۵٪	۱۱۲^{fg}	–	۱۴/۰۴^{b}	–	۴/۹۶^{bc}	–
Canola	۷۵٪	–	۱۴۸^{b}	–	۹۲/۲۴^{c}	–	۱۷/۷۷^{f}
Pea-Canola (1:2)	۷۵٪	۱۳۵^{b}	۱۴۱^{c}	۱۴/۳۱^{b}	۱۲۶/۰۶^{a}	۴/۹۸^{bc}	۱۹/۰۸^{de}
Pea-Canola (1:1)	۷۵٪	۱۲۹^{bc}	۱۳۰^{e}	۱۴/۰۴^{b}	۱۲۳/۷۰^{a}	۵/۲۶^{a}	۱۸/۹۸^{de}
Pea-Canola (2:1)	۷۵٪	۱۶۴^{a}	۱۳۷^{cd}	۱۵/۷۵^{a}	۱۲۷/۸۶^{a}	۵/۲۶^{a}	۲۲/۰۸^{a}
Pea	۱۰۰٪	۱۱۶^{ef}	–	۱۴/۰۴^{b}	–	۴/۷۰^{d}	–
Canola	۱۰۰٪	–	۱۵۷^{a}	–	۱۰۹/۱۸^{b}	–	۱۹/۸۱^{cd}
Pea-Canola (1:2)	۱۰۰٪	۱۳۴^{bc}	۱۴۸^{b}	۱۴/۰۴^{b}	۸۱/۰۳^{d}	۵/۰۲^{b}	۱۹/۸۱^{cd}
Pea-Canola (1:1)	۱۰۰٪	۱۶۳^{a}	۱۳۲^{de}	۱۲/۵۰^{c}	۱۱۴/۱۴^{b}	۵/۰۲^{b}	۲۲/۴۸^{a}
Pea-Canola (2:1)	۱۰۰٪	۱۲۵^{cde}	۱۴۰^{c}	۱۵/۳۰^{a}	۹۰/۹۴^{c}	۴/۹۱^{bc}	۲۰/۰۴^{c}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. Pea و Canola به‌ترتیب بیانگر نخودفرنگی و کلزا می‌باشند.

مشاهده شد که کشت مخلوط نخودفرنگی و گندم در اوایل گل‌دهی نخودفرنگی سبب کاهش ارتفاع کانوپی گندم از ۶۲ به ۶۱ سانتی‌متر و افزایش ارتفاع کانوپی نخودفرنگی از ۵۶ به ۵۸ سانتی‌متر نسبت به تک‌کشتی گردید (۸). کمترین ارتفاع بوته‌های نخودفرنگی در کشت خالص و سطح کودی ۵۰٪ مشاهده شد (۱۰۴ سانتی‌متر). به‌نظر می‌رسد ورس نخودفرنگی و هم‌چنین کاهش ۵۰ درصدی نیتروژن در این تیمار سبب کاهش ارتفاع بوته‌های نخودفرنگی شده باشد. در تحقیقی مشاهده شد کشت مخلوط نخودفرنگی و کلزا ارتفاع پایین‌ترین غلاف نخود سبز را از ۱۳ به ۳۱ سانتی‌متر افزایش و هم‌چنین هدر رفت محصول را از ۰/۳۰ تن در هکتار به ۰/۱۳ تا ۰/۱۸ تن در هکتار کاهش می‌دهد (۲۲). تغییرپذیری در استراتژی تخصیص نقش مهمی در تعیین عملکرد و به‌طورکلی کارایی گیاه در بسیاری از جوامع گیاهی بر عهده دارد (۱۹). بنابراین اختلاف مهم میان دو گونه به‌صورت سازوکارهای رشدی مربوطه نمایان می‌شود و با وجود این‌که ارتفاع بوته‌های کلزا در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی کاهش یافته است اما این تغییر ارتفاع منجر به بروز افزایش وزن و عملکرد دانه‌ی تک بوته به موازات ارتفاع نشده است.

تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

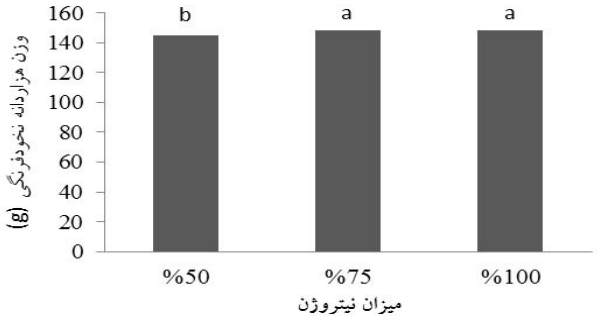
تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف دو گیاه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت مخلوط و سطح کود و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین تعداد غلاف در بوته کلزا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) وزن هزار دانه، ماده خشک و عملکرد دانه کلزا و نخودفرنگی تحت سطوح نیتروژن و نسبت‌های مختلف مخلوط

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه		ماده خشک		عملکرد دانه	
		نخودفرنگی	کلزا	نخودفرنگی	کلزا	نخودفرنگی	کلزا
تکرار	۲	۱۹۸۶**	۰/۸۵**	۳۱۰۳۲^{ns}	۱۹۶۰۰^{ns}	۳۰۰۰۰^{ns}	۳۳۳۳^{ns}
سطح نیتروژن (N)	۲	۵۰/۱*	۰/۱۸**	۳۰۷۴۷**	۱۳۷۵۲**	۸۱۳۳۴*	۵۲۷۷۹۰**
نسبت مخلوط (I)	۳	۲۳/۹^{ns}	۰/۱۳**	۴۵۵۰۵۶**	۲۵۰۱۲۶**	۷۷۱۶۵۲۰**	۴۷۰۲۷۱۴*
N × I	۶	۸/۶۷^{ns}	۰/۱۱**	۱۴۹۱*	۱۰۶۸۶**	۶۷۷۸۴**	۷۵۷۷۳**
خطای آزمایشی	۲۲	۱۲/۹	۰/۰۱	۴۲۹/۸۴	۲۵۶/۶۳	۸۱۸۱	۱۰۶۰۶
CV (%)		۲/۴۵	۲/۶۱	۳/۴۹	۳/۴۶	۴/۹۱	۴/۸۴

ns ، * و ** : به‌ترتیب نشانگر غیر معنی‌دار بودن، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.



شکل ۱. میانگین وزن هزار دانه نخودفرنگی تحت سطوح مختلف نیتروژن. حروف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

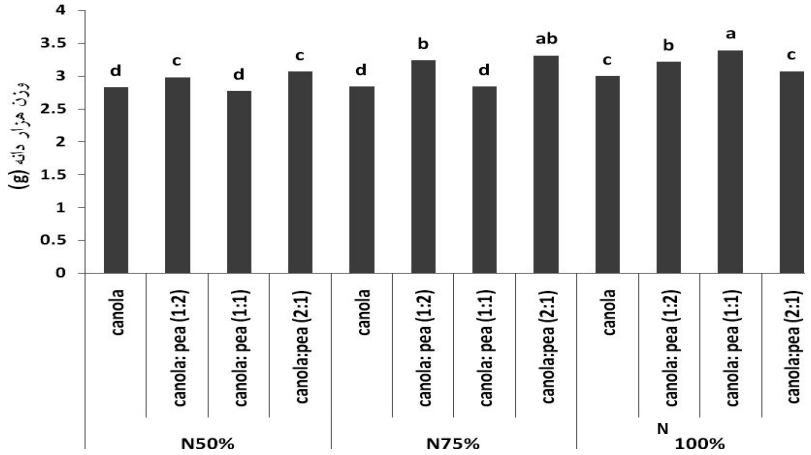
(۱۲۶/۱) و نخودفرنگی (۱۵/۷۵) در تیمار کودی ۷۵٪ و نسبت مخلوط کلزا ۳۳٪ نخودفرنگی ۶۶٪ به‌دست آمد (جدول ۲). تیمار تک‌کشتی از سطح کودی ۵۰٪ کمترین تعداد غلاف در بوته کلزا (۷۲/۳۳) و نخودفرنگی (۱۳/۰۲) را در بر داشت. بیشترین تعداد دانه در غلاف کلزا (۲۲/۴۸) و نخودفرنگی (۵/۲۶) نیز در تیمار کودی ۷۵٪ و نسبت مخلوط کلزا ۳۳٪ و نخودفرنگی ۶۶٪ به‌دست آمد. طی آزمایشی بیان شد که محلول‌پاشی اوره با غلظت ۱۰ در هزار در مرحله ساقه رفتن + قبل از گل‌دهی، موجب افزایش تعداد غلاف در بوته کلزا رقم هایولا ۴۰۱ می‌شود. هم‌چنین تیمار تک‌کشتی از سطح کودی ۵۰٪ کمترین تعداد دانه در غلاف کلزا (۱۷/۱۶) و نخودفرنگی (۴/۸۱) را به خود اختصاص دادند که با نتایج دیگر محققان هم‌خوانی داشت (۲۳).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه نخودفرنگی فقط تحت تأثیر سطوح نیتروژن قرار گرفت ($p \leq ۰/۰۵$)، ولی وزن هزار دانه کلزا پاسخ معنی‌داری به نسبت مخلوط و سطح نیتروژن و اثر متقابل آنها نشان داد (جدول ۳). با افزایش میزان کود وزن هزار دانه گیاه نخود فرنگی ابتدا افزایش یافت و سپس ثابت شد (شکل ۱). احتمالاً مصرف کود نیتروژن به میزان ۵۰٪ نیاز گیاه نتوانسته مواد فتوسنتزی لازم برای دانه‌های تشکیل شده نخودفرنگی را تأمین نماید (۲۳) و دانه‌های این سطح کودی از میانگین پایین‌تری برخوردار بودند (شکل ۱).

همان‌طورکه در شکل ۲ مشاهده می‌شود روند تغییرات وزن هزار دانه کلزا در نسبت‌های مخلوط و تحت سطوح مختلف نیتروژن متفاوت بود. ظاهراً تأمین نیتروژن در زمان پرشدن دانه کلزا از طریق افزایش مصرف کود به‌ویژه تحت مجاورت با بوته‌های نخودفرنگی و یا دسترسی کلزا به نیتروژن احتمالی حاصل از تثبیت گیاه نخودفرنگی موجب افزایش معنی‌دار وزن

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]



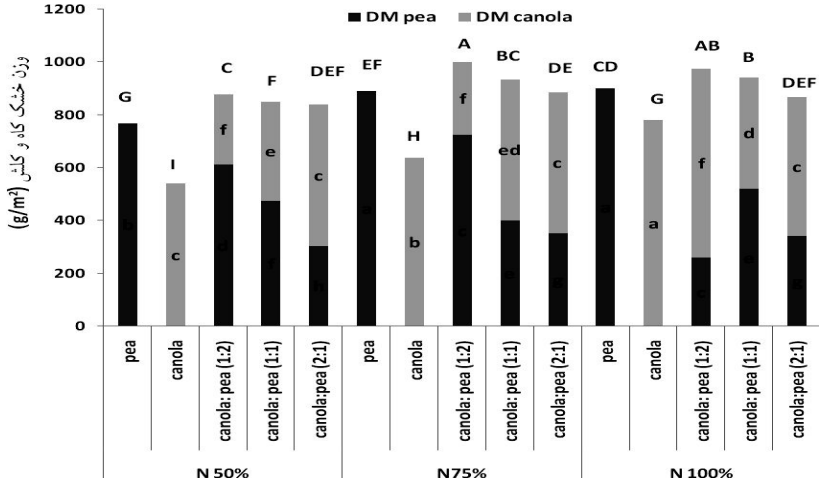
شکل ۲. میانگین وزن هزار دانه کلزا به‌صورت تک‌کشتی و کشت مخلوط تحت سطوح مختلف نیتروژن. Pea و Canola به‌ترتیب بیانگر نخودفرنگی و کلزا و N بیانگر نیاز نیتروژن این دوگیاه می‌باشند. حروف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

هزار دانه کلزا شده است (شکل ۲). از آنجا که افزایش سطح نیتروژن موجب افزایش تعداد غلاف در بوته و افزایش تعداد دانه در غلاف شده است، در این شرایط وجود مخزن قوی موجب تقاضای بیشتر برای مواد فتوسنتزی شده و در نتیجه فراهمی نیتروژن با تقویت فتوسنتز گیاه می‌تواند در افزایش پرشدن دانه‌ها مؤثر باشد (۵).

ماده خشک اندام هوایی

همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود نتایج تجزیه واریانس ماده خشک گیاه نخودفرنگی و کلزا، اثر نسبت مخلوط، مقدار نیتروژن و اثر متقابل آنها بر وزن خشک این دو گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. به‌طورکلی در همه‌ی سطوح کود نیتروژن، کشت مخلوط دو گیاه موجب افزایش وزن خشک مجموع دو گیاه نسبت به کشت خالص آنها شد (شکل ۳). با توجه به وزن بالاتر بوته‌های نخودفرنگی نسبت به بوته‌های کلزا وزن خشک مجموع بیشتر تحت تأثیر ماده خشک نخودفرنگی بوده است (شکل ۳). از آنجایی که بوته‌های نخودفرنگی همواره بلندتر از کلزا بودند (جدول ۲)، توضیح احتمالی این صفت می‌تواند در ارتباط با واکنش متفاوت دو گونه در رقابت برای کسب نور باشد. مقدار نور دریافت شده توسط گیاهان در سیستم کشت مخلوط یکی از عوامل ضروری در رقابت میان گیاهان است و اختلافات موجود در سازگاری گیاهان نسبت به سایه فاکتوری بحرانی در تعیین مقدار تجمع ماده خشک می‌باشد (۱۹). هم‌چنین در کشت مخلوط، گیاه نخودفرنگی از کلزا به‌عنوان قیم استفاده می‌کند و ممکن است با توجه به افزایش ارتفاع بوته‌های نخودفرنگی، بهبود کانوپی، استفاده‌ی بهتر از نور و افزایش سطح برگ نخودفرنگی وزن خشک مجموع را به میزان ۶/۱۵ درصد بالا برده است. ماده خشک تک‌کشتی کلزا و نخودفرنگی با افزایش نیتروژن مصرفی صعودی بود، اما افزایش نیتروژن مصرفی تا ۷۵٪ موجب افزایش ماده خشک مجموع کشت مخلوط شد، به‌طوری‌که بیشترین ماده خشک رسیدگی مجموع (۱۰۰۰ گرم در مترمربع) مربوط به نسبت مخلوط نخودفرنگی ۶۶٪ کلزا ۳۳٪ از سطح کودی ۷۵٪ بود (شکل ۳). ممکن است از بین رفتن و یا کاهش فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن سبب ثابت ماندن ماده خشک تیمارهای مخلوط در سطح کودی ۱۰۰٪ بوده باشد. طی بررسی روی کشت مخلوط گندم و نخودفرنگی در سطوح کودی متفاوت افزایش کود نیتروژن به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب کاهش ماده خشک مجموع مخلوط دو گیاه نسبت به تک‌کشتی گندم شد. در سال دوم این آزمایش حتی کاهش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]



شکل ۳. میانگین وزن خشک کاه و کلش کلزا و نخودفرنگی به صورت تک‌کشتی و کشت مخلوط تحت سطوح مختلف نیتروژن. DM Pea و DM Canola به‌ترتیب بیانگر ماده خشک نخودفرنگی و کلزا می‌باشند. حروف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. حروف کوچک ستون‌های تیره، حروف کوچک ستون‌های کم‌رنگ و حروف بزرگ، به‌ترتیب بیانگر مقایسه میانگین گیاه نخودفرنگی، کلزا و مجموع دو گیاه می‌باشد.

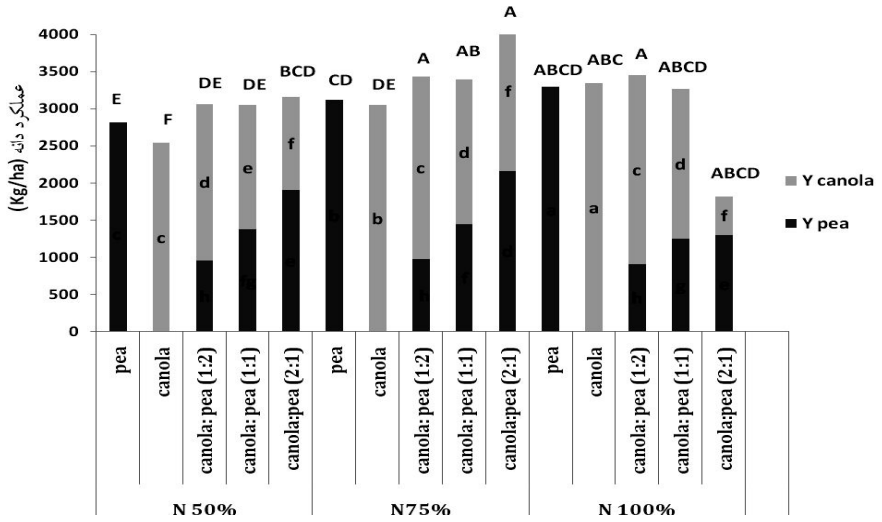
میزان ماده خشک شدیدتر بود و با افزایش میزان کود از ۸۰ به ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار از ۸ تن به ۶ تن در هکتار رسید (۸). قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی اثر میزان و نوع کود نیتروژن بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن در گیاه یونجه مشاهده کردند تیمارهای کود نیترات به‌دلیل ایجاد سطح برگ بیشتر، که می‌تواند مواد کربوهیدرات بیشتری را در اختیار گیاه قرار دهد، نسبت به شاهد روند افزایشی در وزن گره ایجاد می‌کند، البته این روند تا محدوده مشخصی از میزان کود نیترات است، زیرا از این محدوده به بعد وزن خشک و فعالیت روند کاهشی دارد، به‌طوری‌که با استفاده از ۳ میلی‌مول نیترات پتاسیم، وزن گره از ۰/۰۷۸ گرم (برای تیمار شاهد) به ۰/۰۵۷ کاهش می‌یابد.

عملکرد دانه

بر طبق نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه (جدول ۳) اثر نسبت مخلوط، مقدار نیتروژن و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. شکل ۴ نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه کلزا و نخودفرنگی در سطوح کودی متفاوت را نشان می‌دهد. در کشت خالص کلزا عملکرد دانه با افزایش مصرف کود نیتروژن روند صعودی داشت اما عملکرد دانه در کشت مخلوط تا میزان کود ۷۵٪ افزایش و سپس کاهشی بود. به طوری که در تیمار کودی ۵۰٪ و ۷۵٪ نیاز تیمارهای مخلوط عملکردی بالاتر از تک‌کشتی هر دو گیاه داشتند ولی با برآورده شدن ۱۰۰٪ نیاز کودی عملکرد مخلوط در دو تیمار نخود ۶۶٪– کلزا ۳۳٪ و نخود ۵۰٪– کلزا ۵۰٪ نسبت به تک‌کشتی آنها کاهش پیدا کرد (شکل ۴).

احتمالاً افزایش کود نیتروژن و اثر منفی احتمالی آن بر باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن دلیل این روند بوده است. طی آزمایشی روی کشت مخلوط گندم و نخودفرنگی در سطوح کودی متفاوت، افزایش کود نیتروژن به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب کاهش عملکرد مجموع مخلوط دو گیاه نسبت به تک‌کشتی گندم شد (۸). چنان‌چه مقایسه میانگین کلزا و نخودفرنگی جزء (شکل ۴) نیز نشان می‌دهد کمترین عملکرد دانه مربوط به نخود ۶۶٪ مربوط به سطح کودی ۱۰۰٪ نیاز می‌باشد. هم‌چنین عملکرد جزء کلزای ۳۳٪ در همین سطح کودی کمتر از کلزای ۳۳٪ دو تیمار کودی دیگر داشته است. با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]



شکل ۴. میانگین عملکرد دانه کلزا و نخودفرنگی به‌صورت تک‌کشتی و کشت مخلوط تحت سطوح مختلف نیتروژن. Y pea و Y canola به‌ترتیب بیانگر عملکرد دانه نخودفرنگی و کلزا می‌باشند. حروف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. حروف کوچک ستون‌های تیره، حروف کوچک ستون‌های کم‌رنگ و حروف بزرگ، به‌ترتیب بیانگر مقایسه میانگین گیاه نخودفرنگی، کلزا و مجموع دو گیاه می‌باشد.

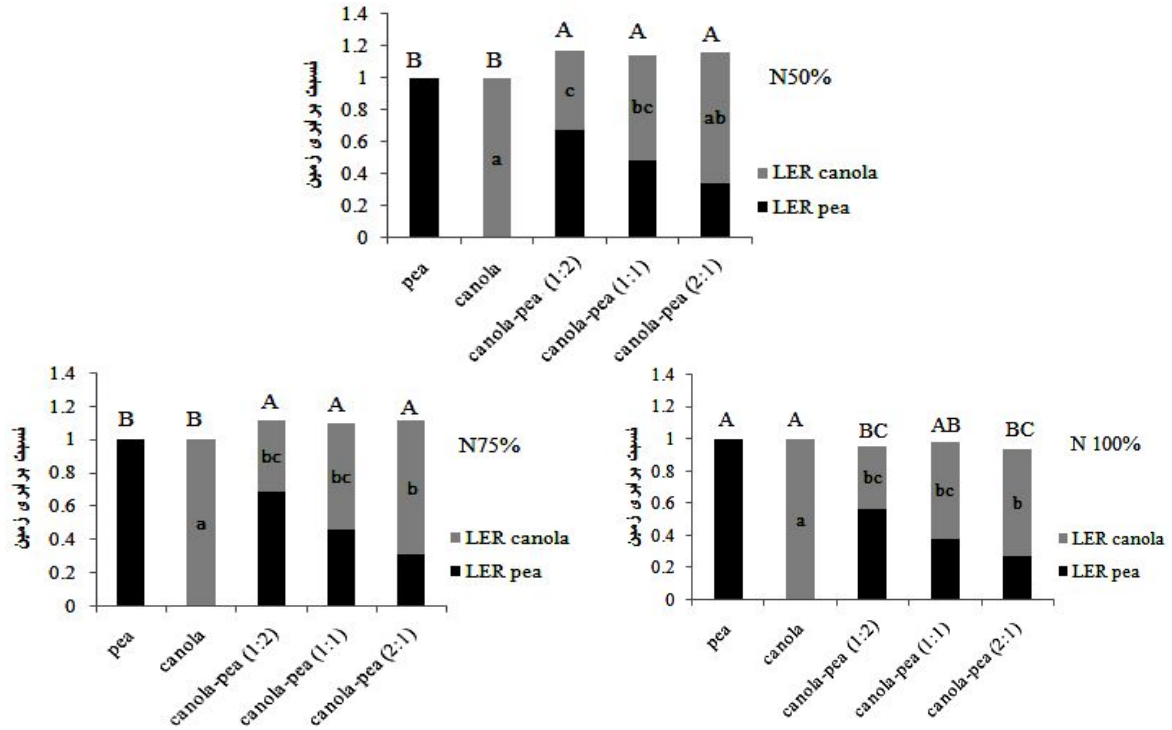
توجه به همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف (۹)، افزایش تعداد دانه در غلاف مخازن بزرگتری برای مواد فتوسنتزی تولید شده توسط گیاه را ایجاد نموده و در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌شود.

با توجه به شکل ۵ نسبت برابری زمین در تمامی نسبت‌های مخلوط تحت سطوح ۵۰٪ و ۷۵٪ نیاز کودی و نسبت مخلوط کلزا ۶۶٪- نخودفرنگی ۳۳٪ با ۱۰۰٪ نیاز کودی نسبت به تک‌کشتی هریک افزایش داشت (LER > 1)، به‌طوری‌که بیشترین نسبت برابری کل در نسبت مخلوط نخودفرنگی ۶۶٪ + کلزا ۳۳٪ با سطح کودی ۵۰٪ نیاز گیاه به میزان ۱/۱۷ به‌دست آمد. افزایش LER مخلوط نسبت به تک‌کشتی توسط برخی از محققین گزارش شده است (۸). در تمام نسبت‌های مخلوط در سطح کودی ۵۰ و ۷۵٪ نیاز نسبت برابری زمین برای کلزا افزایش نشان داد. این بدین معنی است که گیاه کلزا از مزایای کشت مخلوط به‌نحو مطلوبی استفاده کرده و این درحالی است که گیاه مخلوط شونده با کلزا نیز با مقدار کمی نوسان دارای عملکردی تقریباً برابر با تک‌کشتی است. یعنی کشت مخلوط علاوه بر اینکه عملکرد کلزا را افزایش داده است از عملکرد معمول نخودفرنگی نسبت به تک‌کشتی نکاسته و همین برتری نسبی برای توصیه مخلوط این دو گیاه در شرایط کمبود نیتروژن کافی است. ضمن اینکه اگر به نمودار LER کل توجه شود بالاتر بودن بالاتر بودن عملکرد کل نسبت به تک‌کشتی بیانگر همین نکته است. نکته بعدی افزایش کارایی یا بهره‌وری از منابع در مخلوط است که در اینجا میزان کارایی استفاده از نیتروژن مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به شکل ۴ میزان LER کلزا حتی در شرایط کاهش مصرف نیتروژن به میزان ۵۰ و ۲۵٪ نسبت به ۱۰۰٪ کاربرد نیتروژن حفظ شده است.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی عملکرد محصول در کشت مخلوط با کاربرد ۵۰ و ۷۵٪ نیاز نیتروژنی گیاه بالاتر از تک‌کشتی هر دو گیاه بود و این میزان عملکرد معادل تک‌کشتی هریک از این دو محصول تحت شرایط به‌کارگیری ۱۰۰٪ نیاز کود نیتروژن بود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]



شکل۵. نسبت برابری زمین کشت مخلـوط کلزا و نخودفـرنگی تحت سطوح مختلف نیتروژن. LERp، LERc و LERt **به‌ترتیـب بیانگر نسبت برابری زمین بـرای نخودفرنگی، کلزا و مجمـوع دو گیاه می‌باشند.** N50%، N75% و N100% **به‌ترتیب بیانگر میزان ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز کود نیتروژن برای کلزا و نخودفرنگی می‌باشند. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون** LSD **فـاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.**

بنابراین، استفاده از کشت مخلوط نخودفرنگی- کلـزا ۶۶ : ۳۳ و یا ۵۰ : ۵۰ علاوه بر تولید مناسب این دو محصول مـی‌توانـد با کاهش مصرف کود نیتروژن در حفظ محیط زیست نیـز مـؤثر بـاشـد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

1. Abayomi, Y. A. 2000. Influence of height of maize variety on the productivity of intercropped maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp, Department of Crop Production. University of llorin, PMB 1515, llorin, Nigeria.
2. Addiscot, T. M., A. P. Whitmore and D. S. Powlson. 1991. Farming, Fertilizers and the Nitrate Problem. *In:* Proceeding of CAB International, Wallingford.
3. Angadi, S. V., H. W. Cufprth, B. B. McConkey and Y. Gan. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. *Crop Science* 43: 158–1360.
4. Anthony, R., A. R. Szumigalski and R. C. Van Aoker. 2006. Nitrogen yield and land use efficiency in annual sole crops and intercrops. *Agronomy Journal* 98:1030–1040.
5. Azizi, M., A. Soltani and S. Khavari Khorasani. 1999. Canola, Physiology, Breeding, Production Biological Technology. Jahad Daneshgahi Mashhad. Mashhad. (In Farsi).
6. Baumann, D. T., M. J. Kropff and L. Bastiaans. 2000. Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research* 40:359–374.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]

7. Basalma, D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 4:120-125
8. Bedoussac, L. and E. Justes. 2010. The efficiency of a durum wheat-winter pea intercrop to improve yield and wheat grain protein concentration depends on N availability during early growth. *Plant and Soil* 330:19–35
9. Bernardi, A. L. and L. W. Banks. 1993. Petiol nitrate nitrogen: is it a good indicator of yield potential in irrigated canola. *In:* Proceedings of the 9th Australian Research Assembly on Brassicas, Wagga.
10. Choi, W. J., G. H. Han, S. M. Lee, G. T. Lee, K. S. Yoon, S. M. Choi and H. M. Ro. 2007. Impact of land-use types on nitrate concentration and δ15N in unconfined groundwater in rural areas of Korea. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 259–268.
11. Fallah, S. 2011. Recovery of nitrogen residue by the canola (*Brassica napus*) in rotation forage maize – canola. *Journal of Agroecology* 2:83–75. (In Farsi).
12. Ghadami, N. 1971. Agricultiure and Correction Colza(production). Agricultural Extension and Education Press, Tehran. (In Farsi).
13. Hatcher, P. E. and B. Melander. 2003. Combining physical, cultural and biological methods prospects for integrated non-chemical weed management stratingies. *Weed Research* 43:303–322.
14. Hauggard, H. P. Ampus and E. S. Jenssen. 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Agroecosystems* 65:289-300.
15. Kenny G. J. and R. B. Chapman. 1988. Effects of an intercrop the insect pests, yield and quality. *Agronomy* 16:67–72.
16. Majnoun Hosseini, N. 1980. Legume Agriculture and Production . Jahad University of Tehran. Tehran. (In Farsi).
17. Parks, E., R. Benjaminl and A. R. Watkinson. 2002. Comparing biological productivity in cropping system a competition approach. *Journal of Applied Ecology* 39:416–426
18. Perzednowek, D. W. A. 2003. The effect of pulse crop rotation and controlled-release urea on the nitrogen accumulation and end-use quality of Canada western red spring wheat. MSc. Thesis. Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of Manitoba. Manitoba.
19. Pronk, T. E., H. J. During and F. Schieving. 2007. Coexistence by temporal partitioning of the available light in plants with different height and leaf investment, *Ecological Modelling* 204:349–358
20. SAS Institute Inc. 2001. SAS User's Guide: Statistics. Version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
21. 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.
22. Sotedjo, I. N. P., L. P. Martin and A. J. V. Janes. 2003. Intercropping with Canada improves the productivity and sustainability field pea. *In:* Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference. Geelong, Victoria.
23. Tossikohal, P., M. Esfahani and B. Rabyie. 2011. Effect of concentration and timing of application of supplementary nitrogen fertilizer on dry matter remobilization, grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) cv. Hayola 401. *Iranian Journal of Crop Science* 13(2): 352–366. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.3.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.31]