نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال دوازدهم / شماره چهارم / زمستان ۱۴۰۱/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۶۵ تا ۸۲

اثرکاربرد کود زیستی نیتروکسین همراه با نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا (*Brassica napus*)

طاهره سهرابی[۱]، محسن موحدی‌دهنوی[۲*]، امین صالحی[۳] و حمیدرضا بلوچی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۵)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کود شیمیایی و زیستی نیتروژنه بر عملکرد کمی و کیفی کلزا، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج واقع در منطقه دشتروم در سال ۱۳۹۹ انجام شد. عامل اصلی کود نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) و عامل فرعی کود زیستی نیتروکسین، حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم، (کاربرد و عدم کاربرد) بودند. نتایج نشان داد که کود شیمیایی نیتروژنه و نیتروکسین تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی داشت. کود نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، شاخص کلروفیل و عملکرد روغن شد. بیشترین عملکرد دانه (۸۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) و زیستی (۲۳۹۱۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کاربرد نیتروکسین به‌دست آمد. با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کاربرد نیتروکسین کمترین درصد روغن دانه و در مقابل بیشترین درصد پروتئین دانه (۳۶/۶ ٪) حاصل شد. به‌طورکلی، مصرف تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی نیتروژنه عملکرد دانه، زیستی و روغن را افزایش داد. کاربرد کود زیستی نیتروکسین توانست، مصرف کود شیمیایی نیتروژن را کاهش دهد، نتایج نشان داد در اکثر صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری بین تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن+ نیتروکسین با تیمارهای کاربرد سطوح بالاتر کود نیتروژنه (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) به‌تنهایی وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلیوم، ازتوباکتر، پروتئین دانه، درصد روغن، شاخص کلروفیل

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Movahhedi54@yahoo.com

مقدمه

دانه‌های روغنی پایه و ماده اولیه تولید روغن نباتی هستند و به همین دلیل در مبحث امنیت غذایی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. از طرفی سرانه مصرف روغن نباتی در سبد غذایی خانوارهای ایرانی بالاست و به ازای هر نفر ۲۰ کیلوگرم در سال است، به همین علت می‌توان از روغن نباتی به‌عنوان یکی از نیازهای اساسی جامعه در حوزه غذایی نام برد (۱۷). با توجه به اهمیت کمی و کیفی روغن خوراکی و همچنین واردات بیش از ۹۰ درصدی روغن مورد نیاز کشور (۱۹)، تحقیقات گسترده در زمینه انواع دانه‌های روغنی ضروری است. گیاه روغنی کلزا (*Brassica napus* L.) در سال‌های اخیر به‌دلیل داشتن صفات و ویژگی‌هایی نظیر ترکیب مناسب اسیدهای چرب روغن ارقام اصلاح شده (با کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک در روغن و کمتر از ۳۰ میکرومول گلیکوزینولات در کنجاله)، توانایی جوانه‌زنی و رشد در دماهای پایین و سازگاری نسبتاً خوب این گیاه با شرایط اقلیمی اغلب نقاط کشور و افزایش تولید دانه برای روغن خوراکی مورد توجه واقع شده و سطح زیرکشت آن روند رو به رشدی داشته است (۴۲ و ۴۳). با توجه به نیاز کشور به روغن و حجم بالای واردات آن، برنامه کشت کلزا هم اکنون نیز جزو اولویت‌های وزارت جهاد کشاورزی در کشور و البته در استان کهگیلویه و بویر احمد است، ولی تا به امروز سطح زیر کشت آن محدود بوده است. میزان سطح زیر کشت و تولید کلزا در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ در ایران به‌ترتیب ۱۸۳۴۳۱ هکتار و ۲۹۵۱۲۳ تن و در استان کهگیلویه و بویر احمد ۱۸۸۱ هکتار با تولید ۲۵۵۲ تن است (۲۱).

افزایش تولید در واحد سطح نیازمند بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و استفاده صحیح از کودها (مقدار و زمان مصرف) است (۱). تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، به‌ویژه نیتروژن، یکی از جنبه‌های مدیریت زراعی جهت رسیدن بـه این امر مهم است. گیاه کلزا نیاز نسبتاً زیادی به نیتروژن دارد ولی عکس‌العمل آن به کود بستگی به شرایط محیطـی از جمله شرایط آب و هوایی منطقه، نوع خاک، رطوبت خاک و ژنوتیپ دارد (۳۴). در ایران مصرف بی‌رویه‌ی کودهای شیمیایی موجب بهم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک‌های زراعی شده است، بنابراین تأمین میزان مناسبی از نیازهای کودی گیاه عامل مؤثری در افزایش عملکرد و سودآوری بیشتر برای زارعین و رشد اقتصادی کشور خواهد بود. به‌دلیل اهمیت مقدار و زمان مصرف کود نیتروژنه در زراعت کلزا، تعیین مقادیر مناسب آن می‌تواند نقش بسیاری در افزایش عملکرد ایفا کند (۱۰).

نیتروژن عنصری مهم در گیاه است و جزء سازنده مولکول‌های کلروفیل بوده و بنابراین نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌کند. نیاز گیاهان به این عنصر در مراحل نخستین رشد بسیار زیاد است و با افزایش سن گیاه، کاهش می‌یابد. نیتروژن به‌صورت یون‌های آمونیوم و نیترات توسط ریشه‌ها جذب می‌شود. کلزا، توانایی بالا در جذب نیتروژن از خاک را داشته و به‌عنوان یک گیاه جمع‌آوری‌کننده برای کاهش آبشویی نیترات است (۲۹). برخی از پژوهشگران اهمیت کود نیتروژن بر گیاهان زراعی را گزارش کرده‌اند. در پژوهشی بر کلزا مشخص شد افزایش کاربرد نیتروژن، افزایش ارتفاع و تعداد شاخه جانبی را به‌همراه داشت که این موضوع موجب افزایش میزان تولید مواد فتوسنتزی و دوره گلدهی و درنتیجه افزایش تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کلزا شد (۳۵). پژوهشگران با مطالعه اثر نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ در کلزا بیشترین شاخص کلروفیل در سطح ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۴۶/۸۷ و کمترین مقدار آن در سطح ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۴۰/۱ به‌دست آوردند (۴). در آزمایشی اثر نیتروژن بر ارقام مختلف گیاه کلزا مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد سطوح بالای نیتروژن به‌دلیل افزایش مواد غذایی قابل حصول و بهبود توانایی گیاه در استفاده از شرایط محیطی جهت انجام فتوسنتز، سبب افزایش وزن هزار دانه شده است (۴۰). در پژوهشی دیگر بیشترین عملکرد دانه کلزا در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین عملکرد دانه در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌ترتیب با مقادیر

۴/۴۵ و ۰/۵۹ تن در هکتار به‌دست آمد (۸). در تحقیقی دیگر بر کلزا در بین الگوهای مصرف کود اوره بیشترین شاخص برداشت (۴۱/۲۱ درصد) متعلق به مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود و با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین با افزایش مصرف کود نیتروژنه (۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) از میزان شاخص برداشت کاسته شد (۴۴).

مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر صرف‌نظر از ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی، باعث بروز مشکلاتی در خاک‌های زراعی شده است. پیامدهای زیان‌بار اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و نیز توجه به قابلیت‌های ذاتی بسیار جالب توجه و متنوع موجودات خاکزی به‌ویژه ریزجانداران، موجب شده که یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین زمینه‌های مورد تحقیق در مطالعات علمی روز، تلاش برای تولید کودهای زیستی باشد (۴۵). در واقع استفاده از کودهای زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی با هدف حذف و یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی، یکی از ارکان اصلی و پراهمیت در کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (۳۷).

کود زیستی نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن آزاد از جنس *Azospirillum* و *Azotobacter* بوده که تعداد سلول زنده آن 10^8 عدد در هر گرم ماده حامل از هر یک از جنس‌های باکتری است. باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، با ساخت و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد مانند اکسین، ترشح اسیدهای آمینه، انواع آنتی بیوتیک‌ها و سیدروفورها، موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان و افزایش عملکرد و کیفیت می‌شود (۱۶). در پژوهشی روی کلزا بالاترین عملکرد زیستی (۱۰۴۰۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کود سبز مخلوط ماش و ارزن همراه با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و کمترین عملکرد زیستی (۳۸۷۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار بدون کاربرد کود سبز و نیتروکسین به‌دست آمد (۹). در بررسی اثر کود زیستی نیتروکسین بر گیاه کنجد پژوهشگران نتیجه گرفتند کمترین میزان عملکرد روغن در تیمارهای بدون کاربرد کود نیتروژن و زیستی به‌دست آمد که نسبت به بالاترین سطح حدود ۵۶ درصد اختلاف نشان داد (۷). نتایج پژوهشی نشان داد که بیشترین درصد پروتئین در گیاه کنجد با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن دار و در شرایط تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین به‌دست آمد (۴۳). با توجه به اینکه تأمین نیتروژن در کشت کلزا سبب بهبود عملکرد کمی و کیفی می‌شود، و از سوی دیگر عدم حضور آن به‌صورت طبیعی در خاک منجر به استفاده از کودهای شیمیایی و درنتیجه آلودگی‌های زیست محیطی خواهد شد، هدف این پژوهش جایگزین کردن کود زیستی نیتروکسین به جای بخشی از کود شیمیایی نیتروژنه مورد نیاز و بررسی تأثیر آن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا رقم نپتون بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۹ در منطقه دشتروم واقع در۱۰ کیلومتری شهرستان بویراحمد از استان کهگیلویه و بویراحمد با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی، و ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۲۰۹۵ متر از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار پیاده شد. عامل اصلی کود نیتروژنه در ۶ سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) و عامل فرعی کود زیستی نیتروکسین، حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم، در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد) بودند. در مرحله‌ی آماده‌سازی زمین پیش از کاشت، نمونه‌های مرکب از خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به‌صورت تصادفی تهیه شد. نتایج آزمون ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش

اسیدیته	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کربن آلی	شن	سیلت	رس	بافت خاک
	(درصد)	(میلی‌گرم بر کیلو گرم)		(درصد)				
۷/۲۳	۰/۰۷	۱۲	۱۳۹	۰/۹	۲۲	۵۲	۲۲	لوم سیلتی

هر کرت فرعی آزمایش به طول ۳ متر و عرض ۱/۸ متر و دارای سه پشته بود که فاصله‌ی پشته‌ها ۶۰ سانتی‌متر و روی پشته‌ها دو ردیف کشت انجام شد. فاصله‌ی بذرها روی ردیف کاشت ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله‌ی کرت‌های فرعی ۶۰ سانتی‌متر، فاصله‌ی کرت‌های اصلی ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی تکرارها از یکدیگر ۱/۵ متر بود. با توجه به کمبود فسفر و پتاسیم در خاک (جدول ۱) بر اساس توصیه کودی، کود سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) همراه با کود فسفره (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل) در شیار ایجاد شده، اعمال شد. تیمارهای کود نیتروژنه (از منبع اوره) به‌صورت یکنواخت اعمال شد. به‌صورتی که یک سوم کود در هنگام کاشت و دو سوم باقیمانده به‌صورت سرک در دو مرحله‌ی ساقه‌روی و قبل از گلدهی به بوته‌ها داده شد. کاشت بذر در تاریخ ۱۷ شهریور ماه سال ۱۳۹۹ انجام گرفت. برای استفاده از باکتری، بذرها به کود نیتروکسین با تراکم سلولی 5×10^{7} CFU/ml تهیه شده از شرکت مهرآسیا، حاوی باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter*، آغشته و کشت انجام گرفت. رقمی که کشت شد، نپتون، از ارقام زمستانه مناسب مناطق معتدل تا سرد بود. اولین آبیاری بعد از کاشت در تاریخ ۱۷ شهریور ماه صورت گرفت. دومین آبیاری جهت تسریع در سبز شدن سه روز بعد از کاشت انجام گرفت. پس از آن بر اساس نیاز گیاه، درجه حرارت و شرایط جوی هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار انجام شد. عملیات دفع علف‌های هرز به صورت وجین دستی سه مرتبه در طی مراحل مختلف رشد گیاه انجام گرفت.

جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی پنج بوته در مرحله تشکیل خورجین به‌صورت تصادفی انتخاب و میانگین آنها برای هر کرت لحاظ شد. جهت اندازه‌گیری شاخص سبزینگی (SPAD)، در زمان گلدهی از هر بوته ۵ برگ انتخاب و میزان سبزینگی با دستگاه SPAD-502 ساخت کشور ژاپن قرائت شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان شاخص سبزینگی یادداشت شد. اجزای عملکرد مورد بررسی تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بود. برای تعیین صفات عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت، زمان برداشت دو مترمربع از هر واحد آزمایش با رعایت اثر حاشیه برداشت شد. روغن دانه به‌وسیله دستگاه سوکسله با استفاده از پترولیوم بنزین استخراج و درصد روغن محاسبه شد (۲۲).

از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن، عملکرد روغن به دست آمد. درصد پروتئین دانه، از طریق حاصل‌ضرب درصد نیتروژن دانه گیاه در عدد ۶/۲۵، محاسبه شد (۱۱). در نهایت تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. مقایسه میانگین اثرات اصلی به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد و درصورت معنی‌دار بودن برهم‌کنش، برش‌دهی انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از رویه L.S.Means انجام شد. جهت رسم شکل‌های مربوطه از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش کود نیتروژنه و نیتروکسین در سطح احتمال خطای یک درصد بر شاخص کلروفیل، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و درصد روغن دانه در

کلزا معنی‌دار شد، اما برای ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، شاخص برداشت، درصد پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا معنی‌دار نشد. برای صفات اخیر اثر اصلی کود نیتروژنه و نیتروکسین معنی‌دار شد (جدول ۲).

ارتفاع بوته

بیشترین ارتفاع بوته از تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن از تیمار عدم کاربرد نیتروژن حاصل شد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین بین تیمارهای کاربرد ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). در ارتباط با اثر نیتروکسین بر ارتفاع بوته، نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از تیمار کاربرد نیتروکسین و کمترین آن نیز از تیمار عدم کاربرد نیتروکسین به‌دست آمد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳).

مصرف مقادیر بالاتر کودهای شیمیایی با گسترش سطح ریشه و افزایش جذب آب و عناصر از خاک، موجب تحریک رشد رویشی گیاه شده و دوره رویشی را افزایش داده و از طریق افزایش سطح برگ و سطح فتوسنتزی گیاه، میزان مواد پرورده را که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، افزایش داده و در نتیجه از طریق تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها موجب افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند (۵). در پژوهش ربیعی و همکاران (۳۹) بر کلزا مشخص شد با کاربرد کود نیتروژنه ارتفاع بوته افزایش یافت، بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب از کاربرد بیشترین میزان نیتروژن در هکتار و شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به‌دست آمد که نتایج این پژوهش با نتایج آنها پژوهش همسو بود. پژوهشگران، افزایش رشد ناشی از مصرف کودهای زیستی را به اثرات مستقیم این ریزموجودات در تولید ترکیبات مختلف، تسهیل جذب عناصر، افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک (مانند تثبیت نیتروژن)، تولید مواد تنظیم‌کننده رشد از قبیل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و یا از طریق ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد و نمو گیاه، تولید ترشحات حل‌کننده و کاهش اسیدیته خاک می‌دانند (۱۲). در این پژوهش نیز باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter* موجود در کود زیستی نیتروکسین احتمالاً از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد از جمله اکسین و جیبرلین، منجر به افزایش ارتفاع در کلزا شدند. اکسین‌ها موجب تقسیمات سلولی بیشتر و جیبرلین و مشتقات آن، سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها به‌ویژه میانگره‌های ساقه می‌شوند (۲۵).

تعداد شاخه جانبی

با افزایش مصرف نیتروژن تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه کلزا افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین شاخه جانبی در کلزا از مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد، و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود نیتروژن) بود که با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. اثر نیتروکسین بر تعداد شاخه‌های جانبی نشان داد که بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی از تیمار کاربرد نیتروکسین و کمترین آن مربوط به تیمار عدم کاربرد نیتروکسین بود. اثر طبیعی نیتروژن بر رشد شامل افزایش ارتفاع، قدرت گیاه و افزایش شاخه‌های منتهی به گل‌آذین بود. به‌طورکلی افزایش نیتروژن به‌دلیل افزایش سطح سبز فتوسنتز کننده، موجب افزایش جذب و انتقال مواد فتوسنتزی و هورمون‌های تحریک‌کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و مریستم جانبی می‌شود و در نتیجه مجموعه این عوامل سبب افزایش تحریک مریستم انتهایی و مریستم جانبی و افزایش تولید شاخه‌های جانبی کلزا در سطوح بالای نیتروژن می‌شود (۱۴). نتایج پژوهش مهدوی خرمی و همکاران (۲۸) بر گیاه کنجد نشان داد بیشترین تعداد شاخه جانبی در بوته در تیمار کاربرد نیتروکسین + ۵۵٪ اوره مورد نیاز بود که در مقایسه با تیمار بدون مصرف کود، باعث افزایش حدود ۳۲٪ در میانگین این صفت شد. باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter* موجود در کود زیستی نیتروکسین با تثبیت نیتروژن هوا و انتقال آن به سامانه رشد گیاه موجب ایجاد تعادل در جذب عناصر مورد نیاز گیاه می‌شود و با ترشح هورمون رشد اکسین، رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاه را افزایش داده و درنتیجه

جدول ۲. نتایج حاصل از تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات مورد بررسی در کلزا تحت تأثیر کود نیتروژن و نیتروکسین

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	شاخص کلروفیل	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	درصد پروتئین دانه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن دانه
تکرار	۲	۳/۸۲	۰/۰۳	۱/۶۷	۲/۲۳	۲/۱۸	۰/۰۰۳	۶۹۶۸۹	۴۵۶۹۹۸	۲/۸۱	۱/۶۵	۱/۹۳	۱۱۰۰۸
نیتروژن	۵	۱۲۱۲**	۹/۸**	۲۹۵**	۱۳۸۱**	۱۶۵**	۳/۵۲**	۲۲۲۳۹۱۸۳**	۲۱۸۴۱۳۸۲۷**	۷۷/۹**	۵۹۳**	۳۴۰**	۴۹۹۹۷۸**
خطای عامل اصلی	۱۰	۴۹/۴	۰/۳۲	۴/۴۶	۱۰/۰۴	۰/۵۳	۰/۰۹	۷۶۲۳۳	۵۳۵۵۸۵	۱/۰۷	۴/۶۰	۲/۲۴	۹۶۶۳
نیتروکسین	۱	۷۶۱**	۱۵/۸**	۱۰۳**	۱۴۸۷**	۲۸۸**	۰/۳۶**	۳۱۶۹۷۹۵۰**	۲۳۱۲۱۱۱۸۴**	۳۴/۲**	۳۶۵**	۲۳۴**	۴۷۴۷۳۴**
نیتروژن × نیتروکسین	۵	۲۷/۶^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۹/۹۱**	۶۷/۵**	۱۷/۴**	۰/۰۴**	۱۸۸۷۸۷۳**	۱۱۸۲۶۰۷۵**	۰/۷۵^{ns}	۲/۹۸^{ns}	۱۲/۰**	۱۰۲۵۰^{ns}
خطای عامل فرعی	۱۲	۱۴/۷	۰/۲۸	۳/۹۵	۸/۱۵	۰/۸۷	۰/۰۷	۸۵۸۸۰	۵۲۸۵۸۸	۱/۱۲	۳/۶۹	۰/۷۳	۸۰۲۸
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۶۲	۱۲/۲	۳/۲۹	۵/۷۰	۴/۲۴	۶/۸۵	۸/۵۶	۷/۱۳	۳/۳۸	۸/۲۴	۳/۲۶	۱۲/۲

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات نیتروژن و نیتروکسین بر برخی از صفات مورد بررسی در کلزا

عامل‌های آزمایش	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه‌های جانبی	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)					
۰	۸۶/۴^{d}	۲/۳۲^{d}	۲۶/۶^{e}	۱۱/۱^{f}	۳۵۴^{c}
۲۵	۹۸/۰^{c}	۳/۸۳^{c}	۲۸/۵^{d}	۱۴/۶^{e}	۴۷۳/^{c}
۵۰	۱۰۱/۸^{c}	۳/۸۶^{c}	۳۱/۱^{c}	۱۹/۵^{d}	۶۷۴^{b}
۷۵	۱۰۵^{c}	۴/۷۵^{b}	۳۳/۶^{b}	۲۶/۳^{c}	۷۷۵^{b}
۱۰۰	۱۱۶^{b}	۵/۲۱^{b}	۳۳/۸^{b}	۳۱/۷^{b}	۱۰۲۳^{a}
۱۲۵	۱۲۶^{a}	۶/۰۰^{a}	۳۶/۲^{a}	۳۶/۶^{a}	۱۰۷۳^{a}
نیتروکسین					
کاربرد	۱۱۰^{a}	۴/۴۹^{a}	۳۲/۶^{a}	۲۶/۵^{a}	۸۴۴^{a}
عدم کاربرد	۱۰۱^{b}	۳/۶۶^{b}	۳۰/۶^{b}	۲۰/۱^{b}	۶۱۴^{b}

میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری براساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد است.

موجب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی می‌شود (۲). پژوهشگران در بررسی کاربرد باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن دریافتند که کاربرد توأم کودهای زیستی *Azospirillum* و *Azotobacter* موجب افزایش ۵۱/۹۵٪ شاخه‌های جانبی در گیاه سویا می‌شود (۱۶).

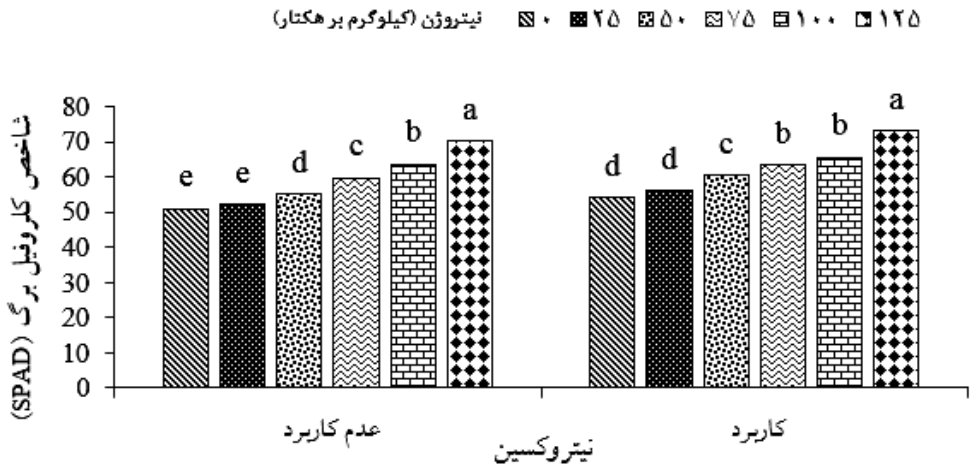
شاخص کلروفیل

با افزایش در سطوح نیتروژن، شاخص کلروفیل برگ روندی افزایشی داشته اما اثر کاربرد نیتروکسین بر شاخص کلروفیل برگ مشهودتر بود. در شرایط کاربرد نیتروکسین بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۷۲/۹۸ واحد اسپد) از تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین شاخص کلروفیل برگ (۵۴/۰۳ واحد اسپد) نیز از تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن حاصل شد. در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین بیشترین (۷۰/۳۳ واحد اسپد) و کمترین (۵۱ واحد اسپد) شاخص کلروفیل برگ به‌ترتیب از تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن حاصل شد که با یکدیگر اختلاف ۲۷/۴۸٪ نشان دادند (شکل ۱).

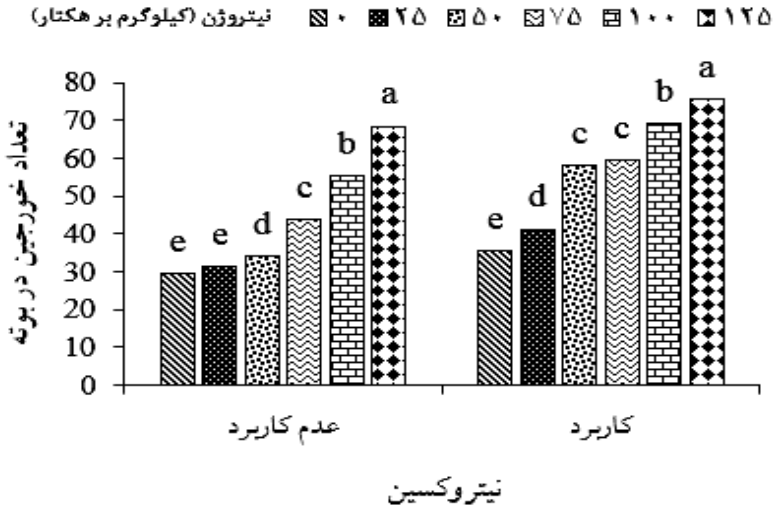
با توجه به اینکه نیتروژن بخشی از کلروفیل را تشکیل می‌دهد (یک اتم نیتروژن و چهار اتم کربن در حلقه‌های درون کلروفیل جای گرفته‌اند)، بنابراین افزایش در جذب این عنصر با کاربرد کود شیمیایی حاوی نیتروژن و نیتروکسین‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (نیتروکسین)، در افزایش میزان کلروفیل نقش مهمی دارد. در بیان علت برتری تیمار تلفیق کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه می‌توان اظهار کرد که تأمین مناسب، کافی و تدریجی نیتروژن موجب تأمین نیتروژن کافی جهت تولید کلروفیل شده و سایر عناصر مورد نیاز فتوسنتز و سنتز کلروفیل نیز تا حدودی به‌واسطه استفاده از این کود تأمین می‌شوند (۳). لالیتا و همکاران (۲۷) نیز بیان کردند که استفاده از کودهای زیستی *Azospirillum*، *Azotobacter* و *Bacillus* از طریق ترشح هورمون‌های رشد مانند اکسین و سیتوکنین سبب افزایش مقدار کلروفیل می‌شوند. سیتوکنین تولید شده توسط کودهای زیستی منبع بزرگی جهت جذب عناصری نظیر آهن، منیزیم و پتاسیم است که نقش حیاتی در بیوسنتز کلروفیل در گیاهان دارند.

تعداد خورجین در بوته

در هر دو سطح کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین با افزایش سطوح نیتروژن تعداد غلاف در بوته روند افزایشی داشت اما در



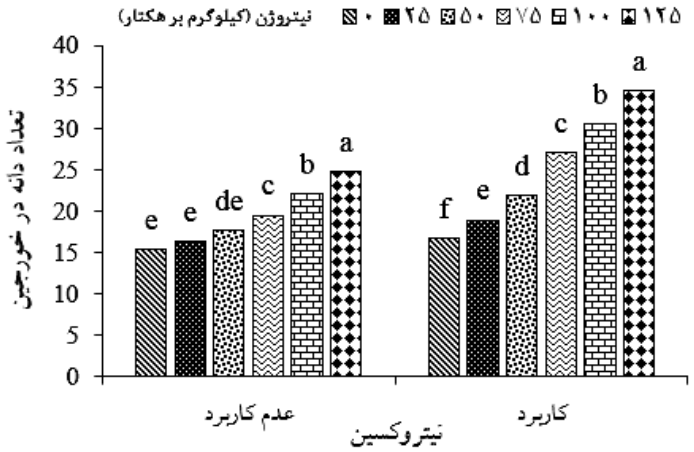
شکل ۱. مقایسه میانگین سطوح نیتروژن در هر سطح نیتروکسین برای شاخص کلروفیل برگ در کلزا. در هر سطح نیتروژن میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس رویه L.S.Means است.



شکل ۲. مقایسه میانگین سطوح نیتروژن در هر سطح نیتروکسین برای تعداد خورجین در بوته در کلزا. در هر سطح نیتروژن میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس رویه L.S.Means است.

شرایط کاربرد نیتروکسین اثر نیتروژن مشهودتر بود. در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین به‌ترتیب بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۷۵/۵۰ و ۶۸/۴ در تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن و کمترین آن به‌ترتیب با میانگین ۳۴/۴۳ و ۲۹/۳۳ در تیمار عدم کاربرد نیتروژن مشاهده شد (شکل ۲).

تعداد خورجین در بوته را می‌توان یکی از اجزای مهم تشکیل‌دهنده دانه به‌حساب آورد، به این دلیل که در برگیرنده تعداد دانه‌ها و نیز تولیدکننده مواد پرورده موردنیاز برای افزایش وزن دانه‌ها است. به نظر می‌رسد که اثر کود نیتروژن در افزایش رشد معمولاً در تولید تعداد زیاد غلاف در مترمربع است و تأثیر ناچیزی بر اجزایی که دیرتر تشکیل می‌شوند دارد. زیرا به‌دلیل وجود رقابت بین بوته‌ای، کاهش مصرف نیتروژن سبب افزایش درصد ریزش گل‌ها در حین تلقیح یا پس از آن و کوتاه شدن مرحله گلدهی می‌شود، لذا افزایش مصرف نیتروژن



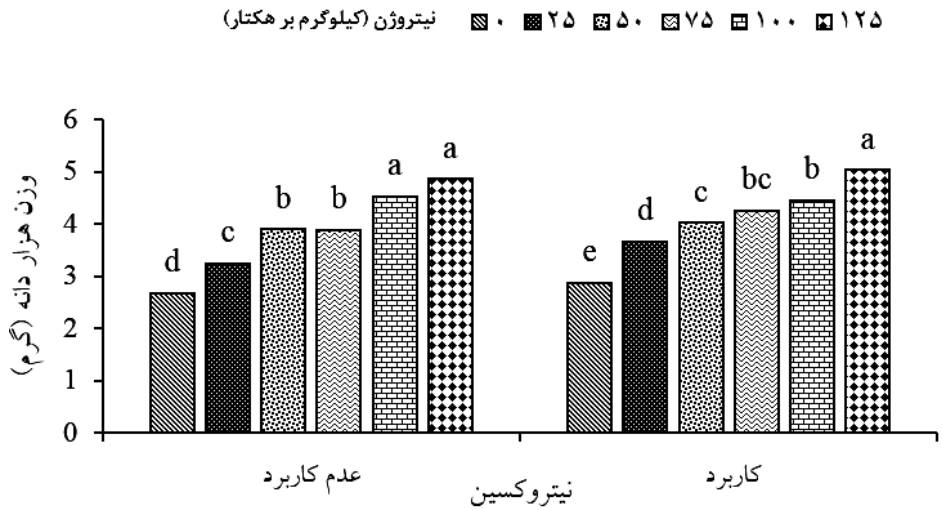
شکل ۳. مقایسه میانگین سطوح نیتروژن در هر سطح نیتروکسین برای تعداد دانه در خورجین در کلزا. در هر سطح نیتروژن میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس رویه L.S.Means است.

به‌دلیل کاهش میزان درصد ریزش گل‌ها و افزایش سطح سبز گیاهی و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی و تولید غلاف در گیاه در واحد سطح می‌شود. افزایش مصرف نیتروژن در کلزا باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شده و از این طریق عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (۳۸). نتایج دیگر پژوهش‌ها نیز حاکی از آن است که بیشترین تأثیر نیتروژن بر عملکرد از طریق افزایش تعداد غلاف در واحد سطح بوده است (۱۵). کود نیتروکسین از طریق سازوکارهای تولید هورمون و تثبیت زیستی نیتروژن به رشد بهتر گیاه در مرحله غلاف‌بندی کمک می‌کند و در نتیجه کارایی گیاهان تحت تیمار را در استفاده از منابع محیطی افزایش می‌دهد که منجر به افزایش تعداد خورجین در گیاه می‌شود. در همین راستا، کوچکی و همکاران (۲۵) مشاهده کردند با کاربرد کود نیتروکسین تعداد غلاف در بوته گیاه کلزای بهاره افزایش ۱۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد نشان داد.

تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در غلاف کلزا با افزایش سطوح نیتروژن در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین افزایش یافت. در شرایط کاربرد نیتروکسین بیشترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۳۴/۵۲ در تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد که با تیمارهای کاربرد ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ و عدم کاربرد نیتروژن به‌ترتیب اختلاف ۱۳/۴، ۲۷/۳، ۵۹/۹، ۸۲/۸ درصدی و ۱/۰۶ برابری نشان داد. در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین نیز بیشترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۲۴/۶۸ در تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد که با تیمارهای ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ و عدم کاربرد نیتروژن به‌ترتیب اختلاف ۱۱/۶، ۲۶/۷، ۳۹/۴، ۵۲/۱ و ۶۰/۴ درصدی نشان داد (شکل ۳).

افزایش تعداد دانه در غلاف همراه با افزایش سطح نیتروژن را می‌توان به تأثیر مثبت آن در لقاح و تشکیل دانه به‌دلیل رشد و تغذیه بهینه نسبت داد. نتایج دیگر تحقیقات انجام شده نیز نشان می‌دهند که با افزایش کاربرد نیتروژن، بر تعداد دانه‌های موجود در غلاف افزوده می‌شود، به‌عبارت دیگر، گیاه کلزا نیتروژن را جهت تولید غلاف و دانه‌های بیشتر مصرف کرده و افزایش این دو جزء از عملکرد، موجب افزایش عملکرد می‌شوند (۳۵). نتایج پژوهش نوریانی (۳۲) بر کلزا همسو با نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش سطوح نیتروژن تعداد دانه در غلاف افزایش یافت. مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژنه با فراهمی مداوم عناصر غذایی که در فرایندهای رویشی و زایشی تأثیر مهمی دارند، توانست تعداد دانه در غلاف را تا حد زیادی



شکل ۴. مقایسه میانگین سطوح نیتروژن در هر سطح نیتروکسین برای وزن هزار دانه در کلزا. در هر سطح نیتروژن میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس رویه L.S.Means است.

افزایش دهد. باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن از طریق تثبیت نیتروژن و انتقال آن به سلول‌های گیاه، سبب بهبود رشد، افزایش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی می‌شود که این امر، افزایش تعداد دانه در غلاف کلزا را در پی دارد (۲۶).

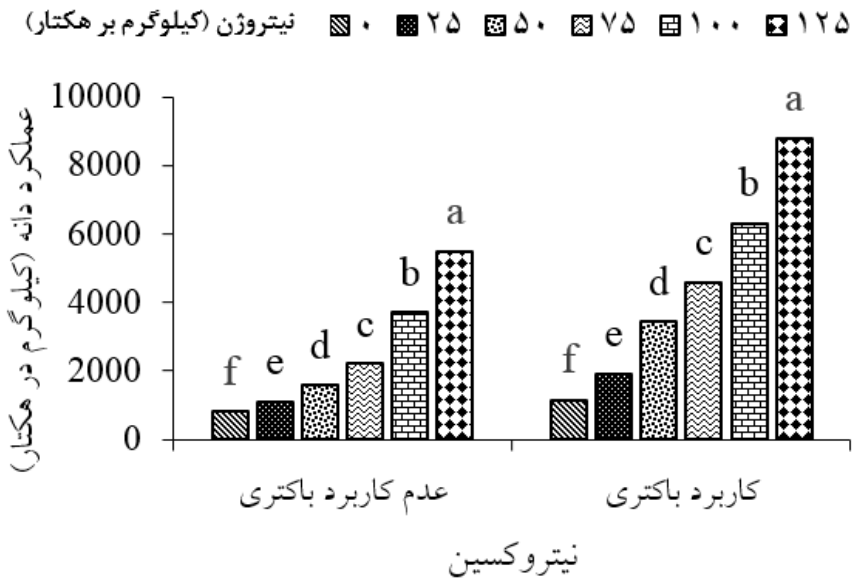
وزن هزار دانه

در هر شش سطح از مصرف نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) کاربرد نیتروکسین بالاترین وزن هزار دانه را داشت. به‌گونه‌ای که بیشترین وزن هزار دانه (۵/۰۳ گرم) مربوط به تیمار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در شرایط کاربرد نیتروکسین بود که با سایر سطوح نیتروژن تفاوت معنی‌داری داشت. در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به‌ترتیب با میانگین ۴/۸۶ و ۲/۶۸ گرم مربوط به تیمار ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار عدم کاربرد نیتروژن بود (شکل ۴).

وزن هزار دانه مستقیماً تحت تأثیر جریان مواد فتوسنتزی بعد از گرده‌افشانی است. این مواد می‌توانند از فتوسنتز جاری گیاه و یا انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه‌ها، برگ‌ها و یا غلاف‌ها تأمین شوند و وزن هزار دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه کلزا بوده و کاهش یا افزایش آن می‌تواند نقش زیادی در کاهش یا افزایش عملکرد دانه داشته باشد (۱۸). در آزمایش صفی‌خانی و همکاران (۴۰) اثر نیتروژن بر ارقام مختلف گیاه کلزا مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد در سطوح بالای نیتروژن به‌دلیل افزایش مواد غذایی قابل حصول و بهبود توانایی گیاه در استفاده از شرایط محیطی جهت انجام فتوسنتز، سبب افزایش وزن هزار دانه شده است. فتحی و همکاران (۱۳) اظهار داشت که دانه‌های با وزن بالاتر، از سرعت پر شدن بالاتری نسبت به دانه‌های با وزن کمتر برخوردار هستند. احتمالاً باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین از طریق تولید نیتروژن برای گیاه موجب پر شدن و افزایش وزن دانه می‌شوند. در همین راستا نتایج آزمایش سجادی‌نیک و همکاران (۴۱) نشان داد، تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین افزایش معنی‌دار ۷٪ بر وزن هزار دانه‌ی کنجد ایجاد کرده است. همچنین آنها اظهار داشتند نیتروکسین می‌تواند با تشدید فعالیت فتوسنتزی و افزایش عناصر غذایی درون گیاه، تأثیر مثبتی بر وزن هزار دانه داشته باشد.

عملکرد دانه

در هر شش سطح از مصرف نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و

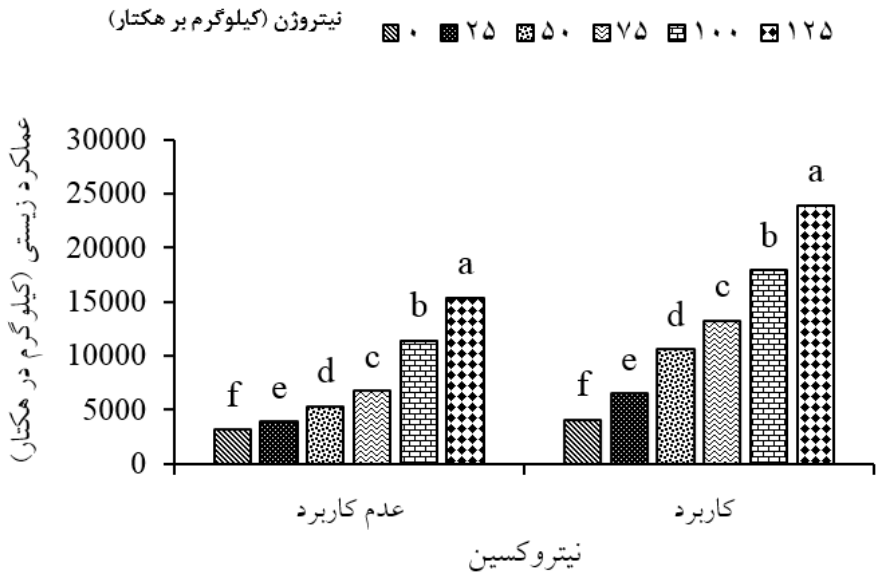


شکل ۵. مقایسه میانگین سطوح نیتروژن در هر سطح نیتروکسین برای عملکرد دانه در کلزا. در هر سطح نیتروژن میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس رویه L.S.Means است.

۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) کاربرد نیتروکسین بالاترین میزان عملکرد دانه را داشت. بیشترین عملکرد دانه (۸۷۹۰/۶۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در شرایط کاربرد نیتروکسین بود که با عملکرد دانه در سایر سطوح نیتروژن تفاوت معنی‌داری را نشان داد. این درحالی است که کمترین عملکرد دانه (۱۱۳۷/۲۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود نیتروژن) بود (شکل ۵). در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین، مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن باعث افزایش ۵/۸ برابری عملکرد نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود نیتروژن) شد (شکل ۵).

بررسی روند تغییرات عملکرد دانه نشان می‌دهد که با افزایش نیتروژن، عملکرد دانه در هر دو سطح کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین افزایش پیدا کرد. افزایش در عملکرد با افزایش مصرف نیتروژن، به‌دلیل وظایف متعدد این عنصر در فرآیندهای حیاتی افزایش در عملکرد با افزایش مصرف نیتروژن، به دلیل وظایف متعدد این عنصر در فرآیندهای حیاتی گیاه از جمله افزایش رشد رویشی، فعالیت فتوسنتزی، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در گیاه، تولید ماده خشک ذخیره‌ای می‌باشد (۳۰ و ۳۶). در پژوهش چاخرلو و همکاران (۸) نیز بیشترین عملکرد دانه کلزا در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین عملکرد دانه در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌ترتیب با مقادیر ۴/۴۵ و ۰/۵۹ تن در هکتار به‌دست آمد (۲۳). نیتروژن از طریق افزایش رشد شاخه‌های جانبی (جدول ۳) و تعداد غلاف‌های گیاه (شکل ۲) عملکرد دانه را افزایش داد.

پژوهشگران نشان دادند که کاربرد باکتری‌های همیار تثبیت‌کننده نیتروژن از طریق تولید هورمون‌های تحریک‌کننده رشد گیاه نیز می‌توانند سبب افزایش عملکرد دانه در گیاهان شوند (۴۵ و ۴۶). در واقع باکتری‌ها در محیط ریشه گیاه، توانایی تثبیت نیتروژن، انحلال فسفات و ساخت و ترشح برخی مواد زیستی فعال مانند اکسین‌ها و جیبرلین را دارند که در افزایش رشد و عملکرد نقش مؤثری ایفا می‌کنند (۱۲). در آزمایش نصراله‌زاده و احمد (۳۱) روی آفتابگردان حداکثر عملکرد دانه به میزان ۳۱۷۲/۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار آزمایشی با مصرف کود زیستی نیتروکسین به‌دست آمد. همچنین گزارش شد که تلقیح بذر گندم با *Azotobacter* عملکرد آن را به میزان ۱/۹۲ تا ۲ ٪ در مقایسه با بذور بدون تلقیح افزایش داد.



شکل ۶. مقایسه میانگین سطوح نیتروژن در هر سطح نیتروکسین برای عملکرد زیستی در کلزا. در هر سطح نیتروژن میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس رویه L.S.Means است.

عملکرد زیستی

در هر دو سطح کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد زیستی روند افزایشی داشت، اما در شرایط کاربرد نیتروکسین اثر نیتروژن مشهودتر بود. در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین به‌ترتیب بیشترین عملکرد زیستی با میانگین ۲۳۹۱۰/۹۳ و ۱۵۳۶۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن و کمترین آن به‌ترتیب با میانگین ۴۰۹۵/۰۷ و ۳۱۵۶/۹۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم کاربرد نیتروژن مشاهده شد (شکل ۶).

با افزایش مصرف نیتروژن، به‌دلیل تأثیر آن بر گسترش سطح برگ و در نتیجه پوشش‌دهی بهتر سطح مزرعه، کارایی استفاده از نور افزایش می‌یابد، که خود منجر به افزایش عملکرد زیستی گیاهان می‌شود. کاکابوکی و همکاران (۲۳) نشان دادند که تجمع زیست توده به‌صورت خطی و مثبت تحت تأثیر عرضه نیتروژن قرار می‌گیرد و حداکثر تجمع زیست توده در بالاترین سطح از نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. نتایج مطالعه سیدی و حمزه‌ئی (۴۳) نشان داد بیشترین میزان عملکرد زیستی در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد، اما مقدار به‌دست آمده در این تیمار با تیمار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشتند. صفی‌خانی و همکاران (۴۰) نتیجه گرفتند بیشترین عملکرد زیستی کلزا در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن به میزان ۱۰۵۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. باشان و دی-باشان (۶) گزارش کردند تلقیح گیاهان با باکتری‌های محرک رشد کارایی استفاده از عناصر غذایی را تغییر داده و باعث افزایش رشد گیاه و افزایش عملکرد زیستی می‌شوند. در تحقیق دبیقی و همکاران (۹) بالاترین عملکرد زیستی کلزا (۱۰۴۰۱ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد کود زیستی نیتروکسین و کمترین عملکرد زیستی (۳۸۷۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد به‌دست آمد. آنها اظهار کردند تثبیت زیستی نیتروژن موجب بهبود فعالیت‌های زیستی خاک شده که این باعث افزایش ارتفاع، عملکرد دانه و در نهایت عملکرد زیستی می‌شود. همچنین افزایش جذب نیتروژن توسط کودهای زیستی، باعث افزایش پرتوپلاسم و تقسیم سولی و در نتیجه افزایش اندازه سلول و سطح برگ شده و در نهایت با بالا رفتن فعالیت فتوسنتزی، رشد رویشی در گیاه را تشدید می‌کند (۱۲).

شاخص برداشت

بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۳۶/۲ ٪ از تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن با میانگین ۲۶/۶٪ از تیمار عدم کاربرد نیتروژن حاصل شد که با یکدیگر اختلاف ۲۶/۴٪ داشتند. همچنین بین تیمارهای کاربرد ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). در ارتباط با اثر نیتروکسین بر شاخص برداشت، نتایج نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۳۲/۶٪) از تیمار کاربرد نیتروکسین و کمترین آن نیز (۳۰/۶٪) از تیمار عدم کاربرد نیتروکسین به‌دست آمد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳).

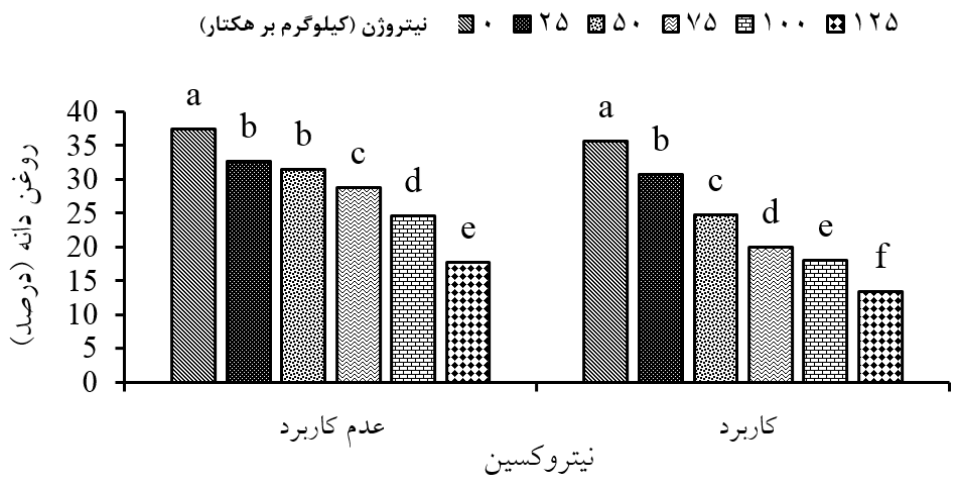
بالا بودن شاخص برداشت در اثر افزایش نیتروژن می‌تواند به‌دلیل افزایش عملکرد دانه نسبت به عملکرد زیستی در این تیمارها باشد. با توجه به اینکه شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیستی به‌دست می‌آید، هر عاملی که عملکرد دانه را افزایش دهد شاخص برداشت را نیز افزایش خواهد داد. نتایج حاصل از پژوهش سیدی و حمزه‌ئی (۴۳) نشان داد بیشترین شاخص برداشت کلزا (۴۱/۲ ٪) متعلق به مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود و با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین با افزایش مصرف کود نیتروژنه (۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) از میزان شاخص برداشت کاسته شد.

مصرف توأم باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن باعث افزایش جذب عناصر غذایی و رطوبت از خاک شده و در نتیجه با افزایش مواد فتوسنتزی و انتقال آسمیلات به دانه‌ها، شاخص برداشت دانه را افزایش می‌دهند. همچنین ایجاد موازنه در بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌تواند ضمن رشد رویشی بالا، در افزایش رشد زایشی نیز مؤثر باشد و با ایجاد مقصد فراوان (دانه)، آسمیلات تولیدی حاصل از رشد رویشی به موقع به دانه‌ها انتقال و نهایتاً شاخص برداشت گیاه بالا رود (۲۴). در همین راستا حسن‌زاده قورت تپه و مطلبی‌زاده (۱۸) سطوح مختلف کود زیستی نیتروکسین را بر گیاه کتان مورد مطالعه قرار دادند، نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد کاربرد کود زیستی نیتروژنه سبب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت نسبت به شاهد شد.

درصد پروتئین دانه

بیشترین درصد پروتئین دانه (۳۶/۶٪) از سطح نیتروژن ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که با سایر سطوح نیتروژن تفاوت معنی‌داری را ایجاد کرد. کمترین درصد پروتئین دانه (۱۱/۱٪) مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود نیتروژن) بود (جدول ۳). مطابق با جدول مقایسه میانگین اثر نیتروکسین بر درصد پروتئین دانه (جدول ۳)، بیشترین درصد پروتئین دانه (۲۶/۵٪) از کاربرد نیتروکسین و کمترین درصد پروتئین دانه (۲۰/۱٪) نیز مربوط به عدم کاربرد نیتروکسین بود. با افزایش نیتروژن مصرفی میزان جذب و تجمع آن در اندام‌های هوایی در مرحله گل‌دهی و انتقال مجدد آن به سمت دانه‌ها در مرحله رسیدگی افزایش پیدا می‌کند که مجموع این عوامل با افزایش درصد پروتئین دانه همراه است (۱۸). افزایش درصد پروتئین دانه با فراهمی میزان بیشتر نیتروژن در طول پر شدن دانه مرتبط است (۳۸). با توجه به اینکه نیتروژن از جمله مهم‌ترین عناصر مؤثر در افزایش درصد نیتروژن دانه است، به‌نظر می‌رسد که افزایش کاربرد کود نیتروژن تجمع این عنصر در دانه را افزایش می‌دهد که در نهایت این وضعیت منجر به بهبود درصد پروتئین دانه‌ها می‌شود (۲۰). در آزمایش سیدی و حمزه‌ئی (۴۳) بین سطوح کود اوره کمترین و بیشترین درصد پروتئین دانه کلزا به‌ترتیب متعلق به تیمارهای عدم مصرف و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود.

کود زیستی نیتروکسین می‌تواند با فراهم‌سازی ترکیبات، مواد هورمونی و ویتامین‌های محلول در آب، ایجاد حالت همکاری متقابل با سایر میکروارگانیسم‌ها و تولید ترکیبات اولیه مؤثر در بیوسنتز گلوکوزیدها و تجزیه آنها به ترکیبات ثانویه مثل پروتئین، نقش داشته باشد. همچنین گزارش شده است با توجه به اینکه *Azospirillum* و *Azotobacter* باکتری‌های



شکل ۷. مقایسه میانگین سطوح نیتروژن در هر سطح نیتروکسین برای درصد روغن دانه در کلزا. در هر سطح نیتروژن میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس رویه L.S.Means است.

تثبیت‌کننده نیتروژن هستند و این عنصر ماده اولیه تشکیل‌دهنده پروتئین است، احتمالاً یکی از دلایل افزایش درصد پروتئین با کاربرد باکتری‌های آزوسپیریلوم و ازتوباکتر، تثبیت نیتروژن توسط این باکتری‌ها است. (۳۳). در پژوهش نصیری و همکاران (۳۰) بیشترین درصد پروتئین گندم برای تیمار کاربرد نیتروکسین (۱۶/۴٪) وکاربرد نیتروکسین+ فسفاته بارور۲ (۱۶/۲٪) ثبت شد.

درصد روغن

با افزایش در سطوح نیتروژن، از درصد روغن دانه کاسته شد. در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین و عدم کاربرد نیتروژن، بیشترین درصد روغن دانه (۳۷/۵ ٪) حاصل شد و کمترین درصد روغن دانه در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین (۱۷/۶٪)، از تیمار ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. همچنین با کاربرد نیتروکسین درصد روغن دانه به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت به‌گونه‌ای که در تیمار عدم کاربرد نیتروژن+ کاربرد نیتروکسین بیشترین درصد روغن دانه (۳۵/۶ ٪) و در تیمار کابرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار+ کاربرد نیتروکسین، کمترین درصد روغن دانه (۱۳/۳٪) حاصل شد (شکل ۷).

از آنجایی که افزایش میزان پروتئین دانه رابطه مستقیم با افزایش مصرف نیتروژن دارد، به‌نظر می‌رسد که با افزایش مقدار نیتروژن، تشکیل پیش‌زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار، بیشتر شده و بنابراین تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود و مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می‌یابد، در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل تولید روغن کاهش خواهد یافت. این عامل به‌طور مشخص در کلزا باعث کاهش میزان درصد روغن دانه می‌شود (۳۲). نیتروکسین نیز احتمالاً با در اختیار قرار دادن نیتروژن بیشتر برای گیاه موجب افزایش درصد نیتروژن در دانه می‌شود، که همین عامل موجب افزایش درصد پروتئین در دانه و کاهش درصد روغن دانه می‌شود.

عملکرد روغن

بیشترین عملکرد روغن دانه از تیمار کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن از تیمار عدم کاربرد نیتروژن حاصل شد که با یکدیگر اختلاف ۲/۰۳ برابری داشتند (جدول ۳). در ارتباط با اثر نیتروکسین بر عملکرد روغن دانه، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد روغن دانه از تیمار کاربرد نیتروکسین و کمترین آن نیز از تیمار عدم کاربرد نیتروکسین به‌دست آمد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳).

عملکرد روغن اصلی‌ترین هدف از کشت و توسعه‌ی دانه‌های روغنی از جمله کلزا است. با توجه به همبستگی بالایی که بین عملکرد دانه و روغن وجود دارد می‌توان بیان داشت که لازمه تولید عملکرد روغن مطلوب، عملکرد دانه مطلوب است. بنابراین کاربرد کود زیستی و کود شیمیایی نیتروژنه، می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه و روغن در کلزا شود. در پژوهشی مشخص شد تلقیح بذور آفتابگردان با کودهای زیستی از جمله ازتوباکتر و نیتروکسین، سبب تولید بیشترین عملکرد روغن دانه شد، زیرا که تأمین عناصر غذایی ضروری از جمله نیتروژن و تلقیح با کودهای زیستی، سبب افزایش ارسال مواد پرورده به سمت بخش اقتصادی گیاه (دانه) می‌شود و با افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد (۴۷). با توجه به اینکه نیتروژن تأثیر به‌سزایی در افزایش عملکرد دانه دارد، لذا تأثیر آن بر افزایش عملکرد دانه باعث افزایش عملکرد روغن در هکتار شد (شکل ۵).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد افزایش مصرف کود نیتروژن، صفات مورفولوژیکی، اجزای عملکرد و عملکرد (به استثنای شاخص برداشت و درصد روغن دانه) گیاه کلزا را افزایش داد. همچنین با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت، اثر نیتروکسین نیز بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و در شرایط کاربرد کود نیتروژن به‌همراه نیتروکسین صفات مورد مطالعه بیشتر افزایش یافت. مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌همراه نیتروکسین، در شرایط آزمایش باعث بهبود صفات اقتصادی در کلزا می‌شود و بیشترین عملکرد دانه، عملکرد زیستی، عملکرد روغن دانه از این سطح تیماری حاصل می‌شود. همچنین نتایج اکثر صفات مورد بررسی نشان داد می‌توان با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه به‌همراه کود زیستی از کود شیمیایی کمتری استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

1. Ahmad, A., I. N. Khan, A. Anjum, Y. P. Abrol and M. Iqbal. 2005. Role of sulphate transporter systems in sulphur efficiency of mustard genotypes. *Plant Science* 169: 842–846.
2. Alami Milan, M., R. Amini and A. Bandeh Hagh. 2015. The effects of bio-fertilizers in combination with chemical fertilizers on yield and yield components of pinto beans. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 21: 15-29. (In Farsi).
3. Amani, N., Y. Sohrabi and G. R. Heydari. 2017. Yield and some physiological characteristics in maize by application of bio and chemical fertilizers under drought levels. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 27: 65-83. (In Farsi).
4. Bakhsandeh, A. M., A. Hamdi Shangri, M. Qurina and Q. A. Fathi. 2015. Investigating the effect of planting delay and nitrogen levels on seed yield, morphological traits and chlorophyll index of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Ahvaz weather conditions. *Journal of Plant Production Sciences* 6: 69-75. (In Farsi).
5. Bakhtiari, M., H. R. Ganjali, A. Mehraban and A. Ebrahimi. 2016. Investigating the effects of nitrogen and phosphorus application on quantitative and qualitative yield of safflower in Sistan region. *New findings in agriculture* 10: 241-253. (In Farsi).
6. Bashan, Y. and L. E. de-Bashan. 2010. How the plant growth-promoting bacteria *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. *Advences Agronomy* 108: 77-136. (In Farsi).
7. Bijni, M., P. Yadollhi, M. R. Asgharipour, S. Soleimani and M. Latifi. 2013. The effect of urea and nitroxin biofertilizer on the yield and agricultural characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of oilseed production* 1: 67-78. (In Farsi).
8. Chakherloo, M., S. Basharat and V. Reza Vardinjad. 2019. Effect of nitrogen and salinity on irrigation water yield and productivity at different soil moisture levels. *Applied Soil Research* 8: 116-130. (In Farsi).
9. Dabighi, Kh., A. Fateh and A. Ayneband. 2015. Effect of different green manure crops and nitrogen sources on grain yield, oil content and some qualitative traits of canola (*Brassica napus*) var. 401. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 9: 137-154. (In Farsi).
10. Dordas, C. A. and C. Sioulas. 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in Sufflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research* 110: 35-43.

11. Emami, Emami, A. 1996. Plant Analysis Methods. Publication of Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Soil and Water Research Institute, Technical Issue No. 982. 126 p. (In Fars).
12. Esitken, A., H. E. Yildiz, S. Ercisli, M. F. Donmez, M. Turan and A. Gunes. 2010. Effect of plant growth promoting bacteria on yield, growth and nutrient content of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae* 124: 62-66.
13. Fathi, A., A. Farnia and A. Maleki. 2013. Effects of biological nitrogen and phosphorus fertilizers on vegetative characteristics, dry matter and yield of corn. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 29: 1-7. (In Farsi).
14. Fathi, Q., A. Bani-Saeidi, A. Siadat and F. Ebrahimpour. 2002. Effect of different levels of nitrogen and plant density on grain yield of rapseed cultivar PF 7045 in Khuzestan conditions. *Scientific Journal of Agriculture* 25: 43-57. (In Farsi).
15. Fazli-Kakhki, S. F., M. Goldani, F. Soleimani Far and N. Beykzadeh. 2022. Response of two rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) in terms of growth indices, yield and yield components to method of nitrogen fertilizer application in Gonbad-e Qabus plain. *Journal of Crop Ecophysiology* 16: 255-270. (In Farsi).
16. Ghanbari, M., A. Mokhtasi Bidgoli, P. Talebi Siah Saran, H. Pirani and S. Karamniya. 2016. Evaluating the efficiency of *Azotobacter* in combination with *Pseudomonas putida* phosphate dissolving bacteria in soybean (*Glycine max* Merrill) under different irrigation regimes. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology* 5: 189-210. (In Farsi).
17. Ghosori, S. and M. Ghasemi Ghonche Nazi. 2020. Estimation of the consumption of basic goods in the country 2011-2021. Available online at: https://www.amar.org.ir/news. Accessed 24 August 2022. (In Farsi).
18. Hassanzade Ghorttapeh, A. and B. Motalebizadeh. 2013. Effect of bio fertilizers application on the yield and yield components of flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars. *Research in Field Crop Journal* 1: 31-43.
19. Helali, A. 2020. Investigating the share of oilseeds produced domestically and imported in the supply of household oil consumption. Available online at: https://www.agri-peri.ac.ir/page-Main/Fa/0/dorsa-search. Accessed 24 August 2022. (In Farsi).
20. Hosseini, S. M. A., A. Taslimi, Y. A. Karmi and A. Dastfal. 2019. The Effect of nitrogen biofertilizers on yield and yield components of two wheat cultivars (Chamran and Shiroodi). *Iranian Journal of Soil and Water Research* 50: 1927-1936. (In Farsi).
21. Iran Agricultural Statistics. 2021. Ministry of Agriculture-Jahad, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center. (In Farsi).
22. Johnson, C. M. and A. Ulrich. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. *California Agricultur Exprimental Stady Bulling.* 766: 52-78.
23. Kakabouki, I. P., D. Hela, I. Roussis, P. Papastylianou, A. F. Sentras and D. J. Bilalis. 2018. Influrnce of fertilization and soil tillage on nitrogen uptake and utilization efficiency of quinoa crop (*Chenopodium quinoa* Wild.). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 18: 220-235.
24. Kennedy, I. R. and Y. T. Tchan. 1992. Biological nitrogen fixation in non-leguminous field crops: Recent advances. *Plant and Soil* 141: 93-118.
25. Koocheki, A., M. Nasiri-Mahlati, R. Moradi and H. Mansouri. 2013. Optimizing water, nitrogen fertilizer and density in rapeseed cultivation using central compound design. *Journal of Agroecology* 1: 1-16. (In Farsi).
26. Koocheki, A. R., A. Rouhi and F. Noorbakhsh. 2015. The effect of biological fertilizers on yield, yield components and seed oil contents of three cultivars of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agroecology* 7: 168-178. (In Farsi).
27. Lalitha, M., M. Karunakar, C. Ravisankar and Y. Ashoka Rani. 2004. Effect of biorigulators on chlorophyll content and keeping quality of betelvine (*Piper betel* L.). *Journal of South Indian Horticultural* 52: 270-276.
28. Mahdavi Khorrami, A., J. Masoud Sinki, M. Amini Dehaghi, Sh. Rizvan Bidakhti and A. Damavandi. 2019. The effect of using nitrogen and potassium fertilizers and irrigation regimes on grain yield related traits of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Crop Production and Processing*. 19: 173-187. (In Farsi).
29. Montemuro, F., M. Maiorana, D. Ferri and G. Convertini. 2006. Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and source of N fertilization. *Field Crops Research* 99: 114- 421.
30. Nasiri, Y., S. A. Mousavizadeh and M. Asadi. 2020. Effect of farmyard, biological and chemical fertilizers on yield, yield components and some morphological characteristics of Wheat. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 30: 313-328. (In Farsi).
31. Nasrollahzadeh, A. and Gh. Ahmad. 2018. The effect of application using nitragin and nitroxin biofertilizers on reduce the use of nitrogen chemical fertilizer in sunflower cultivation (*Helianthus annuus* L.). *Environment Conservation Journal* 19: 39-46.
32. Nouriani, H., 2015. Investigating the effect of different levels of nitrogen on yield, yield components and some quality characteristics of two varieties of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Crop Production and processing* 5: 233-240. (In Farsi).
33. Omidi, H., H. A. Naqdiabadi, H. Golzad, H. Torabi and M. H. Fatukian. 2009. The effect of chemical and biological

nitrogen fertilizer on the quantitative and qualitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Medicinal Plants* 2: 99-109. (In Farsi).
34. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy* 19: 453-463.
35. Ozturk, O. 2010. Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research* 70: 132-141.
36. Pandiaraj, T., S. Selvaraj and N. Ramu. 2015. Effects of crop residue management and nitrogen fertilizer on soil nitrogen and carbon content and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) in two cropping systems. *Journal of Agricultural Science and Technology* 17: 249-260.
37. Pedraza, R. O., C. H. Bellone, S. C. D. Bellone, P. M. F. B. Sorte and K. R. D. S. Teixira. 2009. *Azospirillium* inoculation and nitrogen fertilization effect on grain yield and on the diversity of endophytic bacteria in the phyllosphere of rice rainfed crop. *Eourpean Journal of Soil Biology* 45: 36-43.
38. Rabiei, M. and P. Tousi Kehal. 2011. Effects of nitrogen and potassium fertilizer levels on nitrogen use efficiency and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop after rice in Gilan region. *Iranian Journal of Field Crop Sciences* 42: 605-615. (In Farsi).
39. Rabiei, M., M. Majidian, M. R. Alizadeh and M. Kavoosi. 2021. Effects of tillage systems, planting method and nitrogen amounts on the yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) and some properties of soil in paddy field conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 31: 221-237. (In Farsi).
40. Safikhani, S., A. Biabani, A. Faraji, A. Rahmi Karizki and A. L. Qolizadeh. 2015. The response of some agronomic characteristics of canola (*Brassica napus* L.) to nitrogen fertilizer and sowing date. *Journal of Crop Plants Ecophysiology* 9: 429-446. (In Farsi).
41. Sajjadinik, R., A. R. Yadvi, H. R. Balochi and H. Faraji. 2011. Effect of chemical (urea), organic (vermicompost) and Biological (nitroxin) fertilizers on quantity and quality yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 22: 87 -101. (In Farsi).
42. Seyed Sharifi, R. 2007. Industrial Plants. Mohaghegh Ardabili Press. Ardabil. (In Farsi).
43. Seyedi, M. and J. Hamzaei. 2021. Investigating the growth and yield of rapeseed under the influence of nitrogen fertilizer in rotation with corn and peas. *Journal of Plant Production*. 28: 81-91. (In Farsi).
44. Shakri, A., M. Amini Dehaghi, A. Tabatabai and A. M. Modares Sanavi. 2012. The effect of chemical and biological fertilizers on yield, yield components, oil percentage and protein content of sesame cultivars. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 22: 71-82. (In Farsi).
45. Singh, D., Sh. Yadav and S. Kumar. 2022. Effect of integrated use of nitrogen and biofertilizer on growth of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.). *The Pharma Innovation* 11: 942-944.
46. Tawhidi Moghadam, H. R., F. Ghoshaqi, A. Zakari and H. Hadi. 2008. Evaluation of *Azospirillum*, *Azotobacter* with nitrogen chemical fertilizer utilization on yield of fodder maize (*Zea mays* L.). *Dynamic Agriculture* 5: 349-355.
47. Yusufpour, Z., A. R. Yadavi, H. R. Balouchi and H. Faraji. 2013. Investigating the yield and some physiological, morphological and phenological characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under the influence of nitrogen and phosphorus biological and chemical fertilizers. *Journal of Agroecology* 6: 508-519. (In Farsi).

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 12, No. 4, Winter 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Nitroxin Bio-Fertilizer Application Accompanied with Nitrogen on Canola (*Brassica napus*) Yield Quantity and Quality

T. Sohrabi[1], M. Movahhedi Dehnavi[2*], A. Salehi[3] and H. R. Balouchi[2]

(Received: October 03-2022; Accepted: November 26-2022)

Abstract

In order to investigate the effect of chemical and biological nitrogen fertilizer on canola, a field experiment was conducted as a split plot based on a randomized complete block design with three replications at the research station of the Faculty of Agriculture, Yasouj University, located in Deshtrum region, in 2019. The main factor consisted of nitrogen fertilizer (zero, 25, 50, 75, 100 and 125 kg/ha of pure nitrogen from urea source) and the secondary factor consisted of nitroxin biofertilizer contained *Azotobacter* and *Azospirillium* bacteria (use and non-use). The results showed that nitrogen fertilizer and nitroxin had a significant effect on all investigated traits. Nitrogen fertilizer significantly increased plant height, number of lateral branches, chlorophyll index and oil yield. The highest grain (8790.60 kg/ha) and biological (23910.93 kg/ha) yield were obtained in 125 kg/ha of nitrogen and the use of nitroxin. With the consumption of 125 kg/ha of nitrogen and nitroxin, the lowest percentage of seed oil, and contrastingly the highest percentage of seed protein (36.65%) was obtained. In general, combined application of biofertilizer with chemical nitrogen increased grain, biological and oil yield. Nitroxin bio-fertilizer could reduce the consumption of chemical nitrogen fertilizer. The results showed that there was no significant difference between the application of 50 kg/ha of nitrogen + bacteria and the application of higher levels of nitrogen (75, 100 and 125 kg/ha) alone in most of the investigated traits.

Keywords: *Azotobacter, Azospirillium,* Oil percentage, Seed protein, SPAD

1, 2, 3. MSc. Student, Professor, and Associate Professor, respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
*: Corresponding Author, Email: Movahhedi54@yahoo.com