[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]

بررسی اثرات کاربرد کود نیتروژن و تلقیح با کودهای بیولوژیک (آزوسپریلوم و ازتوباکتر) بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن کلزای بهاره در آذربایجان‌غربی

عبدالله حسن‌زاده قورت‌تپه[۱*] و حامد جوادی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی و نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن کلزا، آزمایش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دکتر نخجوانی ارومیه به‌صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار بر روی کلزای رقم بهاره هایولا ۴۰۱ اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح کود نیتروژن (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره) و فاکتور فرعی شامل چهار سطح کود بیولوژیک (تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر، تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلوم، تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر و آزوسپریلوم و عدم تلقیح بذر با باکتری) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، تأثیر تلقیح بذر با باکتری و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر صفات مهم زراعی از جمله عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. ترکیب کودی تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپریلوم و کود نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، بیشترین عملکرد دانه (۳۱۴۲/۲ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد که نسبت به تیمار شاهد یا عدم مصرف نیتروژن و عدم تلقیح بذر با باکتری ۱۷۰/۵۸ درصد افزایش داشت. بیشترین میزان عملکرد روغن نیز از ترکیب کودی نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) + تلفیح با ازتوباکتر و آزوسپریلوم با عملکرد ۱۳۳۴/۵۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد، که نسبت به تیمار شاهد ۱۵۱/۰۲ درصد افزایش داشت. با توجه به نتایج حاصله، کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلوم توأم با کود شیمیایی نیتروژنه می‌تواند در افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: ***Brassica napus***، **کود زیستی، نیتروژن، روغن دانه**

۱. استادیار بخش اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌غربی

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a.g.hassanzadeh@gmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]

مقدمه

کودهای زیستی به‌صورت مایهٔ تلقیح میکروبی و به‌عنوان یک ترکیب حامل سوش‌های میکروبی مؤثر و با راندمان بالا برای تأمین یک یا چند عنصر غذایی مورد نیاز تعریف می شود. این مواد به‌صورت تلقیح با بذر، خاک و یا با کودهای آلی (کمپوست) مصرف می‌شوند (۷). توانایی باکتری‌های موجود در کودهای زیستی، در تولید انواع مواد محرک رشد مانند سیدروفورها، مواد هورمونی مثل گروه اکسین‌ها و جیبرلین‌ها، آزادسازی عناصر مغذی گیاه مانند فسفر و پتاسیم از ترکیبات نامحلول آنها در خاک، تجزیه ترکیبات آلی پیچیده در خاک و کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی که نهایتاً منجر به تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی وکیفی محصول می‌شوند (۱). تلقیح با آزوسپریلوم علاوه بر کاهش مصرف کود نیتروژنی در حد ۳۰ تا ۳۵ درصد، دارای اثرات مفید دیگری است که در مقایسه با مقدار مشابه کود نیتروژنی، می‌تواند سبب رشد بهتر گیاه تلقیح شده و افزایش مقدار محصول آن گردد. این تأثیر مفید را بیشتر به تولید هورمون های محرک رشد گیاه مانند اکسین‌ها نسبت داده‌اند. در گیاه تلقیح شده معمولاً تغییراتی در ریخت‌شناسی سیستم ریشه‌ای ایجاد می‌شود. طول ریشه‌های فرعی و تعداد انشعابات آنها و نیز تعداد و طول تارهای کشنده و انشعابات در آنها افزایش پیدا می‌کند و افزایش سطح جذب ریشه‌ها موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه می‌گردد (۲۰).

گزارش شده است که تلقیح کلزا با ازتوباکتر در شرایط محدودیت آب موجب افزایش عملکرد دانه کلزا می‌شود (۹). حاجی‌بلندی و همکاران (۱۱) در بررسی بوم‌شناختی جنس و گونه ازتوباکتر کروکوکوم، اظهار داشتند که رشد اندام هوایی و ریشه گیاهان مرتعی به‌ترتیب از تیمار کود نیتروژنه به‌سمت تیمار تلقیح با ازتوباکتر و تیمار توأم نسبت به شاهد افزایش یافت. تیمارهای سه‌گانه فوق هم‌چنین باعث افزایش جذب و انتقال پتاسیم به اندام هوایی شدند. تأثیر تلقیح ازتوباکتر کروکوکوم و آزوسپریلوم برازیلنز همراه کود دامی، رشد، تجمع ماده خشک، تولید دانه و پروتئین را در سورگوم افزایش داده است (۲۳). تأثیر تلقیح ازتوباکتر به‌ویژه همراه کود دامی آلی روی عملکرد محصولاتی مانند ذرت و ارزن مثبت بوده است (۱۶).

کندی و همکاران (۱۵) تسریع در جوانه‌زنی بذر در اثر تلقیح با ازتوباکتر را گزارش کرده‌اند، این موضوع در حقیقت تا حدی مربوط به توانایی ازتوباکتر برای تهیه مواد رشدی و تولید آنتی‌بیوتیک ضد قارچ است. یساری و همکاران (۲۴) اظهار داشتند که با استفاده از کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم می‌توان مصرف کود شیمیایی را از ۱۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش و عملکردی مشابه کودهای شیمیایی تولید کرد. در بررسی آنان با مصرف کودهای زیستی عملکرد دانه، غلاف، شاخه، وزن هزار دانه، روغن، افزایش و پروتئین کاهش یافت. مصطفویان و همکاران (۱۸) با بررسی تأثیر مایکوریزا، تیوباسیلوس و کود گوگرد در سویا نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه با مصرف کودهای شیمیایی فسفر، پتاسیم، گوگرد و نیتروژن توأم با کودهای زیستی مایکوریزا و تیوباسیلوس تولید شد و کاربرد کودهای زیستی در مقایسه با شاهد موجب افزایش عملکرد دانه شد. پس ترکیب کیفی دانه و عملکرد با مصرف کود بیولوژیکی افزایش می‌یابد.

کاگو و همکاران (۴) با بررسی تأثیر کودهای بیولوژیکی بر رشد کدو و خصوصیات بیولوژیکی خاک اظهار داشتند که ترکیب کود آلی با بیولوژیکی عملکرد کدو، رشد ریشه و کلروفیل برگ، را به‌ترتیب ۱۰/۴، ۱۲/۴ و ۲۹/۲ درصد در مقایسه با کود آلی تنها افزایش می‌دهد، آنان دلیل این امر را به افزایش میزان کربن و آنزیم‌های یوراز، فسفاتاز و کاتالاز در خاک دانستند.

کودهای شیمیایی نیتروژنی باعث آلودگی نیتراتی آب‌های سطحی و زیرزمینی و در نهایت موجب مسمومیت انسان، دام و آبزیان می‌شوند. هم‌چنین مشکل افزایش دنیتریفیکاسیون در نتیجه سنتز بیشتر گازهای سمی و تخریب لایه حیاتی ازن را به‌همراه دارند (۱۶). ظهور این قبیل اثرات مخرب و بسیاری

مسـایل دیگـر ضـرورت تجدیـد نظـر در روش‌هـای تولیـد محصولات و لزوم فراهم‌سازی شرایـط برای اسـتفاده بیشـتر از فرایندهای مفید طبیعی مانند تثبیت بیولـوژیکی نیتروژن را ایجاد می‌کند، تأمین عناصر غذایی به‌صورت کاملاً متناسب بـا تغذیـه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط‌زیست و در مجموع، حفظ و حمایت از سرمایه های ملی (آب، خاک و منابع انـرژی غیـر قابل تجدید) از مهم‌ترین دلایل ضـرورت اسـتفاده از کودهـای زیستی محسوب می‌شـود (۱۹). با توجه به موارد ذکر شده این بررسی به‌منظور مطالعه اثرات کاربرد کود نیتـروژن و تلقـیح بـا کودهای بیولوژیک (آزوسـپریلیوم و ازتوبـاکتر) بـر عملکـرد و اجزای عملکرد کلزای بهـاره در ایسـتگاه تحقیقـات کشـاورزی دکتر نخجوانی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان‌غربی انجـام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقـات کشـاورزی دکتـر نخجـوانی ارومیه واقع در روستای کهریز اجرا گردیـد. ایـن محـل در ۴۰ کیلومتری شمال‌غربی شهرستان ارومیه با عرض جغرافیـایی ۳۷ درجه و ۵۳ دقیقه شـمالی و طـول جغرافیـایی ۴۵ درجـه و ۱۰ دقیقه شرقی واقع شده است. میـزان بارنـدگی منطقـه براسـاس میانگین دراز مدت ۱۰ سـاله ۲۳۶/۷ میلـی‌متـر اسـت. میـانگین دمای سالیانه حدود ۱۲/۷ درجه سانتی‌گراد است. نتایج تجزیـه خاک محل مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شـده اسـت. خـاک مذکور غیر شور، با pH ۷/۷ و بافت خاک لومی بود. میزان فسفر در حد کمبود و پتاسیم در حـد کفایـت بـود. نتـایج حاصـل از تجزیه آب آبیاری (جدول ۲) نشـان داد کـه آب دارای شـوری متوسط و سدیم آن خیلی کم می‌باشد. این تحقیـق بـه‌صـورت اسپلیت‌پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکـرار اجرا گردیـد. فـاکتور اصـلی شـامل سـه سـطح کـود نیتـروژن (a1 = N − ۰، a2 = N − ۷۵، a3 = N = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود که در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. فاکتور فرعی شـامل چهـار سطح کود بیولوژیک : b1: بذر بدون تلقیح با بـاکتری (شـاهد)، b2: تلقیح بذر با کود بیولوژیک *Azotobacter* b3: تلقیح بذر بـا کود بیولوژیک *Azospirillum* b4: تلقیح بذر با کـود بیولوژیـک *Azotobacter* و *Azospirillum* بود که در پلات‌های فرعی قرار گرفت. کودهای زیستی مورد اسـتفاده در ایـن تحقیـق، حـاوی باکتری‌های جنس ازتوبـاکتر کروکوکـوم و جـنس آزوسـپریلوم لیپوفروم بودند که با رعایت نکات فنی لازم تلقیح بذور کلزا بـا این باکتری‌ها صورت گرفت. رقم کلزای کشـت شـده در ایـن آزمـایش هیبریـد Hyola−401 بهـاره بـود و دورهٔ رشـد آن در ایستگاه تحقیقاتی دکتر نخجوانی ارومیه ۱۱۵ روز طـول کشـید. قبل از کاشت، عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح انجام گردید. کودهای مـورد اسـتفاده براسـاس آزمـون خاک شامل سوپرفسفات تریپل ۶۰ کیلوگرم، سولفات منگنـز ۲۰ کیلوگرم، سـولفات مـس ۲۰ کیلـوگرم و سـولفات منیـزیم ۵۰ کیلوگرم در هکتار بودند. نیتروژن از منبع اوره تأمین گردید. در ارتباط با تیمارهای کود نیتروژن، یک سوم آن قبل از کشت، یک سوم در مرحله خروج از روزت و ساقه رفتن و یک سوم دیگر در اوایل غنچه‌دهی مصرف گردید.

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۴ متـر بـود. فاصـله بـین ردیـف‌هـا ۳۰ سـانتی‌متـر و فاصـله بـین بوتـه‌هـا ۵ سانتی‌متر بود. عمق کاشت حدود ۱/۵ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر بود. بذور کلزا و کودهای زیستی مـورد آزمـایش در هر کرت، در یک محل سایه، کـاملاً بـا هـم آغشـته شـده و سپس بلافاصله به‌صورت دستی کاشته شدند. حدود 10^8 سلول زنده از هریک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌لیتر از کودهـای به‌کـار بـرده شـده وجـود داشـت. آبیـاری منطبـق بـا نیازهـای فنولوژیکی گیاه و براساس نیاز آبی گیاه انجام گردید و مجموعاً در طی فصل رشـد ۳۵۰۰ مترمکعـب آب داده شـد. مبـارزه بـا علف‌های هرز به‌صورت دسـتی در دو نوبـت، کنتـرل آفـات و بیماری‌ها به‌خصوص سرخرطومی و شته‌مـومی کلـم در موعـد مقرر با استفاده از سم اکاتین به نسبت یـک در هـزار بـه انجـام رسید. برداشت پس از اینکه ۹۵ درصـد دانـه‌هـا قهـوه‌ای و یـا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (ایستگاه تحقیقات کشاورزی دکتر نخجوانی)

مشخصات نمونه	عمق	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته کل اشباع
	(cm)		(dS/m)	
نمونه مرکب	۰ – ۳۰	۲۵	۰/۶۷	۷/۷

ادامه جدول ۱.

مواد خنثی شونده	کربن آلی	نیتروژن کل	شن	لای	رس	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن	منگنز	روی	مس
(%)						(mg/kg)					
۲/۵	۲/۱	۰/۰۷	۴۶	۳۵	۱۹	۳/۱	۲۸۰	۴/۷	۰/۷	۰/۵۴	۰/۶۶

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب محل اجرای طرح

نسبت جذب سدیم	هدایت الکتریکی	اسیدیته	بی‌کربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم
	(dS/m)		(meq/l)				
۱/۵	۵/۲۰	۷/۸	۳/۶	۱/۸۴	۱/۹۲	۱/۸	۱/۷۵

تیره شدند، به‌صورت دستی انجام شد.

عملکرد دانه و بیولوژیکی با برداشت از ۳ خط وسط هر کرت با حذف حاشیه (معادل ۲/۷ مترمربع) محاسبه شد و شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک ضرب در ۱۰۰ محاسبه شد. وزن هزار دانه با برداشت و توزین تصادفی سه نمونه ۱۰۰۰ عددی و میانگین‌گیری محاسبه گردید. صفات ارتفاع بوته، طول شاخه‌های فرعی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف، به‌طور تصادفی با نمونه‌برداری ۱۰ بوته از هر کرت و میانگین‌گیری از آنها اندازه‌گیری و یا محاسبه گردید. درصد روغن به روش سوکسله اندازه‌گیری و عملکرد روغن با استفاده از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه گردید. کلیه داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام گردید. برای رسم نمودار از نرم‌افزار Microsoft Excel 2007 استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، تلقیح بذر با باکتری و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها نشان داد که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن با مصرف کودهای بیولوژیک با عملکرد دانه ۳۱۴۲/۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار بود که نسبت به تیمار شاهد (۱۱۶۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار) ۱۷۰/۵۸ درصدافزایش داشت (شکل ۱). کود نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی شده و در نتیجه باعث بقای تعداد گل‌های بارور، از طریق افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه گردید، که این امر باعث افزایش

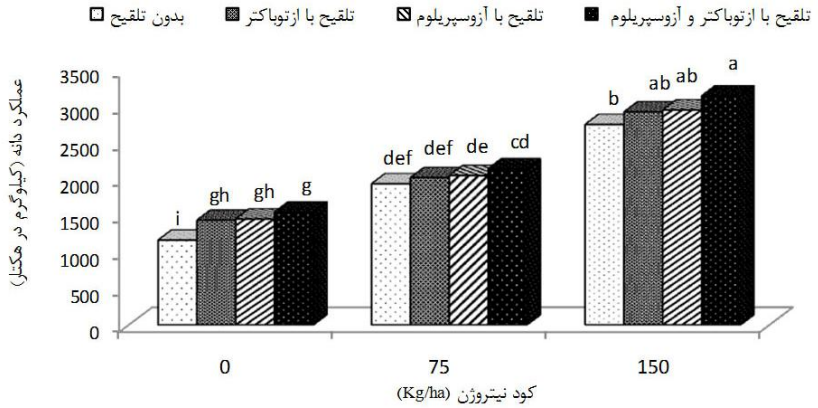
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در تیمارهای کودی کلزای بهاره

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات						
		تعداد غلاف	دانه در غلاف	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۳	۰/۷۶ ns	۰/۰۱ ns	۲۳۸۳۵ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۱۷ ns	۴۳۰۷ns
فاکتور a	۲	۱۰۷۹۶**	۴/۸۷**	۱۰۷۷۵۱۴۴**	۰/۶۶**	۸۰/۳۲**	۳۳/۴۰**	۱۷۲۱۸۲۹**
خطای a	۶	۰/۳۱	۰/۰۰۹	۲۶۵۸۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۲۲	۴۸۱۵
فاکتور b	۳	۶۵۹**	۰/۱۴**	۹۵۹۷۸**	۰/۰۵**	۵/۳۸**	۱/۲۷۳۲**	۱۳۴۶۹*
a × b	۶	۵۶/۹**	۱/۲۱**	۴۵۰۹۶**	۰/۰۰۳*	۰/۸۸**	۰/۰۲۲۶**	۱۰۵۲۸*
خطای b	۲۷	۰/۴۰	۰/۰۰۷	۱۹۷۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۶۲	۳۷۹۶
c.v	—	۰/۹	۰/۴	۶/۵	۰/۸	۰/۷	۰ /۱۷	۶/۵

ns: غیر معنی‌دار *: معنی‌دار در سطح پنج درصد **: معنی‌دار در سطح یک درصد

a و b به‌ترتیب کاربرد کود نیتروژن و کود بیولوژیک می‌باشند.



شکل ۱. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل کود نیتروژن و تلقیح با باکتری بر عملکرد دانـه.
ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون توکی در سطح ٪۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.

افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه گردید، که این امر باعث افزایش عملکرد دانه در مقادیر بالاتر نیتروژن می‌شود. افزایش عملکـرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتـروژن ممکـن اسـت بـه‌علـت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی باشد (۶ و ۲۲). نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشـان مـی‌دهـد کـه بـا افزایش مقدارکود نیتروژنه همراه با استفاده از کودهـای زیسـتی آزوسپریلوم و ازتوباکتر عملکرد دانه کلزا افـزایش مـی‌یابـد. در بررسی تیمارها معلوم شد که تلقیح با باکتری‌های آزوسپریلوم و ازتوباکتر موجب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شـاهد می‌شود ولی این اختلاف در تیمارهایی که کود نیتروژن به‌همراه باکتری‌های آزوسپریلوم و ازتوباکتر مصرف شده است، شدیدتر بود (شکل ۱)، زیرا هم‌یاری باکتری‌های تثبیت کننـدهٔ نیتـروژن به‌دلیل تأمین نیتروژن مورد نیاز، و وجود شبکه گسترده ریشه‌ای باعث افزایش طول ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هـوایی و در نتیجـه عملکـرد دانـه مـی‌شـود (۴). یسـاری و پاتواردهان (۲۴) نیز در تحقیقات خود افزایش ۲۱/۱۷ درصـدی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]

عملکرد دانه کلزا در تلقیح با باکتری‌های زیستی ازتوباکترین نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح با باکتری) را نشان دادند.

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، تأثیر تلقیح بذر با باکتری و نیز اثر متقابل آنها بر شاخص برداشت از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها نشان داد که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن توأم با ازتوباکتر و آزسپریلیوم ۲۹/۶۰ درصد، بیشترین و تیمار شاهد با ۲۳/۵۲ درصد، کمترین شاخص برداشت دانه را داشتند (شکل ۲). شاخص برداشت کارایی توزیع و انتقال آسمیلات ساخته شده در میان اندام‌های مختلف به‌ویژه اندام‌های اقتصادی مورد نظر را نشان می‌دهد. مصرف توأم باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن با سطح بالایی از مصرف نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) باعث افزایش جذب عناصر غذایی و رطوبت از خاک شده و در نتیجه با افزایش مواد فتوسنتزی و انتقال اسمیلات به دانه‌ها، شاخص برداشت دانه افزایش می‌یابد (۱۵). 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)، اسمیلات تولیدی حاصل از رشد رویشی به موقع به دانه‌ها انتقال و نهایتاً شاخص برداشت گیاه بالا رود. در تیمار با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن + تلفیح با ازتوباکتر و آزوسپریلوم نیز علاوه بر اینکه رشد رویشی در سطح بالا بوده (اندام‌های فتوسنتز کننده) به‌دلیل موازنه بین رشد رویشی و زایشی، تعداد کل دانه بالا بوده و نهایتاً شاخص برداشت در آن نیز بیشتر از سایر تیمارها می باشد.

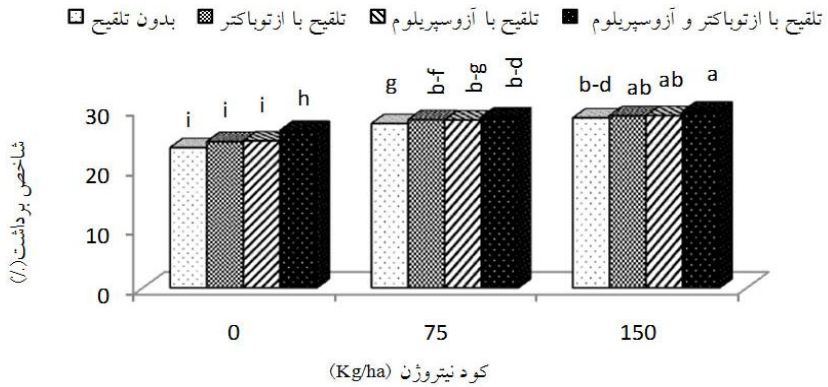
تعداد غلاف در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، تلقیح بذر با باکتری‌های آزوسپریلوم و ازتوباکتر و اثر متقابل آنها بر تعداد غلاف در بوته از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها نشان‌دهنده آن است که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن توأم با مصرف کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۱۳/۸۷ عدد) را تولید کرد (شکل ۳). یساری و پاتواردهان (۲۴) در تحقیقات خود به افزایش تعداد غلاف در بوته با مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های آزوسپریلوم و ازتوباکتر نسبت به تیمار شاهد اشاره داشتند. نتایج به‌دست آمده در این آزمایش نیز با تحقیقات ذکر شده مطابقت دارد. نتایج حاصل از ضرایب همبستگی نیز حاکی از وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد غلاف و عملکرد دانه می‌باشد (جدول ۴). ایلیکای و ایمام (۱۳) گزارش نمودند که تعداد خورجین با عملکرد دانه همبستگی بسیار بالایی دارد.

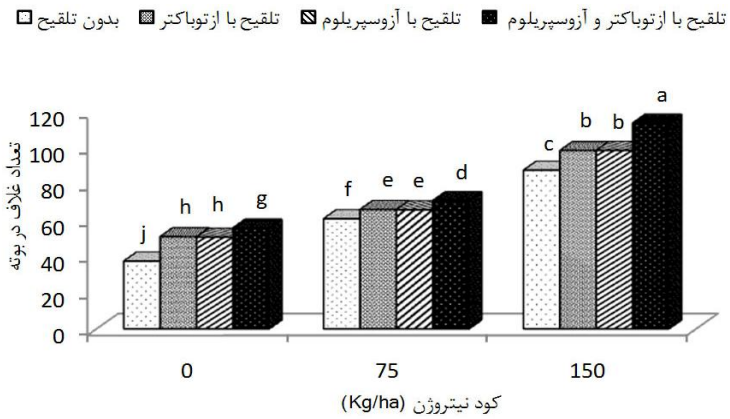
تعداد دانه در غلاف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، تأثیر تلقیح بذر با باکتری و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر تعداد دانه در غلاف از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها نیز نشان داد که تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن + تلفیح با ازتوباکتر و آزوسپریلوم با ۲۴/۸۳ عدد دانه در غلاف بیشترین و تیمار شاهد با ۲۳/۰۷ عدد دانه در غلاف کمترین تعداد دانه در غلاف را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۴). تعداد دانه در غلاف یکی دیگر از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در عملکرد دانه می‌باشد که به‌طور مستقیم در عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد و هر عاملی که باعث کاهش تعداد دانه در غلاف گردد، باعث کاهش عملکرد می‌گردد (۶). مندهام و همکاران (۱۷) افزایش تعداد دانه را عامل مهم در افزایش عملکرد ارقام جدید استرالیایی دانستند.

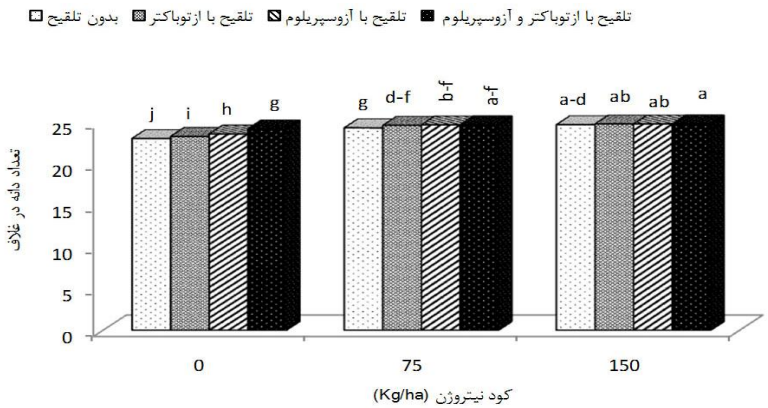
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]



شکل ۲. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتروژن و تلقیح با باکتری بر شاخص برداشت.
ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون توکی در سطح ٪۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتروژن و تلقیح با باکتری بر تعداد غلاف در بوته.
ستـون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمـون توکی در سطح ٪۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۴. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتروژن و تلقیح با باکتری بر تعداد دانه در غلاف.
ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون توکی در سطح ٪۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]

جدول ۴. همبستگی بین صفات بررسی شده در آزمایش

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	
۱- عملکرد دانه	۱						
۲- شاخص برداشت	۰/۸۶**	۱					
۳- تعداد غلاف در بوته	۰/۹۵**	۰/۸۵**	۱				
۴- تعداد دانه در غلاف	۰/۵۹**	۰/۶۲**	۰/۵۴**	۱			
۵- وزن هزار دانه	۰/۹۱**	۰/۹۶**	۰/۹۳**	۰/۶۱**	۱		
۶- عملکرد روغن	۰/۹۹**	۰/۸۶**	۰/۹۴**	۰/۵۹**	۰/۹۱**	۱	
۷- درصد روغن	-۰/۹۵**	-۰/۸۷**	-۰/۹۸**	-۰/۵۵**	-۰/۹۳**	۰/۹۴**	۱

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

وزن هزار دانه

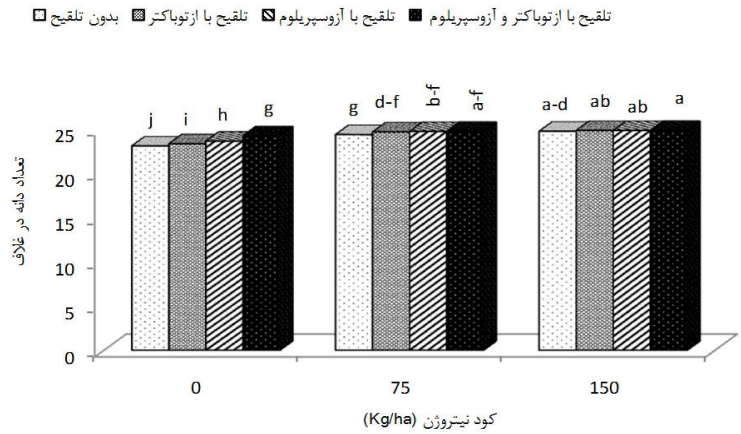
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، تلقیح بذر با باکتری‌های آزوسپریلوم و ازتوباکتر بر وزن هزار دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها بر وزن هزار دانه از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها نشان داد که تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن + تلقیح با ازتوباکتر و آزوسپریلوم با ۴/۲۹ گرم بیشترین وزن هزار دانه را داشت که نسبت به تیمار شاهد ۱۶/۵۷ درصد افزایش داشت (شکل ۵). بهبود فتوسنتز به‌وسیله باکتری‌ها علاوه بر افزایش رشد رویشی، عمدتاً به‌خاطر انتقال بهتر عناصر معدنی از خاک به گیاه می‌باشد. پورتر (۲۱) نیز گزارش داد که با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن ضمن افزایش اندازه دانه کلزا وزن هزار دانه نیز افزایش می‌یابد. آلزینی (۷) بیان داشتند که سرعت فتوسنتز و وزن ۱۰۰۰ دانه در گیاهی که با آزوسپریلوم تلقیح شده بیشتر از تیمار شاهد بود.

درصد و عملکرد روغن

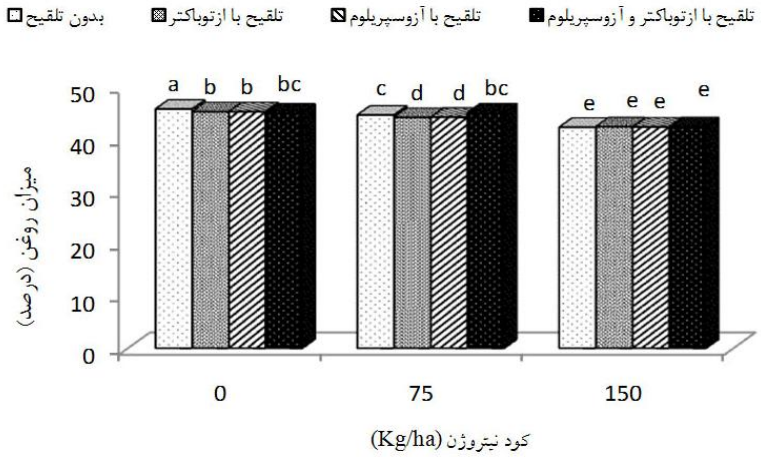
یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی در کلزا، درصد روغن دانه آن است. درصد روغن دانه در ارقام مختلف کلزا علاوه بر خصوصیات ژنتیکی به عوامل محیطی چون دما، شرایط تغذیه گیاه و رطوبت نیز بستگی دارد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، تلقیح بذر با باکتری و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر درصد و عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها نشان داد که تیمار شاهد با ۴۵/۷۸ درصد بیشترین و تیمارهای با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن کمترین درصد روغن دانه را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۶). در این تحقیق با افزایش نیتروژن در همه تیمارهای تلقیح بذر با کودهای زیستی آزوسپریلوم و ازتوباکتر و عدم تلقیح درصد روغن کاهش یافت. با افزایش مقدار نیتروژن، شرایط بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم می‌شود و بنابراین مواد فتوسنتزی بیشتری جهت سنتز پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل هدایت هیدرات‌های کربن کاهش خواهد یافت، این عامل به‌طور مشخص موجب کاهش میزان روغن دانه می‌شود (۹). بسیاری از محققان نیز گزارش کردند که با افزایش نیتروژن در زراعت کلزا درصد روغن کاهش و پروتئین آن افزایش می‌یابد (۱۰ و ۱۲).

مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها نشان داد که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن + تلفیح با ازتوباکتر و آزوسپریلوم بیشترین عملکرد روغن معادل ۱۳۳۴/۵۵ کیلوگرم در هکتار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]



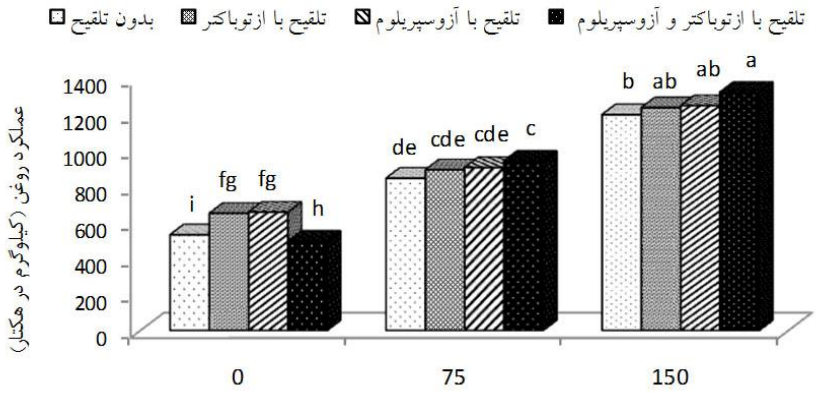
شکل ۵. مقایسه میانگین‌های اثـر متقابل کود نیتـروژن و تلقیح با باکتـری بر وزن هزار دانه. ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون توکی در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۶. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتـروژن و تلقیـح با باکتری بر درصـد روغن. ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون توکی در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

را تولید کرد که نسبت به تیمار شاهد ۱۵۱/۰۲ درصـد افـزایش داشت (شکل ۷). جکسون (۱۴) در سال ۲۰۰۰ ملاحظه کرد که عملکرد دانه و روغن کلزا در اثر مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر مـی باشـد. بـا مصـرف نیتـروژن سوبسـترای بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم و مواد فتوسنتزی بیشتری بـه ساخت پروتئین اختصاص داده می‌شود و در نتیجه جهت سـنتز روغن سوبسترای کافی در اختیار نخواهد بود. بنـابراین درصـد روغن کاهش می‌یابد، اما این کاهش منجر بـه کـاهش عملکـرد روغن نگردید. در واقع کـاربرد نیتـروژن بیشـتر بـرای حصـول عملکرد اقتصادی بالاتر مانعی نـدارد. چـون بـا کـاهش مقـدار نیتروژن، افزایش درصد روغن، کاهش حاصل در عملکرد دانـه را نمی‌تواند جبران کند. افزایش کاربرد نیتروژن از طریق تأثیر بر اجزای عملکرد موجب اثر بر عملکرد دانه می‌گردد. به‌طوری‌که افزایش کاربرد نیتروژن به‌دلیل کاهش درصد ریزش گل‌ها و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در واحد سطح و نیز اثـر بـر وزن هزار دانه موجب افزایش عملکـرد دانـه شـده و از ایـن طریـق

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]



شکل ۷. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتروژن و تلقیح با باکتری بر عملکرد روغن

ستون‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون توکی در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

موجب افزایش عملکردروغن می‌شود (۳ و ۵). عملکرد روغن اصلی‌ترین هدف از کشت و توسعه دانه‌های روغنی از جمله کلزا است. با توجه به دامنه نسبتاً پایین تغییرات درصد روغن دانه در اثر عوامل محیطی، چنین به‌نظر می‌رسد که اصولی‌ترین راه در حالت فعلی برای دست‌یابی به روغن استحصالی بالا در واحد سطح افزایش راندمان تولید دانه است که تا حدی عملی‌تر وراحت‌تر می‌باشد (۲۲). عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به‌دست آمد و تابعی از این دو مؤلفه می‌باشد (۲ و ۸). با توجه به اینکه نیتروژن تأثیر به‌سزایی در افزایش عملکرد دانه دارد، لذا در این بررسی افزایش عملکرد دانه باعث افزایش عملکرد روغن در هکتار گردید. نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات محققان دیگر مطابقت دارد (۸ و ۲۲). وجود همبستگی منفی بین درصد روغن و عملکرد دانه نشان می‌دهد که افزایش عملکرد دانه می‌تواند منجر به کاهش درصد روغن دانه گردد (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط محققین مختلف از جمله ابراهیم و همکاران (۱۲) ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصله، کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلوم توأم با مصرف کود شیمیایی نیتروژنه می‌تواند با اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش جذب گازکربنیک و فتوسنتز در گیاه کلزا، عملکرد دانه و روغن را افزایش دهد.

منابع مورد استفاده

1. Ardakani, M. R., F. Majd, D. Mazaheri and G. Normohamadi. 2001. The performance evaluation in *Azospirillum*, *Mycorrhiza* and *Streptomycin* together with animal manure in wheat using phosphorus-32. *Journal of Crop Science* 3(1): 56-69. (In Farsi).
2. Abadian, H., N. Latifi, B. Kamkar and B. Bagheri. 2008. The effect of late sowing date and plant density on quantitative and qualitative characteristics of canola (RGS-003). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 15 (5): 78-87. (In Farsi).
3. Barlog, P. and W. Grzebisz. 2004. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica nupus* L.). I. growth dynamics and seed yield. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190: 305-310.
4. Cao D., Z. Liang-Gang, J. Z. Xiao and Z. Y. Qian. 2010. Effects of biofertilizer on organically cultured cucumber growth and soil biological characteristics. *Chinese Journal of Applied Ecology* 21(10): 2587-2592
5. Campell, D. C. and Z. P. Kondra. 1978. Relationships among growth patterns, yield components and yield of rapeseed. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 87-93.
6. Cheema, M. and M. Malik. 2001. Effect of row spacing and nitrogen management of agronomic traits and oil quality of canola (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Science* 38: 3&4: 15-18.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]

7. EL-Zeiny, O. A. H. 2007. Effect of biofertilizers and root exudates of two weed as a source of natural growth regulators on growth and productivity of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agriculture and Biological Science* 3(5): 440-446.
8. Esmaeil, Y. and A. M. Patwardhan. 2006. Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica napus* L.) under different chemical fertilizer application. *Asian Journal of Plant Science* 5: 745-752.
9. Gaur, A. C. 2001. Effects of *Azotobacterization* on the yield of canola (*Brassica napus* L.): Laboratory experiment. *Indian Society of Soil Science* 40: 19-22.
10. Grant, C. A. and L. D. Baily. 1993. Fertility management in canola production. *Canadian Journal of Plant Science* 73: 651-670.
11. Hajibolandi, R., N. Aliasgarzadeh and Z. Mehrfar, 2004. Ecological study of Azotobacter at two pasture areas in Azerbaijan and its effect inoculation on growth and mineral nutrition in wheat. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource* 8 (2): 22-38. (In Farsi).
12. Ibrahim, A. F., E. O. Abusteit, El-M. A. El-Metwally. 1989. Response of rapeseed (*Brassica napus* L.) growth, yield, oil content and its fatty acids to nitrogen rate and application times. *Journal of Agronomy and Crop Science* 162(2): 107-112.
13. Ilikaie, M. N. and Y. Imam. 2003. Effect of plant density on yield and yield components of two cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus*. L). *Iranian Journal of Agricultural Science* 34(3): 35-38. (In Farsi).
14. Jackson, G. D. 2000. Effect of nitrogen and sulfur on Canola yield and nutrient uptake. *Agronomy Journal* 92: 644-649.
15. Kennedy, I. R. and Y. T. Tchan. 1992. Biological nitrogen fixation in non leguminous field crops: Recent advances. *Plant and Soil* 141: 93-118.
16. Martin, X. M., C. S. Sumathi and V. R. Kannan. 2011. Influence of agrochemicals and *Azotobacter sp*. application on soil fertility in relation to maize growth under nursery conditions. European *Asian Journal of Biosciences* 5: 19-28.
17. Mendham, N. J., J. Russel and G. C. Buzza. 1984. The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 103: 303-316.
18. Mostafavian S. R, H. Pirdashti, M. R. Ramzanpour, A. Andarkhor and A. Shahsavari. 2008. Effect of mycorrhizae, thiobacillus and sulfur nutrition on the chemical composition of soybean (*Glycine max* L.) seed. *Pakistan Journal of Biological Science* 11(6): 826-35.
19. Nosheen, A., A. Bano and F. Ullah. 2013. Bioinoculants: a sustainable approach to maximize the yield of Ethiopian mustard (*Brassica carinata* L.) under low input of chemical fertilizers. *Toxicology and Industrial Health* 29: 3-13.
20. Okon, Y. and Y. Kapulink. 1986. Development and functions of Azospirillum inoculated roots. *Plant and Soil* 90: 3-16.
21. Porter, P. M. 1993. Canola response to boron and nitrogen grown on the southeastern costal plain. *Journal of Plant Nutrition* 16: 2371-2381.
22. Rabiee, M., M. Kavoosi and P. Tousi Kehal. 2012. Effect of nitrogen fertilizer levels and their application time on yield and some agronomic traits of rapeseed (cv. Hyola 401) in winter cultivation in Guilan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil* 15(58): 199-212. (In Farsi).
23. Tilak, B. R., C. S. Singh, N. K. Roy and N. S. Subba Rao. 1992. *Azospirillum brasilense* and *Azotobacter chrococcum* inoculum effect on maize and sorghum. *Soil Biology and Biochemistry* 14: 417-418.
24. Yasari , E., M. R. Azadgoleh, S. Mozafari and M. Alashti. 2009. Enhancement of growth and nutrient uptake of rapeseed (*Brassica napus* L.) by applying mineral nutrients and biofertilizers. *Pakistan Journal of Biological Science* 15: 12(2): 127-33.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-22]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.4.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.39]