

بررسی امکان جایگزینی مصرف کود سوپر فسفات تریپل با کود زیستی فسفر در کشت ارقام مختلف کلزا در شرایط اقلیمی شهرستان اسکو

اسماعیل کریمی^۱، طیبه پاوندی^۲، احمد بابوردی^۳، و عزتاله اسفندیاری^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

چکیده

کود زیستی فسفات با آزادسازی و تامین فسفر مورد نیاز گیاه از منابع نامحلول موجود در خاک، سبب کاهش مصرف کود شیمیایی فسفات می‌گردد. کلزا یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است که برای رسیدن به عملکرد مطلوب نیاز به تامین مقادیر کافی کود فسفات دارد. این در حالی است که پاسخ ارقام مختلف کلزا به کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی از نظر عملکرد و اجزای عملکرد می‌تواند بسیار متفاوت باشد. برای بررسی این موضوع آزمایشی مزرعه‌ای در قالب فاکتوریل، بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل کود زیستی فسفات دو سطح، مایه‌زنی بذور کلزا با کود زیستی و عدم مایه‌زنی با آن، کود شیمیایی از منبع سوپر فسفات تریپل با مقادیر صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و ارقام مختلف کلزا شامل نیما، نپتون، دیفوزن، ناتالی، اکاپی، گابریلا بودند. نتایج نشان دادند که اثر متقابل مایه‌زنی کود زیستی در کاربرد سوپرفسفات تریپل معنی‌دار بوده و تعداد خورجین در بوته را به‌طور متوسط ۸ درصد افزایش داد. اثر متقابل سه جانبه تیمارها بر تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه معنی‌دار شد. رقم اکاپی در تیمار کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در شرایط عدم مایه‌زنی و مایه‌زنی با کود زیستی به ترتیب ۸۵٪، ۸۵٪، ۱۰۲٪ و ۸۶٪ افزایش نسبت به تیمار کنترل مربوطه و رقم نیما در تیمار ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در شرایط عدم مایه‌زنی و مایه‌زنی با کود زیستی به ترتیب ۹۶٪، ۱۰۶٪، ۴۷٪ و ۴۷٪ افزایش نسبت به تیمارهای شاهد مربوطه و رقم ناتالی تنها در شرایط مایه‌زنی با کود زیستی و کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل با ۹۸٪ افزایش بیشترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. بنابراین، بهره‌گیری مؤثر از کود زیستی در جهت تامین فسفر وابسته به رقم کلزا بوده و از بین ارقام مورد بررسی ارقام گابریلا و ناتالی در صورت مایه‌زنی با کود زیستی، نیاز کمتری به کاربرد کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل خواهند داشت.

واژگان کلیدی: سودوموناس، پانته آ، وزن هزار دانه، درصد روغن، شاخص برداشت.

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

۲- دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، خسرشهر، ایران.

۴- استاد گروه ژنتیک و مهندسی تولیدات گیاهی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

مقدمه

پی‌آمدهای منفی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی موجب شده تا کودهای زیستی به‌عنوان رهیافتی نوین در عرصه تولید محصولات کشاورزی مورد توجه قرار بگیرند (Singh et al., 2011). تحقیقات انجام یافته نشان داده‌اند که اگرچه کودهای زیستی اثرات مثبتی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان داشته است (Odoh, 2017) اما این کودها به تنهایی قادر به تامین نیازهای کودی به‌ویژه عناصر پرمصرف در اغلب گیاهان نبوده و لازم است کودهای شیمیایی و کودهای زیستی همزمان به‌کار گرفته شوند (Khan et al., 2020). کمبود فسفات از مهم‌ترین عوامل افت عملکرد در ۴۲ درصد از زمین‌های زراعی جهان محسوب می‌شود (Srino et al., 2016) و تقریباً ۷۵ تا ۹۰٪ کودهای شیمیایی فسفات اضافه شده به خاک نیز با آهن، آلومینیوم و کلسیم در خاک ترسیب یافته و از قابلیت دسترسی آن برای گیاه کاسته می‌شود (Seema et al., 2018).

جهت مقابله با آثار منفی کمبود فسفر در گیاهان، این عنصر در قالب کودهای شیمیایی حاوی فسفات مانند سوپر فسفات تریپل در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. اما، کاربرد کودهای شیمیایی علاوه بر تأثیرات مخرب محیط زیستی دارای ابعاد منفی ناخوشایندی مانند وابستگی کشور به واردات و ارزیابی آن بوده و همین امر کاربرد آنها را با دشواری مواجه می‌کند. در راستای غلبه بر محدودیت‌های یاد شده، محققین سعی بر یافتن منابع کودی محتوی فسفات و جایگزینی آنها با کودهای شیمیایی هستند که کود زیستی فسفات بارور ۲ از جمله آن می‌باشد. این کود حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات بنام‌های پانتوآ آگلومرانس سویه P25 و سودوموناس پوتیدا سویه

P13 می‌باشد که با توجه به افزایش چشمگیر قیمت کودهای شیمیایی فسفره مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است و انجام تحقیقات در خصوص بهینه‌سازی عوامل مؤثر بر تاثیر آن می‌تواند زمینه کاهش مؤثر مصرف کودهای شیمیایی را فراهم نماید (Tohidinia et al., 2014).

از آنجایی که قابلیت رهاسازی فسفر توسط این باکتری‌ها به‌عوامل گوناگونی مانند نوع باکتری، نوع گیاه، رقم گیاه، میزان فسفر قابل دسترس خاک و سایر عوامل بستگی دارد، بنابراین بایستی از جنبه‌های مختلف کارآمدی رهاسازی بیولوژیک فسفر به‌ویژه گزینش ارقام مناسب گیاهان در پاسخ به کودهای زیستی معرفی شده مورد بررسی قرار گیرد (Rehman et al., 2020).

کود زیستی بارور ۲ قادر است با مکانیسم‌هایی مانند ترشح اسیدهای آلی و پی‌آمد آن کاهش pH خاک، کلاته نمودن و دخالت در واکنش‌های تبدیلی، فسفات غیرقابل جذب را آزاد و در اختیار گیاه قرار دهد (Khan et al., 2020). اما، این توانایی میکروارگانیسم‌های موجود در کود فسفات بارور ۲ برای رفع نیاز گیاه کافی نبوده و لازم است از ویژگی‌های ژنتیکی ارقام گیاهان نیز استفاده شود (Ghaderi and Nourgholipour, 2020). بدین مفهوم که بین ارقام از نظر توانمندی در جذب و تخصیص فسفر به نقاط کلیدی متابولیسم تفاوت وجود داشته و همین امر سبب می‌گردد تا برخی از ارقام فسفر کارا محسوب شوند (Ghasem Khanlio et al., 2009).

در حدود ۹۰٪ روغن خوراکی مورد نیاز ایران به فرم دانه روغنی، روغن خام و یا روغن فرآوری شده وارداتی بوده و سالانه یک میلیارد دلار برای آن هزینه می‌شود (Anonymous, 2020). کلزا به‌دلیل پتانسیل بالای تولید و نیاز

آن به ترتیب ۳۹ و ۱۳/۱ درجه سلسیوس است. برخی از مشخصات فیزیوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش حاضر به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد.

فاکتورهای مورد مطالعه شامل مایه‌زنی با کود زیستی فسفات (دو سطح، عدم مایه‌زنی بذور و مایه‌زنی بذور بر طبق دستورالعمل شرکت سازنده کود بارور ۲ و پاشیدن محلول کود زیستی بر روی بذور قبل از کاشت)، کاربرد کود سوپرفسفات‌تریپل (سه سطح، صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و ارقام کلزا (شش رقم، دیفوژن، ناتالی، اکاپی، گابریلا، نیما، نپتون) بود. در این مطالعه کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل همزمان با عملیات شخم با خاک در عمق حداکثر ۲۰ سانتی‌متر مخلوط گردید. مایه‌زنی بذور کلزا نیز قبل از انجام کشت و به صورت بذر مال انجام شد. عملیات کشت در مهرماه به روش دستی انجام شد. فاصله بین ردیف‌های کشت در هر کرت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف کشت ۵ سانتی‌متر بوده و هر کرت آزمایشی شامل ۸ ردیف کشت به طول ۲ متر بود. آبیاری مزرعه طبق عرف منطقه و به صورت غرقابی و کنترل علف‌های هرز به شکل مکانیکی انجام شد.

بعد از رسیدن بوته‌ها به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از تیمارهای مورد مطالعه نمونه‌برداری انجام گرفت و صفات تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته با شمارش آنها، عملکرد دانه در بوته با توزین توسط ترازو و شاخص برداشت با استفاده از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک و به صورت درصد محاسبه گردید.

آبی کم آن، از مهم‌ترین گیاهان روغنی در جهان محسوب می‌شود (Maoteng et al., 2010). در ایران نیز به دلیل بازده بالاتر این گیاه نسبت به سایر گیاهان دانه روغنی مورد توجه قرار گرفته است (Amiri et al., 2019; Safdari-Monfared et al., 2019).

محدودیت میزان دسترسی به خاک‌های فسفاته برای تولید این دسته از کودها در کشور و ارزیابی آن جهت واردات در کنار کارایی اندک این کودها موجب گردیده تا کاربرد کودهای زیستی جهت استفاده از منابع نامحلول آن در خاک مورد توجه متخصصین کشاورزی باشد. از آنجایی که به دلیل نیاز بالای گیاه به عنصر فسفر کودهای زیستی به تنهایی قادر به تامین نیاز فسفری گیاه نیستند، مصرف همزمان کودهای شیمیایی و زیستی توصیه می‌شود. ارقام گیاه نقش مؤثری در افزایش کارایی سیستم زیستی جهت بهره‌گیری از این پتانسیل کود زیستی فسفات دارند.

براین اساس در این پژوهش تلاش شده است تا اثرات کاربرد همزمان کودهای فسفاته و زیستی بر تامین فسفر مورد نیاز کلزا و اثرات آنها بر عملکرد دانه و برخی از پارامترهای دیگر در ارقام مختلف کلزا مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در بخش ایلخچی شهرستان اسکو از توابع استان آذربایجان شرقی در مزرعه‌ای با طول و عرض جغرافیایی ۴۵/۹۷ و ۳۷/۹۴ تحت نظارت دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا گردید. ارتفاع محل اجرای آزمایش ۱۲۹۱ متر بالاتر از سطح دریا بود. براساس طبقه‌بندی اقلیمی دوما رتن اقلیم این ناحیه نیمه‌خشک سرد با میانگین بارندگی سالانه ۲۷۰ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای سالیانه

تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، از گروه‌بندی میانگین آنها صرف‌نظر گردیده و سایر خصوصیات براساس اثرات متقابل تیمارها مورد بحث قرار گرفت.

نتایج مقایسات میانگین صفات بر مبنای آزمون دانکن نشان داد مایه‌زنی کود زیستی در شرایط عدم کاربرد سوپرفسفات تریپل بر تعداد خورجین در بوته در تمامی ارقام کلزای مورد بررسی تاثیر گذار بوده و توانست تعداد آن را در هر بوته به‌طور میانگین ۸٪ نسبت به شاهد (عدم مایه‌زنی با کود زیستی) افزایش دهد (شکل ۱A). بیشترین تعداد دانه در خورجین در هر دو شرایط مایه‌زنی و عدم مایه‌زنی با کود زیستی با کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل (بدون تغییر معنی‌دار میان این مقادیر کودی) مشاهده شد (شکل ۱A).

از میان صفات مورد بررسی تعداد خورجین در بوته ضمن اثرپذیری از اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی مورد مطالعه، تحت تاثیر اثر متقابل رقم با کاربرد سوپر فسفات تریپل نیز قرار گرفت. در بین ارقام مورد مطالعه، گابریلا، اکاپی و دیفیوژن از نظر تعداد خورجین پاسخی به کاربرد کود سوپر فسفات تریپل ندادند. اما، در ارقام نپتون و ناتالی کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و در رقم نیما کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل باعث افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به عدم کاربرد آن شد (شکل ۱B). اثر کود زیستی فسفات بر تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه متاثر از میزان کود شیمیایی و رقم کلزا بود. بیشترین تعداد دانه در خورجین در رقم اکاپی با کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار در هر دو شرایط مایه‌زنی و عدم مایه‌زنی (۵۷٪ افزایش

درصد روغن دانه نیز با حلال دی اتیل اتر استخراج شده (Amiri et al., 2019) و وزن آن با توجه به میزان دانه مورد استفاده به‌دست آمد. سپس درصد روغن دانه در عملکرد دانه در هکتار ضرب شده و به‌عنوان عملکرد روغن در هکتار در نظر گرفته شد.

برای اندازه‌گیری غلظت فسفر، نمونه‌های دانه پس از شستشو با آب مقطر، در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون خشک شده و توسط آسیاب برقی پودر شدند. ۰/۵ گرم از نمونه حاصل به روش مرطوب هضم شده و فسفر آزاد شده از دانه‌ها با روش طیف سنجی (رنگ زرد مولیدات وانادات) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Westerman, 1990).

پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، داده‌های آزمایشی با کمک نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه آماری شده و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، اثر ساده مایه‌زنی بذور کلزا با کود زیستی فسفات بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل کود زیستی فسفات با کود سوپر فسفات تریپل بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد و در صفات تعداد خورجین و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌دار شد. همچنین، اثر متقابل سه جانبه (مایه‌زنی بذور با کود زیستی × کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل × رقم) بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد و بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). از آنجا که شاخص برداشت و وزن هزار دانه تحت

شرایط عدم مایه‌زنی با کود زیستی حاصل شد. در رقم نپتون بیشترین غلظت فسفر دانه در تیمارهای کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل در هر دو شرایط مایه‌زنی و عدم مایه‌زنی با کود زیستی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل در شرایط مایه-زنی با سوپرفسفات تریپل و در رقم نیما کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به‌همراه مایه‌زنی با کود زیستی به‌دست آمد (جدول ۳).

به استناد نتایج حاصل، درصد روغن و عملکرد روغن تحت تاثیر برهم‌کنش کود سوپرفسفات تریپل و رقم قرار گرفت، ولی کود زیستی فسفات تاثیر معنی‌داری بر این صفات نداشت. کاربرد سوپرفسفات تریپل بر درصد روغن دانه ارقام نیما، دیفوژن و اکاپی تاثیرگذار نبود. تیمار کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل منجر به افزایش درصد روغن دانه در ارقام نپتون و ناتالی (به‌ترتیب ۵/۵ و ۴/۰) شد. همچنین، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل در رقم گابریلا با افزایش ۵٪ بیشترین تاثیر را بر افزایش درصد روغن داشت (شکل ۳a).

بیشترین میزان عملکرد روغن در هکتار در ارقام دیفوژن، نپتون، اکاپی و گابریلا، با متوسط عملکرد ۱/۱۰ تن در هکتار و کمترین عملکرد روغن در شرایط عدم کاربرد کود سوپرفسفات تریپل، با متوسط عملکرد ۰/۹۸ تن در هکتار، در ارقام نیما و ناتالی به‌دست آمد (شکل ۳b). ارقام اکاپی، دیفوژن و نپتون از نظر این صفت به کاربرد کود سوپرفسفات تریپل پاسخ ندادند، در حالی که ارقام گابریلا، ناتالی و نیما به‌طور متوسط به‌ترتیب ۱۶، ۱۹ و ۱۱٪ افزایش عملکرد روغن (بدون تغییر معنی‌دار در مقادیر ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود

نسبت به تیمار شاهد)، رقم نپتون با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل در شرایط عدم مایه‌زنی (با ۶۰٪ افزایش نسبت به شاهد) و رقم ناتالی با ۵۳٪ افزایش در تیمار ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل با مایه‌زنی کود زیستی حاصل شد (جدول ۳).

در رقم دیفوژن عملکرد دانه از تیمارهای کودی متاثر نشد. در بین سایر ارقام و تیمارهای بررسی شده بیشترین میزان عملکرد دانه، در ارقام نپتون و گابریلا به‌ترتیب با ۲۰۲٪ و ۶۴٪ افزایش عملکرد دانه با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و بدون مایه‌زنی با کود زیستی به‌دست آمد. همچنین، رقم اکاپی در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط عدم مایه‌زنی و مایه‌زنی با کود زیستی به‌ترتیب ۸۵٪، ۸۵٪، ۱۰۲٪ و ۸۶٪ افزایش نسبت به شاهد نشان داد. رقم نیما نیز، در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط عدم مایه‌زنی و مایه‌زنی با کود زیستی به‌ترتیب ۹۶٪، ۱۰۶٪، ۴۷٪ و ۴۷٪ افزایش نسبت به شاهد داشت. در بین ارقام مورد بررسی، رقم ناتالی تنها در شرایط مایه‌زنی با کود زیستی و کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل با ۹۸٪ افزایش بیشترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

لازم به‌ذکر است که مایه‌زنی کود زیستی به تنهایی نتوانست غلظت فسفر در دانه در مقایسه با عدم مایه‌زنی در ارقام مورد مطالعه مانند دیفوژن و گابریلا را افزایش دهد (جدول ۳). بیشترین میزان غلظت فسفر دانه در رقم اکاپی به میزان ۰/۷۵٪ با افزودن ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به‌همراه مایه‌زنی با کود زیستی به‌دست آمد. در رقم ناتالی بیشترین غلظت فسفر دانه با کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل در

شیمیایی سوپر فسفات تریپل نسبت به شرایط عدم کاربرد کود سوپر فسفات تریپل) داشتند (شکل ۳b).

طبق نتایج حاصل، پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کلزا به کاربرد کود زیستی و شیمیایی فسفات متفاوت بود. در این راستا، صفری عربیک و همکاران (Safari Arabic et al., 2017) در مطالعه‌ای در منطقه بابل سر روی خاکی با اسیدیته ۷/۴ و فسفات قابل دسترس شش میلی گرم در کیلوگرم با مایه‌زنی بذور ارقام کلزا (هایولای ۴۰۱ و ساری گل) با باکتری‌های حل کننده فسفات‌های نامحلول خاک (شامل سودوموناس فلورسنس ۱-، سودوموناس فلورسنس ۲، سودوموناس پوتیدا ۱ و سودوموناس پوتیدا ۲) و سطوح مختلف کود سوپر فسفات تریپل (با مقادیر صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) گزارش کردند که کاربرد کود شیمیایی فسفات می‌تواند ضمن تاثیر معنی‌دار بر اجزای عملکرد نظیر تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه، افزایش عملکرد دانه را سبب گردد. بالاترین میزان افزایش عملکرد روغن (به میزان ۲۵٪) با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل به‌دست آمد.

باکتری‌های ذکر شده در تحقیق نامبردگان توانستند از طریق تاثیر بر وزن هزار دانه عملکرد دانه را بین ۵ تا ۱۷٪ در هر دو رقم افزایش دهند. با این حال کاربرد تلفیقی مایه‌زنی بذور مذکور با باکتری سودوموناس پوتیدا ۲ و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل توانست در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی عملکرد دانه کلزا را به‌طور متوسط ۳۰٪ در مقایسه با کاربرد خالص ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۵۸٪ در مقایسه با تیمار عدم کاربرد کود و عدم مایه‌زنی

باکتریایی افزایش دهد. در مقابل فتاحی‌نژاد و همکاران (Fattahi Nejad et al., 2013) با کاربرد مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل در ۴ گروه حاصلخیزی فسفر خاک تا ۳، ۳ تا ۶، ۶ تا ۱۰ و بیشتر از ۱۰ میلی-گرم در کیلوگرم در کشت کلزا رقم هایولا ۴۰ گزارش کردند که تاثیر کاربرد فسفر بر اجزای عملکرد تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، درصد پروتئین و درصد روغن دانه در هیچ یک از گروه‌های مورد بررسی معنی‌دار نبود. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که اگرچه بیشترین عملکرد دانه در ارقام نپتون، اکاپی، گابریلا و نیما در شرایط عدم مایه‌زنی با کاربرد ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به‌دست آمد ولی مایه‌زنی کود زیستی فسفات توانست بیشترین عملکرد دانه را در ارقام اکاپی، نیما و ناتالی با کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل همان مقدار عملکرد دانه را به‌وجود آورد. این امر نشان می‌دهد که کاربرد کود زیستی در برخی ارقام می‌تواند میزان مصرف کود را جهت حصول حداکثر عملکرد دانه کاهش دهد. هر چند گزارش‌های متناقضی نیز در این خصوص وجود دارد. زبرجدی و همکاران (Zebarjadi et al., 2011) در ۱۵ رقم کلزا نشان دادند که اجزای عملکرد در بین ارقام مختلف متفاوت می‌باشد و عملکرد دانه و روغن به‌عنوان اجزای اقتصادی این محصول دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند و اختلاف در طول دوره پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های مختلف را در این امر دخیل می‌دانند. لذا تغییرات مشاهده شده در اجزای عملکرد دانه کلزا در مطالعه حاضر و در تیمارهای شاهد بدون کاربرد نهاده‌ها مربوط به ذات هر رقم می‌باشد.

مدنی و همکاران (Madani et al., 2011) نیز نشان دادند که کاربرد کود زیستی افزایش معنی داری را در درصد روغن کلزا باعث می شود. هنوز مکانیسم های روشنی برای تغییرات اجزای عملکرد و دخالت در توزیع نهاده های فتوسنتزی ناشی از مایه زنی باکتری های محرک رشد در گیاهان ارایه نشده است.

بررسی توانایی باکتری های حل کننده فسفات انتروباکتر، کلواسه و سودوموناس بر جذب و انتقال فسفر در گیاه گندم و غلظت آن در دانه گندم در سطوح مختلف کودی از منبع سوپر فسفات تریپل نشان داده است که باکتری های یاد شده می توانند در مقایسه با تیمار بدون مایه زنی باکتریایی در سطوح مختلف کاربرد فسفر غلظت فسفر در دانه گندم را متاثر سازند و بیشترین غلظت فسفر در کاربرد تلفیقی دو باکتری در تیمار سطح کاربرد ۵۰٪ کود مورد نیاز گندم به دست آمد (Norouzi Masir et al., 2019). یافته های تحقیق حاضر نیز همسو با یافته های سایر محققان نشان داد که غلظت فسفر در دانه برخی از ارقام کلزا با مایه زنی میکروبی تغییر پیدا می کند ولی، در برخی از ارقام مایه زنی میکروبی بر غلظت فسفر بی تاثیر است. البته بایستی عنوان نمود که اثر رقت ناشی از افزایش عملکرد دانه در اثر مایه زنی میکروبی در برخی از ارقام نیز بایستی در نظر گرفته شود.

نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از کود زیستی فسفات بارور ۲ در زراعت کلزا توانست باعث تغییر در اجزای عملکرد آن گردد. اثرات حاصل از کاربرد کود زیستی تحت تاثیر سطوح مختلف کاربرد یا عدم کاربرد کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل و نوع رقم کلزا قرار گرفت.

گزارش های مختلفی تایید می کنند که پاسخ ارقام یک نوع گیاه به مایه زنی باکتری های محرک رشد متفاوت می باشد. کریمی و همکاران (Karimi et al., 2022) نشان داده اند که پاسخ عملکرد گندم رقم چمران نسبت به رقم کوهدشت در مایه زنی با باسیلوس ها بیشتر است.

قاسم خانلو و همکاران (Ghasem Khanlo et al., 2009) در منطقه چالدران با بررسی تاثیر مایه زنی بذور سیب زمینی شامل سه رقم ماردونا، آگرا و مارفونا با کود زیستی فسفات در یک خاک با $pH = 7.13$ و فسفر قابل دسترس برابر با $11/27$ میلی گرم در کیلوگرم گزارش کردند. باکتری های محرک رشد پس از مایه زنی به دلیل فقر مواد غذایی در خاک به ویژه در خاک هایی با ماده آلی اندک، به ترشحات ریشه گیاه میزبان وابستگی دارند، بنابراین کلونیزاسیون موفق و بروز خصوصیات محرک رشدی به عرضه ترکیبات آلی بستگی دارد که گیاه میزبان در اختیار میکروب های ریزوسفری قرار می دهد.

از آنجایی که امکان تفاوت ترکیبات ترشح شده در خاک در ارقام مختلف وجود دارد، لذا پاسخ به مایه زنی باکتری های محرک رشد نیز متفاوت خواهد بود (Karimi et al., 2022). بنابراین تفاوت پاسخ به مایه زنی با کود زیستی فسفات در شرایط این مطالعه در بین ارقام کلزا دور از انتظار نخواهد بود و گزینش رقم مناسب جهت مدیریت تلفیقی مصرف کودهای شیمیایی و کودهای زیستی ضمن توجه به عملکرد مناسب و اقتصاد مصرف کود بسیار مهم می باشد. در شرایط این مطالعه مایه زنی بذور کلزا با کود زیستی فسفات علی رغم تاثیر بر اجزای عملکرد، نتوانست در میزان روغن دانه تغییری ایجاد کند. با این حال گزارش های متناقض نیز وجود دارند.

کاربرد کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل می-توانند، گزینه‌های مطلوبی باشند. بدیهی است توصیه آنها جهت کشت نیازمند مطالعات تکمیلی است.

سپاسگزاری: بدینوسیله از مرکز خدمات کشاورزی بخش ایلخچی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بخش تحقیقات خاک و آب که کمک‌های ارزنده‌ای جهت تحقق این مطالعه داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می-گردد.

برمبنای عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی) مایه‌زنی کود زیستی در رقم گابریلا باعث افزایش ۴۰٪ عملکرد دانه شده و آن را از ۴ گرم در بوته در شرایط بدون مایه‌زنی با کود زیستی به ۵/۶ گرم در بوته افزایش داد که بیشترین عملکرد در بین تمامی تیمارهای این پژوهش بود.

در رقم ناتالی کاربرد کود زیستی به همراه کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل نسبت به تیمار مشابه ولی بدون مایه‌زنی با کود زیستی عملکرد دانه را ۵۹٪ افزایش داد. بنابراین، ارقام گابریلا و ناتالی برای بهره‌گیری از مزایای مایه‌زنی کود زیستی در جهت حذف یا کاهش

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

Table 1- Some physicochemical properties of studied soil

EC (ds.m ⁻¹)	pH	TNV (%)	OC (%)	Total N (%)	Available P (mg.K ⁻¹)	Available K (mg.K ⁻¹)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
3.58	7.66	10.5	0.9	0.09	11.2	440	53	36	23

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کاربرد کود زیستی فسفات و سوپرفسفات تریپل و اثرات متقابل آنها بر عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام مختلف کلزا

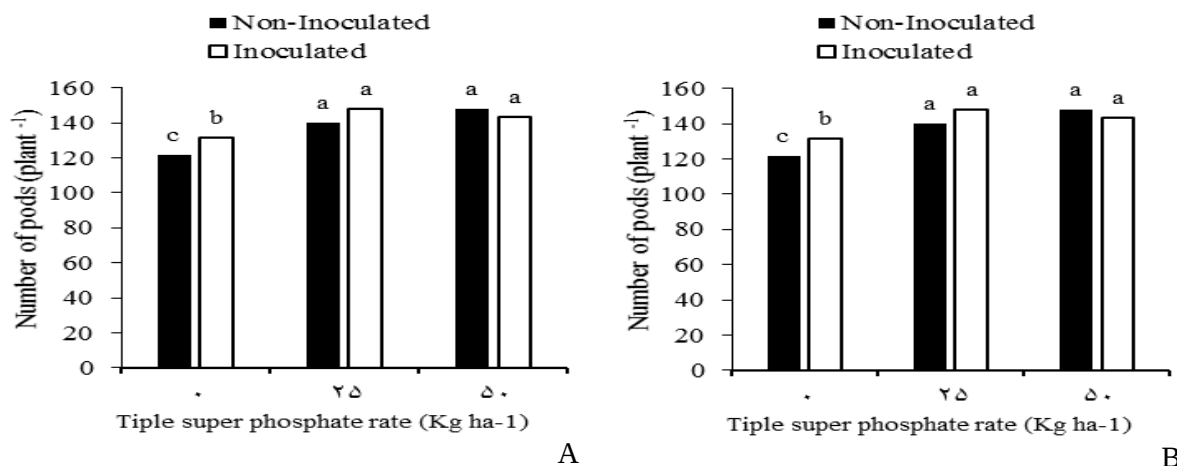
Table 2- Analysis of variance of the effect of phosphate Bio-2 biofertilizer, triple superphosphate and, their interactions on yield and yield components in different rapeseed cultivars

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد خورجین Number of pods per plant	تعداد دانه در خورجین Number of seed per pod	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield
R بلوک	2	638	0.09	0.052	7.643	16.634	0.918	0.018
Bio- Ph بیوفسفات	1	516	28.32	0.049	18.253*	7.002	10.453	0.024
Tri-su-ph سوپرفسفات تریپل	2	3969**	239.20**	0.037	123.631**	12.436	78.718**	0.093**
Cu رقم	5	329	53.50**	0.006	12.201*	19.649	12.724*	0.026
Bio- Ph × Tri-su-ph	2	568*	54.63**	0.097	18.423*	32.992	7.479	0.006
Bio- Ph × Cul	5	30	17.47	0.036	3.931	4.743	7.8888	0.004
Tri-su-ph × Cu	10	328*	41.17**	0.075	15.603**	40.847	17.474**	0.031**
Bio- Ph × Tri-su-ph × Cu	10	128	24.38**	0.071	8.588*	30.012	6.687	0.011
Error خطا	70	152	8.38	0.054	4.058	26.773	4.936	0.012
C.V. (%) ضریب تغییرات		8.91	12.66	7.5	20.31	13.46	6.18	9.81

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند.

**and * represent significance at the probability level of one and five percent, respectively, according to Duncan's test.

R: Replication, Bio- Ph: Bio- Phosphate, Cul: Cultivare, Tr-Su-Ph: Triple super phosphate

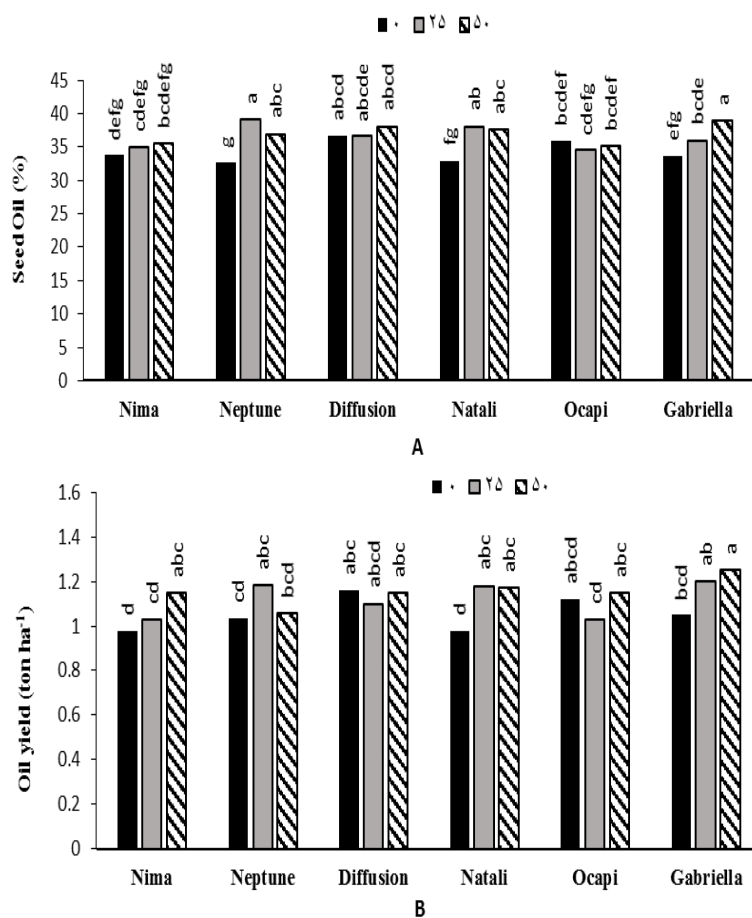


شکل ۱- تاثیر مایه زنی کود زیستی فسفات در سطوح مختلف کاربرد سوپرفسفات تریپل (A) و تاثیر کاربرد کود سوپرفسفات تریپل (B) بر تعداد خورجین در بوته کلزا

Figure 1- The effect of inoculation of fertile phosphate biofertilizer 2 at different levels of triple superphosphate application (A) and the effect of triple superphosphate fertilizer application (B) on the number of pods per canola plant

حروف متفاوت در بالای هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می باشد.

Different letters at the top of each column indicate a significant difference in the probability level of 0.05 based on Duncan's test.



شکل ۳- تاثیر کاربرد مقادیر مختلف کود سوپر فسفات تریپل بر درصد روغن (A) و عملکرد روغن (B) در ارقام مختلف کلزا
Figure 3- The effect of different rates of triple superphosphate application on seed oil percent (A) and oil yield (B) in different rapeseed cultivars

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن است.

Different letters indicate a significant difference in the probability level of 0.05 based on Duncan test

جدول ۳- تاثیر مایه‌زنی بذور کلزا با کود زیستی فسفات و عدم مایه‌زنی آن در سطوح مختلف کود شیمیایی سوپر فسفات
تریپل بر تعداد دانه در خورجین، وزن دانه در بوته و غلظت فسفر در دانه در ارقام مختلف کلزا

Table 3- The effect of inoculation of rapeseed seeds with Bio- 2 Phosphate and its non-inoculation at different levels of triple superphosphate fertilizer on the number of seeds per pod, grain yield and, phosphorous content in grain of different rapeseed cultivars

بیوفسفات Bio-Phosphate	سوپر فسفات تریپل Triple super phosphate (kg.ha ⁻¹)	رقم Cultivares	تعداد دانه در خورجین Number of seed per pod	عملکرد دانه Grain yield (g)	غلظت فسفر دانه P concentration in grain (%)
بدون مایه زنی Non-inoculated	0	Neptune	17.17 ^{jk}	3.000 ⁱ	0.5287 ^k
		Ocapi	19.60 ^{g-k}	3.567 ^{hi}	0.5540 ^{i-k}
		Gabriella	21.50 ^{f-k}	3.967 ^{f-i}	0.5827 ^{f-k}
		Nima	17.03 ^k	2.900 ⁱ	0.5343 ^{jk}
		Diffusion	20.90 ^{f-k}	4.267 ^{e-i}	0.5570 ^{i-k}
		Natali	18.07 ^{i-k}	3.767 ^{g-i}	0.5790 ^{g-k}
	25	Neptune	19.80 ^{g-k}	3.567 ^{hi}	0.6097 ^{d-k}
		Ocapi	28.37 ^{a-d}	6.500 ^{a-d}	0.7157 ^{ab}
		Gabriella	22.83 ^{d-j}	4.833 ^{b-i}	0.6207 ^{c-j}
		Nima	23.33 ^{c-i}	5.767 ^{a-f}	0.5983 ^{e-k}
		Diffusion	21.93 ^{e-k}	4.400 ^{e-i}	0.5683 ^{h-k}
		Natali	20.33 ^{f-k}	4.633 ^{d-i}	0.6750 ^{a-e}
	50	Neptune	28.37 ^{a-d}	6.667 ^{a-c}	0.6710 ^{b-f}
		Ocapi	28.53 ^{a-c}	6.533 ^{a-d}	0.6520 ^{b-h}
		Gabriella	27.20 ^{b-e}	6.433 ^{a-d}	0.6110 ^{d-k}
		Nima	25.93 ^{b-f}	6.000 ^{a-e}	0.6350 ^{b-i}
		Diffusion	19.63 ^{g-k}	4.300 ^{e-i}	0.5820 ^{f-k}
		Natali	21.87 ^{e-k}	4.667 ^{d-i}	0.5793 ^{g-k}
مایه زنی شده Inoculated	0	Neptune	21.43 ^{f-k}	4.200 ^{e-i}	0.6153 ^{d-k}
		Ocapi	18.77 ^{h-k}	3.667 ^{g-i}	0.5493 ^{i-k}
		Gabriella	24.20 ^{b-h}	5.567 ^{a-h}	0.6070 ^{d-k}
		Nima	20.30 ^{f-k}	4.033 ^{e-i}	0.5507 ^{i-k}
		Diffusion	20.43 ^{f-k}	4.133 ^{e-i}	0.6323 ^{b-i}
		Natali	19.30 ^{g-k}	3.767 ^{g-i}	0.6167 ^{d-k}
	25	Neptune	23.40 ^{c-i}	5.133 ^{b-h}	0.6587 ^{b-g}
		Ocapi	32.97 ^a	7.433 ^a	0.7537 ^a
		Gabriella	21.20 ^{f-k}	4.700 ^{c-i}	0.5957 ^{e-k}
		Nima	24.43 ^{b-h}	5.933 ^{a-f}	0.6940 ^{a-d}
		Diffusion	23.43 ^{c-i}	5.033 ^{b-h}	0.5943 ^{e-k}
		Natali	29.67 ^{ab}	7.333 ^a	0.5983 ^{e-k}
	50	Neptune	24.63 ^{b-g}	5.633 ^{a-g}	0.6293 ^{b-i}
		Ocapi	29.60 ^{ab}	6.733 ^{ab}	0.7050 ^{a-c}
		Gabriella	18.33 ^{i-k}	3.633 ^{g-i}	0.5853 ^{e-k}
		Nima	22.87 ^{d-j}	5.967 ^{a-f}	0.6517 ^{b-h}
		Diffusion	25.93 ^{b-f}	5.567 ^{a-h}	0.5910 ^{e-k}
		Natali	19.93 ^{g-k}	4.800 ^{b-i}	0.6180 ^{c-k}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

The means with common letters in each column have no significant difference with each other at the level of 5% probability according to Duncan test

References

منابع مورد استفاده

- Amiri, M., A.H. Shirani Rad, A. Valadabadi, S. Sayfzadeh, and H. Zakerin. 2019. Response of rapeseed fatty acid composition to foliar application of humic acid under different plant densities. *Plant Soil and Environment*. 65(6): 303–308.
- Anonymous. 2020. Iran country partnership strategy. Eco. Trade and Development Bank.
- Balasubramanian, D., K. Arunachalam, A. Arunachalam, and A.K. Das. 2013. Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) engineered soil nutrient availability in a low-land rain-fed rice farming system of North-East India. *Journal of Ecology*. 58: 3-12.
- Chi, F., P. Yang, F. Han, Y. Jing, and S. Shen. 2010. Proteomic analysis of rice seedlings infected by *Sinorhizobium meliloti* 1021. *Proteomics*. 10:1861–1874 .
- Farhatullah, B., S. Ali, and F. Ullah. 2004. Comparative yield potential and other quality characteristics of advanced lines of rapeseed. *International Journal of Agriculture and Biology*. 6: 203-205.
- Fattahi Nejad, A., A. Siadat., M. Esfandiari, R. Moqaddisi, and A. Moezzi. 2013. Effect of phosphorus fertilizer on yield, oil and protein of rapeseed in rainfed agriculture in different soil fertility groups. *Journal of Crop Physiology*. 5(18): 83-96. (In Persian).
- Ghaderi, J., and F. Nourgholipour. 2020. Effects of phosphorus on grain yield and phosphorus efficiency indices in canola cultivars in Kermanshah region. *Journal of Water and Soil*. 34(2): 439-453. (In Persian).
- Ghasem Khanlio, Z., A. Nasrollah Zadeh Asl, A. Alizadeh, and N. Haj Hsani Asl. 2009. Effect of Bio- 2 phosphate biofertilizer on yield and yield component of potato varieties in Chalدران. *Journal of Research in Crop Science*. 1(3):1-13. (In Persian).
- Goswami, S.P., B.R Maurya, A. Nand Dubey, and N. Kumar Singh. 2019. Role of phosphorus solubilizing microorganisms and dissolution of insoluble phosphorus in soil. *International Journal of Chemical Studies*. 7(3): 3905-3913.
- Karimi, E., N., Aliasgharzad, and E. Esfandiari. 2022. Biofilm forming rhizobacteria affect the physiological and biochemical responses of wheat to drought. *AMB Experiment*. 12: 93.
- Khan, B.A., A. Hussain, A. Elahi, M. Adnan, M. Mohsin Amin, M. Danish Toor, A. Aziz, M. Kashif Sohail, A. Wahab, and R. Ahmad. 2020. Effect of phosphorus on growth, yield and quality of soybean (*Glycine max* L.), A review. *International Journal of Applied Research*. 6(8): 01-06.
- Madani, H., M.A. Malboobi, K. Bakhshkelarestaghi, and A. Stoklosa. 2011. Biological and chemical phosphorus fertilizers effect on yield and P accumulation in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 40(2): 210-214.
- Maoteng, L., Q. Wei, C. Xin, and M. Jinling. 2010. The progress of intersubgenomic heterosis studies in *Brassica napus*. *African Journal of Biotechnology*. 9(11): 1543-1550.
- Mohammadi, E., H.R. Asghari, A. Gholami, H. Abbasdokht, and M. Rahimi. 2013. Effects of mycorrhiza inoculation and phosphorus fertilizer on yield and some

- growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Hashem cultivar. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. 3:190-197.
- Mohammadi, K., A. Ghalavand, M. Aghaalikhani, G. Heidari, B. Shahmoradi, and Y. Sohrabi. 2011. Effect of different methods of crop rotation and fertilization on canola traits and soil microbial activity. *Australian Journal of Crop Science*. 5(10): 1261-1268 .
 - Mostafavi Rad, M., A. Nobahar, and A.M. Khamami. 2017. Rapeseed nutrition management. Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center press. (In Persian).
 - Norouzi Masir, M., N. Enayatizamir, and A. Ghadamkhani. 2019. Effect of phosphorus soluble bacteria on phosphorus uptake and some growth and nutritional characteristics of wheat. *Electronic Journal of Soil Management and Sustainable*. 8(4): 111-126. (In Persian).
 - Odoh, C.K. 2017. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A bioprotectant bioinoculant for sustainable agrobiolgy. A Review. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*. 4(5): 123-142
 - Ozturk, F. 2019. Evaluation of three canola (*Brassica napus* L.) cultivars for yield and some quality parameters under the environmental condition of southeastern Anatolia, turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(2): 2167-2177.
 - Rehman, F., M. Kalsoom, M. Adnan, M.D. Toor, and A. Zulfiqar. 2020. Plant growth promoting rhizobacteria and their mechanisms involved in agricultural crop production: A Review. *Sun Text Review of Biotechnology*. 1(2): 110.
 - Safari Arabic, M., Sh. Lak, A. Madh, M. Ramazanpour, and H.R. Mobser. 2017. The effect of phosphate solubilizing bacteria on yield and phosphorus content of leaves and seeds of rapeseed cultivars. *Journal of Crop Physiology*. 10(38): 133-150. (In Persian).
 - Safdari-Monfared, N., G. Noor-Mohammadi, A.H. Shirani-Rad, and E. Majidi-Heravan. 2019. Effect of sowing date and glycinebetaine on seed yield oil content and fatty acids in rapeseed cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 21(6): 1495-1506.
 - Seema, K., K. Mehta, and N. Singh. 2018. Studies on the effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, physiological parameters, and yield and fruit quality of strawberry cv. chandler. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(2): 383-387.
 - Singh, J.S., V.C. Pandey, and D.P. Singh. 2011. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agricultural Ecosystem and Environment*. 140:339–353.
 - Tohidinia, M.A., D. Mazaheri, S.M. Hosseini, and H. Madani. 2014. Effect of biofertilizer Bio--2 and chemical phosphorus fertilizer application on kernel yield and yield components of maize (*Zea Mays* Cv. Sc704). *Iranian Journal of Crop Science*. 4(60): 295-307. (In Persian).
 - Westerman, R.L. 1990. Soil testing and plant analysis. 3rd edition. American Society of Agronomy and Soil Science of America, Madison, Wisconsin. *Enviromental Stresses in Crop Sciences*. 8(2): 345-348. (In Persian).

- Zebarjadi, A., A. Sartip, and A. Rezayizad. 2011. Short Communication: Evaluation of drought tolerance of rapeseed genotypes (*Brassica napus* L.) using drought resistance indices.

Research Article

DOI:

Investigation the possibility of replacing the application of triple superphosphate fertilizer by Bio- phosphate biofertilizer in cultivation of different cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) in the climatic conditions of Osku

Esmaeil Karimi^{1*}, Tayebbeh Pavandi², Ahmad Baybordi³ and Ezzat Allah Esfandyari⁴

Received: August 2022, Revised: 7 December 2022, Accepted: 2 January 2022

Abstract

Bio-phosphate biofertilizer by releasing phosphorus from insoluble sources of the soil could be reduces the rate of chemical phosphorus fertilizers application in plant production. Rapeseed, as one of the most important oil seeds, needs sufficient rate of phosphorus fertilizer for optimal yield. The responses of its different cultivars to the application of chemical phosphorous fertilizers as well as Bio-phosphate biofertilizer are not same. To this end, a field experiment was conducted as a factorial based on randomized complete block design with three replications. The treatments were including: Inoculation of rapeseed seeds with Bio- phosphate biofertilizer and non-inoculation, three rate of triple superphosphate (TSP) application: zero, 25 and 50 kg.ha⁻¹ and, six rapeseed cultivars (cv.) namely Nima, Neptune, Diffusion, Natali, Ocapi and Gabriella. The results showed that the interactions effect of Bio-P×TSP was significant and averagly 8% increase the number of pods per plant. The triple interactions of Rapseed cv.×Bio-P×TSP were significant on number of seeds per pod and grain yield. In respect to the controls treatments, maximum grain yield was abserved in the Ocapi cv. in the rate of 25 and 50 kg.ha⁻¹ TSP application in the both non-inoculation and inoculation of biofertilizer and increased 85%, 85%, 102% and 86%, respectively, as well as Nima cv. With increasing 96%, 106%, 47% and 47%, but in Natali cv. maximum grain yield was observed with 98% increasing in the rate of 25 kg.ha⁻¹ TSP application and Bio-phosphate inoculated condition. Therefore, the effective use of biofertilizer for phosphorus supply is dependent on the rapeseed cultivars. Among the studied cultivars, Gabriella and Natali cultivars will have less need for the use of TSP fertilizer in the case of Bio-phosphate inoculation.

Key words: *Pseudomonase*, *Pantea*, Oil percent, Harvest index.

¹-Assistant Professor of Soil Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

²- Former MSc Student, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

³-Assistant Professor, Department of Soil and Water Research, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research and Training Organization, Khosrowshahr, Iran.

⁴- Ezzat Allah Esfandyari⁴⁴Professor of Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

*Corresponding Author: sm_ka80@yahoo.com