اثر ترکیب خاک فسفات همراه با میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا

صدیقه غنایی[1*] و همایون چگنی [2]

۱) مربی گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲) استادیار گروه زراعت، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: **s.ghanae2000@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۰۱ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۳**

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف خاک فسفات به‌همراه میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (رقم هایولا ۵۰) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در کشت و صنعت گل چشمه آزادشهر در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. عامل اول مصرف خاک فسفات در چهار سطح شامل ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و عامل دوم استفاده از میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر در سه سطح شامل شاهد (عدم استفاده)، باکتری‌های حل کننده فسفر (*Pseudomonas fluorescensa*) و قارچ‌های حل‌کننده فسفر (مایکوریزا، *Glomus mosseae*) بود. نتایج نشان داد که اثر خاک فسفات بر همه صفات مورد بررسی بجز شاخص برداشت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، فسفر دانه و فسفر برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل خاک فسفات و میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر بر عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار شد. افزایش مصرف خاک فسفات تا ۱۵۰ کیلوگرم موجب افزایش عملکرد دانه شد، به طوری‌که عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف خاک فسفات (شاهد) ۲۲۴۶ و در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات به‌ترتیب ۲۴۳۱، ۲۵۱۰ و ۲۵۷۰ کیلوگرم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: خاک فسفات، عملکرد، کلزا و مایکوریزا.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

مقدمه

فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر پرمصرف موردنیاز گیاه و میکروارگانیسم‌ها بوده و از نظر شیمیایی بسیار فعال می‌باشد. مهم‌ترین نقش این عنصر در گیاهان در فرآیند تولید و انتقال انرژی، تقسیم سلولی، نمو، فتوسنتز و تنفس است (Khan *et al*., 2005). فسفر به‌صورت آنیون‌های HPO_4^{2-} و $H_2PO_4^-$ توسط ریشه جذب می‌شود. به‌دلیل عدم گستردگی ریشه، مقدار فسفر قابل‌جذب اولیه خاک و همچنین مقدار کود فسفاته مصرفی بسیار مهم می‌باشد (مدنی و همکاران، ۱۳۷۹). کمتر از ۲۰ درصد از فسفری که به‌عنوان کود به خاک اضافه می‌گردد، توسط گیاه جذب می‌شود و ۸۰ درصد آن در خاک‌های قلیایی با Ca^{++} و Mg^{++} و در خاک‌های اسیدی با Al^{+++} و Fe^{++} واکنش داده و به‌شکل غیرقابل‌جذب تبدیل می‌شوند (Metha anf Batstone, 2013). از ۸۰۰ هزار تن کود فسفاته مصرفی، ۲۵۰ هزار تن کود در داخل کشور تولید و بقیه از خارج وارد می‌گردد. مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته، گذشته از هزینه گزاف ارزی خرید کود خارج از کشور، اثرات زیانباری نیز دارد. از جمله این اثرات می‌توان به مسمومیت فسفری ناشی از جذب بیش از حد فسفر معدنی و بالا رفتن غلظت آن در بافت‌های گیاهی و به‌هم خوردن تعادل عناصر غذایی، کاهش عملکرد محصول، تجمع در گیاه در حد سمی، کاهش جذب مس، غیرمتحرک شدن آهن در خاک، ممانعت از جذب آهن توسط ریشه، مختل کردن متابولیسم روی درون گیاه، کاهش میکوریزایی شدن ریشه، آلودگی خاک به کادمیوم، کاهش کیفیت محصول (کاهش عناصر ریزمغذی روی و آهن)، ازدیاد بار منفی خاک، آلودگی آب‌ها به فسفر و بروز پدیده اتروفیکاسیون[1] اشاره کرد. یکی از راه‌های افزایش قابلیت جذب فسفر استفاده از مواد بیولوژیک می‌باشد (پزشکپور و همکاران، ۱۳۹۳). میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات نقش بسیار مهمی در حلالیت ترکیبات نامحلول فسفر در خاک ایفا می‌کنند. میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات شامل انواع مختلفی از میکروارگانیسم‌های خاکزی هستند که ترکیبات نامحلول فسفر را به فرم محلول تبدیل می‌کنند (Stephen *et al*., 2015). توان سویه‌های مختلف باکتری‌های خاک برای انحلال فسفات‌های معدنی نامحلول در گزارش‌های مختلف مورد اشاره قرار گرفته است. در این بین می‌توان به جنس‌های سودوموناس، باسیلوس، فلاوباکتریوم، میکروکوکوس، انتروباکتر و همچنین جنس‌های مختلف باکتری‌های ریزوبیوم اشاره کرد (Nishanth and Biswas, 2008). افزایش بهره‌وری بسیاری از گیاهان وابسته به تشکیل همزیستی با قارچ مایکوریزا می‌باشد (Chen *et al*., 2006). Panhwar (۲۰۱۱) با مطالعه تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و سنگ فسفات بر عملکرد برنج مشاهده کرد که عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سنگ فسفات و باکتری‌های حل کننده فسفات قرار گرفت. بررسی Quresh و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که سنگ فسفات در حضور باکتری های حل کننده فسفات تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد

1- Eutrophication

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

پنبه داشت. با بررسی اثر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات بر گندم در مناطق دیم گزارش شد که بیشترین عملکرد از تیمار تلقیح و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد (Afzal and Bano, 2008). بررسی عکس‌العمل تلقیح گندم با فسفوباکتریا و مایکوریزا حاکی از افزایش عملکرد دانه در اثر تلقیح با مایکوریزا بود (Raja *et al*., 2002). با مطالعه اثر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات بر گندم در مناطق دیم بیان گردید که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع با ۴۳۱ از تیمار میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات به‌دست آمد. کمترین تعداد سنبله در متر مربع با ۳۵۰ مربوط به تیمار شاهد بود (Afzal and Bano, 2008). استفاده از قارچ مایکوریزا سبب افزایش ماده خشک گیاه می‌شود. دلیل آن می‌تواند افزایش جذب آب و مواد غذایی باشد. قارچ مایکوریزا باعث افزایش تثبیت دی‌اکسیدکربن، فعالیت فتوسنتزی گیاه، تولید سطح برگ بیشتر و در نهایت افزایش بیوماس اندام هوایی می‌شود (Smith *et al*., 2004). امیرآبادی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که استفاده از قارچ مایکوریزا سرعت رشد گیاه را افزایش می‌دهد و بر انتقال عناصر غذایی بین ریشه و ساقه اثر دارد، به‌طوری که با افزایش جذب عناصر غذایی و انتقال آن‌ها وزن خشک اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. در بررسی اثر تلقیح نخود با قارچ‌های مایکوریزا آربسکولار و سویه‌های مختلف باکتری بر رشد و جذب فسفر در گیاه گزارش شد که بین تیمارهای تلقیح با قارچ‌های مورد بررسی، تلقیح با *Glomus etanicatum* بیشترین ماده خشک تولیدی را داشت و نسبت به شاهد ۳۸/۹ درصد افزایش نشان داد (Tavasolee *et al*., 2011). هدف از اجرای این تحقیق بررسی استفاده از منابع ارزان قیمت فسفر به جای کودهای شیمیایی گران قیمت بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در کشت و صنعت گل چشمه واقع در شهرستان آزاد شهر اجرا شد. خاک منطقه مورد مطالعه جزء خاک‌های کلسی زرال[1]، بافت خاک سیلتی لوم و رژیم حرارتی منطقه ترمیک است. از نظر فیزیوگرافی، زمین مورد مطالعه در یک فیزیوگرافی تیپ خاک‌های دشت آبرفتی رودخانه‌ای قرار گرفته و دارای شیب ملایم می‌باشد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اول میکرو ارگانیسم‌های حل کننده فسفر در سه سطح شامل عدم استفاده، باکتری‌های حل کننده فسفر (*Pseudomonas fluorescensa*) و قارچ‌های حل کننده فسفرمایکوریزا (*Glomus mosseae*) بود. عامل دوم مصرف خاک فسفات در چهار سطح شامل ۰، ۵۰،۱۰۰ و ۱۵۰ کیلو گرم خاک فسفات در هکتار بود. قبل از کاشت برای تعیین عناصر غذایی موجود در خاک، نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش نشان داد که خاک شور نبوده و اسیدیته آن کمی قلیایی می‌باشد (جدول۱). هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول

1- Calciseral

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

۵ و عرض ۱/۴۴ متر بود. فاصله ردیف کشت ۲۴ سانتی‌متر و فاصله بوته در روی ردیف ۵ سانتی‌متر (تراکم ۸۳۳ هزار بوته در هکتار) بود. بعد از پیاده کردن نقشه طرح، بذر کلزا بلافاصله قبل از کاشت با باکتری *Pseudomonas fluorescens* به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار با جمعیت تقریبی 10^8 باکتری در هر میلی‌گرم تلقیح گردید. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، برداشت از چهار خط وسط با حذف نیم متر از هر طرف صورت گرفت. از هرکرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین ثبت شد. عملکرد بیولوژیک با توزین کل وزن بوته‌های برداشت شده در واحد سطح تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم وزن خشک دانه بر وزن خشک کل اندام هوایی محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن دانه، از هر کرت مقدار ۲۰ گرم آسیاب و به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه گنبد کاووس منتقل گردید. در آزمایشگاه با استفاده از روش سوکسله درصد روغن تعیین گردید. عملکرد روغن از حاصلضرب درصد روغن و عملکرد دانه به‌دست آمد. فسفر برگ به روش اسپکتوفتومتری در مرحله گلدهی و فسفر گیاه و خاک به روش السون اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD صورت گرفت.

جدول ۱: نتایج تجزیه خاک محل اجرای تحقیق در سال ۱۳۹۶

اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی	کربنات کلسیم	کربن آلی	درصد اشباع	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	بور	بافت
	(دسی زیمنس بر متر)		(درصد)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)					
۸/۱	۰/۷۳	۲۰	۱/۴۶	۵۲	۰/۱۵	۹	۳۵۰	۲/۶	۰/۶	۲	لومی سیلتی

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته

مصرف خاک‌فسفات تعداد خورجین در بوته را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول۲). بیشترین تعداد خورجین در بوته مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار با ۸۰/۱۴ و کمترین تعداد خورجین در بوته مربوط به تیمار شاهد با ۷۵/۹۵ بود. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار و تیمار ۱۰۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت نشان ندادند (جدول ۳). محققان گزارش کردند که سطوح مختلف فسفر اثرهای معنی‌داری بر تعداد دانه در خورجین کلزا داشت (Karper and Andri, 1991). حل‌کننده‌های فسفات نیز تعداد خورجین در بوته را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). در تیمار تلقیح مایکوریزایی تعداد خورجین در بوته ۸۷/۳۵ و در تیمار شاهد ۷۰/۴ بود. Majumdar و Sandha (۲۰۰۵) گزارش کردند که مایکوریزا در تمام سطوح و منابع مختلف فسفر نسبت به تیمار عدم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

تلقیح سبب افزایش تعداد دانه در خوشه گندم شد. Kumar و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تلقیح با قارچ مایکوریزا بر تعداد سنبلچه در سنبله گندم اثرگذار نبود، اما Raja و همکاران (۲۰۰۲) افزایش تعداد سنبلچه در سنبله را در اثر تلقیح با قارچ مایکوریزا گزارش کردند. Yousefi و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه اثر مصرف کود فسفر و تلقیح با قارچ مایکوریزا آربوسکولار بر گندم بیان کردند که تلقیح قارچ مایکوریزا آربسکولار باعث افزایش تعداد سنبلچه در سنبله شد به‌طوری که در تیمار تلقیح تعداد سنبلچه در سنبله ۲۰/۳ بود در حالی که در تیمار شاهد کمترین تعداد و برابر با ۱۷/۷ بود.

جدول۲: تجزیه واریانس اثر میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر و خاک فسفات روی بر برخی صفات در کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۰/۷۸ ns	۱۳۱/۹**	۰/۰۱۶۹ ns	۷۷۹۹۸**	۸۵۰۰۸ ns	۲۱/۸۱ ns
میکرو ارگانیسم	۳	۳۳/۶۷ **	۸۳۶/۷**	۰/۴۲۸**	۱۶۶۳۰۶۰**	۹۳۰۳۲۸۰**	۰/۵۸۵ ns
خاک فسفات	۲	۲/۴۵۲ **	۳۵/۰۷ *	۰/۰۲۲۹ *	۱۷۰۸۸۸۱**	۱۰۹۸۲۲۶ **	۰/۲۴۲ ns
میکرو ارگانیسم × خاک فسفات	۶	۰/۱۹۷ ns	۰/۱۶۴ ns	۰/۰۰۹ ns	۱۰۸۶۳ *	۱۲۶۷۰۳ ns	۲/۰۹ ns
خطا	۲۲	۰/۲۳۷	۳/۶۸۱	۰ /۰۰۷۷	۴۲۵۹/۵	۹۸۸۵۶	۴/۱۲۴
ضریب تغیرات(٪)	-	۳/۶۳	۲/۱۷	۱۱/۲۱	۲/۶	۴/۲۶	۳/۷۱

*و ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار است.

تعداد دانه در خورجین

در این تحقیق اثر خاک فسفات بر تعداد دانه در خورجین از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در خورجین با ۱۸/۲۶ از تیمار مایکوریزا و کمترین آن با ۱۵/۴۳ از تیمار شاهد (بدون تلقیح) به‌دست آمد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد مایکوریزا شرایط را پر کردن بهتر غلاف و در نتیجه افزایش تعداد دانه در غلاف فراهم کرده است. در لوبیا سبز نیز محققان گزارش کردند که استفاده از مایکوریزا به همراه خاک فسفات باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شد (Salim and El-Yazied, 2015). تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار با ۱۷/۶۷ دانه در خورجین بالاترین و تیمار بدون خاک فسفات با ۱۶/۵۱ دانه در خورجین کمترین تعداد دانه را داشتند (جدول ۳). در بررسی Karper و Andri (۱۹۹۱) نیز تعداد دانه در خورجین کلزا تحت تأثیر مقادیر فسفر قرار گرفت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

جدول۳: مقایسه میانگین تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه (کیلوگرم) کلزا

میکرو ارگانیسم های حل کننده فسفر	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم)
شاهد (عدم استفاده از باکتری و مایکوریزا	۱۵/۴۳ c	۷۰/۴ c	۳/۸۶ c	۲۰۵۴ c	۱۱۲۵۶ b
باکتری حل کننده فسفر	۱۷/۴۴ b	۷۸/۱۵۹ b	۴/۰۸ b	۲۴۸۴ b	۱۲۶۴۵ a
مایکوریزا	۱۸/۷۶ a	۷۸/۳۵ a	۴/۲۴ a	۲۷۹۵ a	۱۲۸۹۱ a
خاک فسفات					
۰	۱۶/۵۱c	۷۵/۹۶ b	۴/۰۱ c	۲۲۵۸/۰۱۲d	۱۱۸۱۲ c
۵۰	۱۷/۱۵b	۷۸/۶۷ a b	۴/۰۲ bc	۲۴۳۱/۷۷۲c	۱۲۰۲ b
۱۰۰	۱۷/۵۱ab	۸۰/۲۴a	۴/۱ab	۲۵۱۰/۴۲b	۱۲۴۱۳ ab
۱۵۰	۱۷/۶۷a	۸۰/۴۴ a	۴/۱۱ a	۲۵۷۷/۸۱۷ a	۱۲۶۳۲ a

اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند.

وزن هزار دانه

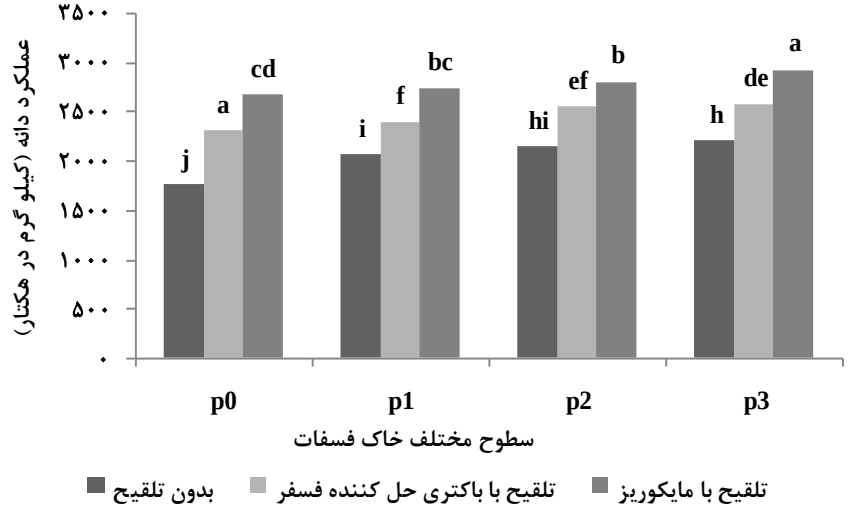
در این بررسی وزن هزار دانه تحت تأثیر فسفر قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که بین تیمارها از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین وزن هزار دانه با ۴/۱۱ گرم از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار و کمترین وزن هزار دانه با ۴/۰۱ گرم از تیمار بدون خاک فسفات به‌دست آمد (جدول ۳). Asghar و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر سطوح و منابع مختلف فسفر بر رشد و عملکرد دانه ذرت گزارش کردند که با افزایش سطح فسفر وزن هزار دانه ذرت از ۲۴۵/۶۳ گرم به ۲۵۳/۱۸ گرم رسید. Ardakani و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه تاثیر مقادیر مختلف فسفر بر ذرت گزارش کردند که با ۱۲۵ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار بیشترین وزن هزار دانه به دست آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد که تأثیر میکرو ارگانیسم‌های حل کننده فسفر نیز بر وزن هزار دانه از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمار تلقیح مایکوریزایی با ۴/۲۴ گرم بالاترین و تیمار عدم تلقیح با ۳/۸۶ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۳). Mehrvarz و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه اثر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و فسفر بر جو بیان کردند که بیشترین وزن هزار دانه با ۳۹/۲۸ گرم از تیمار تلقیح با قارچ مایکوریزا و کمترین آن با ۳۵/۵۰ گرم از تیمار شاهد به‌دست آمد که علت آن را به قابلیت جذب مناسب فسفر نسبت دادند. Yousefi و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات، قارچ مایکوریزا آربسکولار و فسفر بر رشد گندم گزارش کردند که عامل‌های بیولوژیک هم می‌توانند بر افزایش وزن هزار دانه گندم موثر باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد دانه کلزا نشان داد که تأثیر خاک فسفات بر عملکرد دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). میزان عملکرد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار ۲۵۷۰ کیلوگرم در هکتار و در تیمار شاهد ۲۲۴۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در یک گروه آماری قرار گرفتند. با بررسی اثرهای خاک فسفات بر عملکرد برنج (Paulraj and Velayudham, 1995) گزارش گردید که با افزایش مقادیر خاک فسفات عملکرد دانه افزایش یافت. خاک فسفات در بیشتر محصولات سبب افزایش عملکرد شد و توانست جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی فسفاته باشد. اثر میکروارگانیسم های حل‌کننده فسفات نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تلقیح مایکوریزایی با ۲۷۷۴ کیلوگرم و کمترین عملکرد دانه با ۲۰۵۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به شاهد (بدون تلقیح) بود (جدول ۳). بررسی‌های Wani و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که تلقیح مایکوریزایی سبب افزایش عملکرد دانه نخود شد. آن‌ها این مسئله را به افزایش قابلیت حلالیت فسفر توسط مایکوریزا نسبت دادند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل خاک‌فسفات و میکروارگانیسم های حل‌کننده فسفر بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین عملکرد دانه از ترکیب ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات و مایکوریزا حاصل شد (شکل۱).



شکل ۱: اثر متقابل خاک فسفات و میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر بر عملکرد دانه

یافته‌های Anderson و همکاران (۱۹۸۵) نیز نشان داد که حلالیت سنگ فسفات با تلقیح قارچ مایکوریزا به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و هر چه مقدار سنگ فسفات بیشتری مصرف گردد، فسفر قابل جذب بیشتر می‌گردد. فسفر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

موجب توسعه و رشد ساقه و برگ‌ها و در نتیجه افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه شده، بوته‌هایی با ارتفاع و تعداد غلاف بیشتر به جهت افزایش مواد پرورده تولید می‌کند که این مسئله سبب افزایش عملکرد دانه در منطقه می‌شود.

عملکرد بیولوژیک

مقایسه میانگین اثر خاک فسفات بر وزن خشک نشان داد که بیشترین وزن خشک کل با ۱۲۶۳۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلو گرم خاک فسفات در هکتار و کمترین آن با ۱۱۸۱۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد شرایط برای تولید ماده خشک در تیمار خاک فسفات فراهم‌تر بوده است. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار تلقیح مایکوریزایی معادل ۱۲۸۹۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیک از تیمار عدم تلقیح برابر ۱۱۲۵۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). امیرآبادی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که استفاده از قارچ مایکوریزا سرعت رشد گیاه را افزایش می‌دهد و بر انتقال عناصر غذایی بین ریشه و ساقه اثر دارد به طوری‌که با افزایش جذب عناصر غذایی و انتقال آن‌ها، وزن خشک اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به همراه قارچ مایکوریزا همزیستی مناسبتری را با گیاه برقرار نموده و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار داد به‌طوری‌که باعث افزایش عملکرد ماده خشک شد. غلامی و اصغری (۱۳۸۶) با بررسی گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا آربوسکولار و مقادیر مختلف فسفر روی گیاه ذرت بیان کردند که بین تولید ماده خشک و قارچ مایکوریزا رابطه مثبت وجود داشت به‌طوری‌که تلقیح مایکوریزایی بیشترین تولید ماده خشک را داشت. با افزایش مقادیر سنگ فسفات و تلقیح با مایکوریزا، فسفر قابل جذب خاک و عملکرد محصول افزایش معنی‌داری نشان داد (Abd and Amberger, 2000). همچنین Sing و Kapoor (۱۹۹۲) بیان کردند که با افزایش سطوح خاک فسفات و استفاده از قارچ مایکوریزا عملکرد دانه و ماده خشک در گندم افزایش یافت.

درصد روغن

اثر سطوح مختلف فسفر بر درصد روغن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین درصد روغن به ترتیب مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلو گرم خاک فسفات (۴۰/۵۹ درصد) و تیمار شاهد (۴۰/۰۱ درصد) بود. بیشترین درصد روغن مربوط به تلقیح مایکوریزایی با ۴۰/۹۹ درصد و کمترین درصد روغن مربوط به شاهد (عدم تلقیح) با ۳۹/۲۶ درصد بود (جدول ۵).

عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر خاک فسفات بر عملکرد روغن کلزا در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین عملکرد روغن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار با ۱۰۳۴ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

عملکرد روغن با ۹۰۱/۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم مصرف کود بود (جدول ۵). Habib و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با افزایش میزان خاک فسفات عملکرد روغن افزایش معنی‌داری یافت. عملکرد روغن تحت اثر میکروارگانیسم های حل‌کننده فسفر قرار گرفت (شکل ۲). بیشترین عملکرد روغن مربوط به مایکوریزا با ۱۱۳۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد روغن مربوط به تیمار عدم تلقیح با ۸۰۸/۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). محققان افزایش معنی‌دار عملکرد روغن کلزا را با استفاده از مایکوریزا به همراه فسفر گزارش کردند (Majumdar and Sandha, 2009).

جدول۴: تجزیه واریانس اثر میکرو ارگانیسم های حل کننده فسفر و خاک فسفات روی بر برخی صفات در کلزا

منابع تغیرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد روغن	عملکرد روغن	فسفر برگ	فسفر دانه
تکرار	۲	۰/۵۵۲ns	۱۵۸۳۳/۰۳۹**	۰/۰۰۰۹ ns	۰/۰۰۵**
میکرو ارگانیسم	۳	۰/۰۴۳ **	۳۴۷۰۴۸/۶۷۷**	۰/۰۱۵۱**	۰/۰۴۹۶**
خاک فسفات	۲	۰/۵۳۱ *	۳۲۴۵۹/۵۵۷ **	۰/۰۰۰۹۶ ns	۰/۰۰۲۱*
میکرو ارگانیسم × خاک فسفات	۶	۰/۱۵۵ ns	۱۸۸۲/۰۸ *	۰/۰۰۰۱۴ ns	۰/۰۰۰۲ ns
خطا	۲۲	۰/۱۵	۷۳۷/۵۳۰	۰ /۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۵۱
ضریب تغیرات(٪)	-	۰/۹۳	۲/۷۳	۱۱/۲۱	۱۶/۲۳

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار است.

جدول ۵: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در کلزا رقم هایولا ۵۰ تحت اثرهای ترکیب کود خاک فسفات و میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر

تیمارها	درصد روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	فسفر برگ (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
میکرو ارگانیسم های حل کننده فسفر				
شاهد	۳۹/۳۲۵c	۸۰۸/۶۱۰c	۰/۲۰۳c	۰/۳۱۹ b
باکتری حل کننده فسفر	۴۰/۳۹۵b	۱۰۰۳/۶۴b	۰/۲۴۰b	۰/۳۹۲a
مایکوریز	۴۱/۰۴۵ a	۱۱۴۷/۳۳۰ a	۰/۲۷۵a	۰/۴۴۷
LSD 5%	۰/۳۳	۲۲/۹۳	۰/۰۱	۰/۰۲
خاک فسفات				
۰	۴۰/۰۱۸b	۹۷۰/۰۱۰d	۰/۲۳۰d	۰/۳۷۰c
۵۰	۴۰/۱۸b	۹۷۹/۳۸۴c	۰/۲۳۳c	۰/۳۷۶b
۱۰۰	۴۰/۲۳ ab	۱۰۱۱/۵۹۱b	۰/۲۴۶ab	۰/۳۹۴b
۱۵۰	۴۰/۵۹a	۱۰۴۸/۳۲۱a	۰/۲۵۳a	۰/۴۰۲a
LSD 5%	۰/۳۸	۲۶/۵۵	۰/۰۱	۰/۰۲

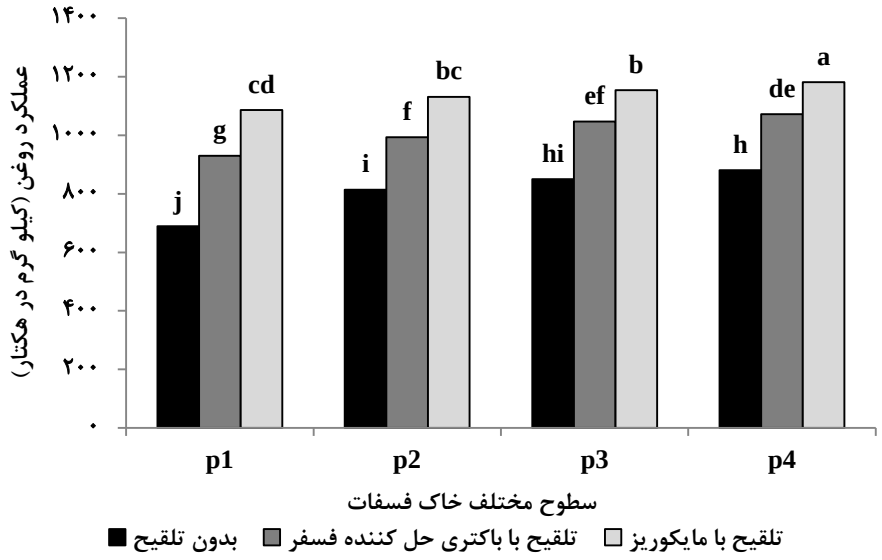
اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.44.5.6]

فسفر دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر خاک فسفات بر درصد فسفر دانه کلزا در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۴). با افزایش میزان خاک فسفات، درصد فسفر دانه افزایش یافت. حداکثر درصد فسفر دانه کلزا (۰/۴ درصد) با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات در هکتار و حداقل آن از تیمار عدم مصرف کود فسفر (۰/۳۷) به‌دست آمد (جدول ۵). مدنی و همکاران (۱۳۸۹) در اندازه‌گیری میزان فسفر دانه کلزا دریافتند که مصرف فسفات اثر معنی‌داری بر روی میزان فسفر اندام‌های زایشی و دانه‌های کلزا گذاشت به طوری که با افزایش فسفر از صفر به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، میزان فسفر دانه از ۰/۵۱ تا ۰/۶۹ درصد افزایش داشت. Galavi و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثر فسفر بر ذرت دریافتند که کاربرد کود فسفره بر فسفر دانه ذرت مؤثر بود. رضوانی و همکاران (۱۳۹۱) در ارزیابی اثر منابع مختلف فسفر بر رشد و جذب فسفر در سویا بیان کردند که تیمار سنگ فسفات گافسا اثر مثبتی بر جذب فسفر کل سویا داشت.



شکل۲: اثر متقابل خاک فسفات و میکروارگانیسم های حل کننده فسفر بر عملکرد روغن

اثر میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات بر درصد فسفر دانه کلزا در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۴). بیشترین درصد فسفر دانه کلزا از تلقیح مایکوریزایی با ۰/۴۵ درصد به دست آمد (جدول ۳). صفری عربی و همکاران (۱۳۹۷) نیز گزارش کرد که میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر تاثیر معنی‌داری بر فسفر دانه داشت. بر طبق گزارش Omar (۱۹۹۸)، تیمار تلقیح با مایکوریزا اثری بر جذب فسفر توسط گندم در شرایط آزمایشگاهی نداشت، اما در شرایط مزرعه جذب فسفر توسط گندم افزایش یافت. احتشامی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی اثر قارچ مایکوریزا بر جذب فسفر دو

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

رقم گندم در خاک‌های با فسفات مختلف گزارش کردند که با وجود این‌که حلالیت فسفر تحت شرایط قلیایی کم می‌باشد، اما تلقیح با قارچ مایکوریزا بر حل شدن فسفر در خاک و جذب آن مؤثر است. Yousefi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که استفاده از کود بیولوژیک و فسفر شیمیایی بر غلظت فسفر دانه اثر مثبتی داشت. بیشترین درصد فسفر دانه با ۰/۲۴ درصد از تیمار مصرف کود بیولوژیک و مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و کمترین درصد فسفر دانه از تیمار شاهد با ۰/۲۲ درصد به دست آمد. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی خود تحت عنوان کارآیی مصرف باکتری‌های تسهیل-کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو بیان کردند که تلقیح با قارچ مایکوریزا بر درصد فسفر گیاه مؤثر بود. مدنی و همکاران (۱۳۷۹) با مطالعه اثر کود بیولوژیک بر گیاه کلزای پاییزه بیان کردند که میزان فسفر دانه با مصرف کود بیولوژیک افزایش یافت. کمترین میزان فسفر از تیمار شاهد با ۰/۵۳ درصد و بیشترین درصد فسفر دانه از تیمار مصرف کود بیولوژیک با ۰/۶۸ درصد به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری

بررسی اثر سطوح مختلف خاک فسفات بر رشد، عملکرد و کیفیت کلزا نشان داد که سطوح مختلف خاک فسفات بر روی اکثر صفات مورد بررسی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشته همچنین اثر مایکوریزا بر تعدادی ازصفات در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود داشت. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که اثر متقابل کود خاک فسفات و مایکوریزا بر روی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا اثر داشته و می توان عنوان داشت که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم خاک فسفات و مایکوریزا باعث افزایش عملکرد دانه در کلزا خواهد شد.

منابع

احتشامی، م. ر.، رنگل، ز. و آقاعلیخانی، م. ۱۳۸۶. نقش میکوریز (*Glomus intraradices* L.) بر جذب فسفر در انواع خاک فسفات توسط گندم. دومین همایش ملی بومی شناختی ایران. کرج. ۲۰۵ ص.

امیرآبادی، م.، رجالی، ف.، اردکانی، م. ر. و برجی، م. ۱۳۸۸. اثرهای کاربرد مایه تلقیح ازتوباکتر و قارچ میکوریزی بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه‌ای (رقم سینگل گراس ۷۰۴) در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲۳ (۱): ۱۰۷-۱۱۵.

پزشکپور، پ.، اردکانی، م.ر. و پاک‌نژاد، ف. و وزان، س. ۱۳۹۳. اثر کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی و حل‌کننده فسفات زیستی بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد نخود. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۶ (۲۳): ۶۵-۵۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

حسن‌زاده، ا.، مظاهری، د.، چایی‌چی، م. ر. و خاوازی، ک. ۱۳۸۶. کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو. مجله پژوهش و سازندگی، ۲۰ (۴): ۱۱۸-۱۱۱.

رضوانی، م.، افشنگ، ب.، قلی‌زاده، ع. و زعفریان، ف. ۱۳۹۰. بررسی اثرهای قارچ‌های میکوریزی و سطوح مختلف فسفر بر رشد و جذب فسفر در دانه سویا. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. ۱ (۲): ۱۱۸-۹۷.

غلامی، ا. و اصغری، ح.م. ۱۳۸۶. بررسی وابستگی میکوریزایی گیاه ذرت در پاسخ به همزیستی با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزایی آربوسکولار و مقادیر مختلف فسفر. دومین همایش ملی بومی شناختی ایران، ص ۲۳.

مدنی، ح.، نادری بروجردی، غ.ف.، آقاجانی، ح. و پازکی، ع. ۱۳۷۹. مقایسه اثرات مصرف کودهای شیمیایی فسفره و باکتری‌های حل‌کننده فسفات در عملکرد دانه، بیولوژیک، محتوی نسبی فسفر بافت‌ها در کلزای پاییزه. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۶ (۴): ۹۳-۱۱۴.

Abd, E.A. and Amberger, A. 2000. Studies on some factors affecting the solubilization of P from rock phosphates. 6th International Collequm for the Optimization of Plant Nutrition. Cairo, Egypt.

Afzal, A., and Bano, A. 2008. *Rhizobium* and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal* of *Agriculture* and *Biology*. 10: 85-88.

Anderson, D. L., Kussow, W. R. and Corey, P. B. 1985. Phosphate rock dissolution in soil: Indication from plant grown studies. Soil Science Society of America Journal. 49: 918-924.

Ardakani, M. R., Mazaheri, D., Shirani Rad, A. H. and Mafakheri, S. 2011. Uptake of micronutrients by Wheat (*Triticum aestivum* L.) in a sustainable agroecosyste. Middle-East Journal of Scientific Research. 7 (4): 444-451.

Asghar, A., Ali. A., Syed, W. H., Asif, M., Khaliq, T. and Abid, A. A. 2010. Growth and yield of maize (*Zea Mays* L.) cultivars affected by NPK Application in different proportion. Pakistan Journal of Science. 62: 87-102.

Chen, Y. P., Rekha, P. D., Arun, A. B., Shen, F. T., Lai, W. A. and Young, C. C. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*. 34: 33-41.

Galavi, M., Yosefi, K. H. and Ramrodi, M. 2011. Effect of Biophosphate and chemical phosphorus fertilizer accompanied whit foliar application of micronutrients on yield Quality and phosphorus and zinc concentration of maize. *European* Journal of *Agronomy*. 27: 12-24.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

Habib, L., Chein, S. H., Carmona, G. and Henao, J. 1999. Rape response to a Syria phosphate rock and its mixture with triple superphosphate on limed alkaline soil. *Soil Science* and *Plant Analysis*. 30: 449-456

Karper, G. D. and Andri, P. H. 1991. The effect of phosphorus fertilization on *Brassica campestries*. Field crops research. 63: 93-103.

Khan, M. A., Abid, M., Hussain N. and Masood, M.U. 2005. Effect of phosphorous levels on growth and yield of maize cultivars under saline conditions. *International Journal* of *Agriculture* and *Biology*. 7: 511–514.

Kumar, A., Sharma, KD. and Gera, R. 2011. Arbuscular mycorrihizae (*Glomus Mosseae*) Symbiosis for increasing the yield and quity of eheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 81(5): 478-480.

Majumdar, D. K. and Sandha, A. S. 2005. Effects of fertilizers on the growth, developments, quality characteristics and chemical composition of rapeseed (*Brassica napus*). www. Trad- India. Com. 7. New. 2009.

Mehrvarz, S., Chaichi, M. R. and Alikhani, H. A. 2008. Effects of phosphate solubilizing Microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on yield and components of barely (*Hordeum* volgarel). American- Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 3 (6): 822-828.

Mehta, C. M. and Batstone, D. J. 2013. Nutrient solubilization and its availability following anaerobic digestion. Water Science and Technology. 67 (4): 756-763

Nishanth, D. and Biswas, D.R. 2008. Kinetics of phosphorus and potassium release from rock phosphate and waste mica enriched compost and their effect on yield and nutrient uptake by wheat (*Triticum aestivum*). *Bioresource Technology*. 99: 3342-3353.

Omar, S. A. 1998. The role of rock-phosphat-solubilizing fungi and vesicular arbuscular mycorrhizal(VAM) in growth of wheat plants fertilized with rock phosphate. *World Journal of Microbiology* & Biotechnology. 14: 211-218.

Panhwar, A. 2011. Role of phosphate solubilizing bacteria on rock phosphate solubility and growth of aerobic rice. Journal of Environmental Biology. September 2011

Paulraj, N. S. and Velayudham, K. 1995. Direct and residual effect of Mussourie rock phosphate, organic manures and phosphor bacteria in rice-black grain system. Madras Agricultural Journal, 3: 220-221.

Qureshi, M. A., Ahmad, Z. A., Akhtar, N. and Iqbal, A. 2012. Role of phosphate solubilizing bacteria (PSB) in enhancing P-availability and promoting cotton growth. Journal of Animal and Plant Science. 22: 204-210.

Raja, A. R., Shah, H., Aslam, M. and Memon, M. Y. 2002. Response of phosphabacterial and mycorrihizal inoculation on wheat. Asian Journal of plant sciences, 1 (4): 322-323.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

Salim, B. B. M. and El-Yazied, A. 2015. Effect of mycorrhiza on growth, biochemical constituents and yield of snap bean plants. *Journal* of *Horticultural Science* & Ornamental *Plants*. 7 (3): 131–140

Sing, S. and Kapoor, K. 1992. Inoculation with phosphate solubilizing microorganisms and a vesicular mycorrhizal. Biology and Fertility of Soils. 28 (2): 139-144

Smith, S. E., Smith, F. A. and Jakobsen, I. 2004. Functional diversity in arbuscular mycorrhizal (AM) symbioses: the contribution of the mycorrhizal P uptake pathway is not correlated with mycorrhizal responses in growth or total P uptake. *New Phytologist*. 162: 511-52.

Stephen, J. S., Shabanamol, K. S., Rishad, M. S. and Jisha, M. 2015. Growth enhancement of rice (*Oryza sativa*) by phosphate solubilizing *Gluconaceto bacter* sp. (MTCC 8368) and *Burkholderia* sp. (MTCC 8369) under greenhouse conditions. Biotechnoloy. 5: 831-37.

Tavasolee, A., Aliasgharzad, N., Salehi, G. R., Mardi, M., Asgharzadeh, A. and Akbarivala S. 2011. Effects of co-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia on fungal occupancy in chickpea root and nodule determined by Real-Time PCR. Current Microbiology. 63: 107-114.

Wani, P. A., Khan, M. S. and Zaidi, A. 2008. Chromium reducing and plant growth promoting Mesorhizobium improves chickpea growth in chromium amended soil. *Biotechnology Letters*. 30 (1): 159-163.

Yousefi, A. A., Khavazi, K., Moezi, A. A., Rejali, F. and Nadian, H.A. 2011. Phosphate Solubilizing Bacteria and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Impacts on Inorganic Phosphorus Fractions and Wheat Growth. World Applied Sciences Journal. 15 (9): 1310-1318.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]

Effect of phosphate soil composition with phosphorus-solubilizing microorganisms on yield, yield components and canola oil percentage

S. Ghanahi[1*] and H. Chegeni[2]

1) Instructor of Department of Plant Protection, University of Payame Noor, Tehran, Iran.

2) Assistant professor of of Department Agronomy, Payame Noor University, Tehran. Iran.

[*]**Corresponding author: s.ghanae2000@gmail.com**

Received date: 2019.07.23 **Accepted date: 2019.11.04**

Abstract

The present research aimed to investigate the effect of different levels of phosphate soil with phosphorus-solubilizing microorganisms on yield and yield components of canola (Hyola 50 cultivar) carried out as factorial in a randomized complete blocks design with three replications in Golcheshme Azadehshahr Cultivation and Industry in cropping year 2017-2018. The first factor was the use of phosphate soil at four levels including 0, 50, 100 and 150 kilogram per hectare and the second is the use of phosphorus-solubilizing microorganisms at three levels including control (no use), phosphorus-soluble bacteria (Pseudomonas fluorescensa) and phosphorus-solubilizing fungi (Mycorrhiza, Glomus mosseae). The results showed that the effect of soil phosphate on all investigated traits except harvest index was significant at 5 percent level. The effect of phosphorus solubilizing microorganisms on biological yield, grain yield, oil percentage, oil yield, seed phosphorus and leaf phosphorus was significant at 1 percent level. Interaction of soil phosphate and phosphorus solubilizing microorganisms on grain yield and oil yield was significant. Increasing phosphate soil up to 150 kilogram increased grain yield, so that grain yield was 2246 in the non-soil phosphate treatment (control) and 2431, 2510 and 2570 kilogram per hectare in 50, 100 and 150 kilogram phosphate soil treatments, respectively.

Keywords: Phosphate soil, Yield, Canola and Mycorrhiza.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.5.6]