محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

نقش باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای فسفاتی بر برخی شاخص‌های رشدی و مقدار فسفر در نهال‌های پسته

فرهاد آذرمی آتاجان[۱*]، محمد حسن سیاری زهان[۲]

[۱] استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

چکیده

استفاده از کودهای فسفاتی مرسوم‌ترین روش برای تأمین فسفر مورد نیاز گیاهان می‌باشد. با توجه به وضعیت آهکی خاک بسیاری از باغ‌های پسته ایران، بخش زیادی از کودهای مصرف شده در خاک تثبیت و کارایی آن‌ها کاهش می‌یابد. بکارگیری باکتری‌های حل کننده فسفات روشی مناسب برای افزایش فراهمی فسفر خاک برای گیاهان می‌باشد. در این پژوهش، تأثیر کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات (PSB_0، PSB_1 و PSB_2 به‌ترتیب شاهد و دو سویه *Pseudomonas* sp.) و کودهای فسفاتی (P_0، RP و TSP به‌ترتیب شاهد، سنگ فسفات و سوپرفسفات تریپل) بر رشد و غلظت فسفر نهال‌های پسته بررسی شد. نتایج نشان داد که تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات موجب افزایش ارتفاع نهال، حجم ریشه، وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه و غلظت فسفر اندام‌هوایی و ریشه نهال‌های پسته شد. کاربرد همزمان سویه‌های PSB_1 و PSB_2 و سنگ فسفات ارتفاع نهال را به‌ترتیب ۶۳ و ۴۷ درصد، وزن خشک اندام‌هوایی را به‌ترتیب ۷۰ و ۵۶ درصد و غلظت فسفر اندام‌هوایی را به‌ترتیب ۱۰۰ و ۷۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد همزمان سوپرفسفات تریپل و باکتری‌ها در افزایش شاخص‌های مطالعه شده بیشتر مؤثر بود. بنابراین، باکتری‌های حل کننده فسفات می‌تواند علاوه‌بر بهبود غلظت فسفر گیاه، کارایی کودهای فسفاتی را نیز افزایش دهد.

کلمات کلیدی: اسیدهای آلی، باکتری‌های محرک رشد گیاه، پسته، سنگ فسفات، کودهای شیمیایی

مقدمه

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی ایران است که از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی دارای اهمیت است. سطح زیر کشت این محصول در کشور حدود ۴۷۹ هزار هکتار (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶) می‌باشد که تغذیه این درختان به دلایل مختلفی مانند مقدار زیاد کربنات‌کلسیم، pH بالا، کوددهی نامتعادل، مواد آلی کم و شوری خاک و آب آبیاری، پایین است. فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی محدود کننده رشد گیاهان مختلف از جمله درختان پسته می‌باشد. اگرچه اغلب خاک‌های کشاورزی حاوی مقادیر زیادی از فسفر به شکل‌های مختلف هستند ولی، بخش اعظم فسفر موجود در خاک به دلیل برهم‌کنش با عناصری مانند کلسیم و آهن در خاک رسوب کرده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. غلظت فسفر قابل جذب در خاک کمتر از ۰/۱ درصد فسفر کل می‌باشد (Adesemoye and Kloepper, 2009). رایج‌ترین شیوه برای تامین فسفر مورد نیاز گیاهان استفاده از کودهای فسفاتی است. علی‌رغم نقش عمده کودهای شیمیایی در افزایش تولید و عملکرد محصولات زراعی، مصرف بی‌رویه و نامتعادل این کودها علاوه‌بر افزایش هزینه‌های تولید، تخریب منابع خاکی، آبی و زیست‌محیطی را نیز موجب شده است (Gyaneshwar و همکاران ۲۰۰۲). از طرفی، فسفر افزوده شده به خاک به‌شکل کودهای فسفاتی، به‌دلیل واکنش با کلسیم به‌ویژه در خاک‌های آهکی، به فسفات‌های کلسیم کم‌محلول در خاک تبدیل شده و برای گیاه غیرقابل جذب می‌گردد (Zaidi و همکاران ۲۰۰۹). از طرفی تبدیل سنگ فسفات به کودها فسفاتی هزینه‌بر و زمان‌بر بوده و مصرف مستقیم آن کارایی کافی را ندارد (سرچشمه‌پور و همکاران ۱۳۹۴). تاکنون راهکارهای مختلفی برای افزایش کارایی کودهای فسفاتی و بهبود تغذیه فسفری گیاهان مختلف ارائه شده است. یکی از روش‌های نوین در این زمینه، استفاده از باکتری‌های حل کننده فسفات (PSB)[۱] است. باکتری‌های حل کننده فسفات گروهی از ریزجانداران خاک هستند که می‌توانند با سازوکارهای مختلفی مانند تولید اسیدهای آلی، اسیدهای

* ایمیل نویسنده مسئول: farhadazarmi@birjand.ac.ir

[1]- Phosphate Solubilizing Bacteria

معدنی، پروتون و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز، pH محیط ریشه را کاهش داده و فراهمی فسفر برای گیاه را افزایش دهند (Khan و همکاران ۲۰۱۴). این باکتری‌ها علاوه بر افزایش فراهمی فسفر برای گیاه، می‌توانند مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های زیست محیطی افزایش دهند. حسنی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تاثیر تلقیح سویه‌های سودوموناس فلوروسنت با خصوصیات محرک رشدی مختلف بر رشد نهال‌های پسته نشان دادند؛ که تلقیح با این باکتری‌ها موجب افزایش سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر و وزن خشک نهال‌های پسته شد. هم‌چنین، کاربرد ریزجانداران بومی باغ‌های پسته همراه با خاک فسفات و گوکرد، علاوه‌بر افزایش رشد و جذب عناصر غذایی مانند فسفر، کارایی خاک فسفات را در شرایط شور افزایش داد (سرچشمه‌پور و همکاران ۱۳۹۴). تأثیر باکتری‌های سودوموناس در افزایش جذب عناصر غذایی فسفر، آهن و روی در نهال‌های پسته نیز گزارش شده است (Azarmi و همکاران ۲۰۱۶). با توجه به مقدار زیاد آهک در باغ‌های پسته ایران و کارایی پایین کودهای فسفاتی در این باغ‌ها، هدف از این پژوهش بررسی نقش باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای فسفاتی بر رشد و غلظت فسفر در نهال‌های پسته می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی نقش باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای فسفاتی بر برخی شاخص‌های رشدی و غلظت فسفر در نهال‌های پسته در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای پژوهشی شامل باکتری‌های حل کننده فسفات در سه سطح (PSB_0، PSB_1 و PSB_2 به‌ترتیب شاهد و دو سویه *Pseudomonas* sp. با توانایی حل فسفات در آزمایشگاه) و سه سطح کود فسفاتی (P_0، RP و TSP به‌ترتیب شاهد، سنگ فسفات و سوپرفسفات تریپل) بود. برای کشت، گلدان‌ها با ۲ کیلوگرم خاک عبور داده شده از الک ۲ میلی‌متری (جدول ۱) پر شده و در هر گلدان ۵ بذر جوانه‌دار شده پسته رقم بادامی کشت گردید. برای تلقیح با باکتری‌ها، هر بذر با ۲۰۰ میکرولیتر از مایه تلقیح هر باکتری آغشته شده و سپس کشت شد. سنگ فسفات و سوپرفسفات تریپل نیز به‌مقدار ۳۰ میلی‌گرم فسفر (P_2O_5) در گلدان قبل از کشت به گلدان‌ها اضافه شده و به‌طور کامل با خاک مخلوط شد. پس از رشد اولیه نهال‌ها، تعداد آن‌ها به ۳ عدد در گلدان تقلیل داده شده و در طول دوره رشد، با آب معمولی آبیاری شدند. ارتفاع نهال با خط‌کش، حجم ریشه به روش تغییر حجم آب در استوانه مدرج و وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه نیز پس از خشک شدن نمونه‌ها در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. غلظت فسفر در نمونه‌ها نیز به روش رنگ‌سنجی تعیین گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD انجام شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

بافت خاک	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	ماده آلی (در صد)	آهک (درصد)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)
لوم شنی	۱/۸	۷/۷۵	۰/۳۵	۱۲	۸/۵

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و برهم‌کنش باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای فسفاتی بر ارتفاع نهال، حجم ریشه، وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه و غلظت فسفر اندام‌هوایی و ریشه نهال‌های پسته معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای فسفاتی بر شاخص‌های رشدی نهال‌های پسته

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع نهال	حجم ریشه	وزن خشک اندام‌هوایی	وزن خشک ریشه	غلظت فسفر اندام‌هوایی	غلظت فسفر ریشه
باکتری	۲	۲۵/۷ **	۲۴/۲ **	۰/۳۲ **	۰/۲۱ **	۰/۰۱۷ **	۰/۰۲۲ **
کود فسفاتی	۲	۵۰/۵ **	۸/۴۱ **	۰/۲۱ **	۰/۱۵ **	۰/۰۲۴ **	۰/۰۳۲ **
باکتری × کود فسفاتی	۴	۱/۱۵ *	۰/۴۸ *	۰/۰۱۵ *	۰/۰۰۵ *	۰/۰۰۰۵ *	۰/۰۰۰۳ *
خطا	۱۸	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات		۵/۵۲	۱۱/۴۲	۶/۱۸	۴/۵۴	۶/۸۵	۳/۹۲

* و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد

نتایج نشان داد که تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات PSB_1 و PSB_2 ارتفاع نهال‌های پسته را به‌ترتیب ۳۱ و ۲۳ درصد نسبت به شاهد بدون تلقیح افزایش داد. از طرفی کاربرد سنگ فسفات به تنهایی تأثیری بر ارتفاع نهال نداشت، ولی کاربرد آن با سویه‌های PSB_1 و PSB_2 ارتفاع نهال‌ها را به‌ترتیب ۶۳ و ۴۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد که از نظر آماری تفاوتی با کاربرد سوپرفسفات تریپل نداشت. بیشترین ارتفاع نهال از کاربرد همزمان سویه PSB_1 و سوپرفسفات تریپل (۱۵/۳ سانتی‌متر بر نهال) بدست آمد (جدول ۳). حسنی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تاثیر تلقیح سویه‌های سودوموناس فلوروسنت با خصوصیات محرک رشدی مختلف بر رشد نهال‌های پسته نشان دادند که تلقیح با این باکتری‌ها موجب افزایش سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر و وزن خشک نهال‌های پسته شد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح با باکتری‌ها موجب افزایش معنی‌دار حجم ریشه نسبت به شاهد شد که سویه PSB_1 در افزایش این پارامتر تأثیر بیشتری نسبت به سویه PSB_2 داشت. از طرفی اگرچه کاربرد سنگ فسفات تأثیر معنی‌داری بر حجم ریشه نشان نداد ولی، سوپرفسفات تریپل این پارامتر را ۸۰ درصد نسبتبه شاهد افزایش داد. کاربرد همزمان باکتری‌ها همراه با سنگ فسفات تأثیر بیشتری در افزایش حجم ریشه نسبت به کاربرد سوپرفسفات تریپل داشت، به‌طوری‌که کاربرد سنگ فسفات در تیمارهای تلقیح شده با سویه‌های PSB_1 و PSB_2 به‌ترتیب موجب افزایش ۳/۵ و ۲ برابری حجم ریشه نسبت به تیمار شاهد شد. هرچند، بیشترین تأثیر در افزایش حجم ریشه را کاربرد همزمان سوپرفسفات تریپل و سویه PSB_1 داشت (جدول ۳). یکی از مهم‌ترین اثرات باکتری‌های مفید خاک افزایش رشد رویشی گیاه از قبیل طول و تعداد ریشه‌ها و تکثیر ریشه‌های جانبی است. Zahir و همکاران (۲۰۰۸) نیز افزایش وزن تر و خشک گیاهان را در اثر تلقیح با باکتری‌های جنس سودوموناس گزارش کرده‌اند.

براساس نتایج بدست آمده، وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه نهال‌های پسته تلقیح شده با سویه PSB_1 به‌ترتیب ۵۲ و ۳۹ درصد و در اثر تلقیح با سویه PSB_2 به‌ترتیب ۳۶ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد بدون تلقیح افزایش نشان داد. هم‌چنین کاربرد سنگ فسفات بر وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه معنی‌دار نبوده ولی کاربرد سوپرفسفات موجب افزایش ۵۳ درصدی وزن خشک اندام‌هوایی و ۳۳ درصدی وزن خشک ریشه نسبت به شاهد شد. از طرفی کاربرد همزمان باکتری‌های حل کننده فسفات و سنگ فسفات نقش بیشتری نسبت به کاربرد تنهای سوپرفسفات تریپل در افزایش وزن خشک نهال‌ها داشت. بیشترین وزن خشک اندام‌هوایی (۱/۳۹ گرم بر نهال) و ریشه (۱/۱۲ گرم بر نهال) از کاربرد همزمان سویه PSB_1 و سوپرفسفات تریپل بدست آمد (جدول ۳). باکتری‌های حل کننده فسفات علاوه‌بر تولید اسیدهای آلی و پروتون و کاهش pH محیط ریشه، با تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین و تولید سیدروفور موجب افزایش وزن توده ریشه، افزایش رشد طولی و انشعابات فرعی و تولید ریشه‌های نازک‌تر شده و در نتیجه با افزایش دسترسی بیشتر به آب و عناصر غذایی، وضعیت تغذیه‌ای گیاه را بهبود داده و رشد و عملکرد آن را افزایش می‌دهند (Glick و همکاران ۲۰۰۷).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای فسفاتی بر شاخص‌های رشدی نهال‌های پسته

باکتری	کود فسفاتی			باکتری	کود فسفاتی		
	P_0	RP	TSP		P_0	RP	TSP
	ارتفاع نهال (سانتی‌متر بر نهال)				حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب بر نهال)		
PSB_0	۷/۲ f	۷/۸ f	۱۱/۵ cd	PSB_0	۱/۵ g	۱/۷ g	۲/۷ ef
PSB_1	۹/۵ e	۱۱/۸ bc	۱۵/۳ a	PSB_1	۳/۸ cd	۵/۳ b	۶/۴ a
PSB_2	۸/۹ e	۱۰/۶ d	۱۲/۸ b	PSB_2	۲/۱ fg	۳/۲ de	۴/۱ c
	وزن خشک اندام‌هوایی (گرم بر نهال)				وزن خشک ریشه (گرم بر نهال)		
PSB_0	۰/۷۵ f	۰/۸۱ e	۱/۱۵ cd	PSB_0	۰/۵۶ e	۰/۵۹ e	۰/۷۵ c
PSB_1	۱/۱۴ de	۱/۲۸ b	۱/۳۹ a	PSB_1	۰/۷۸ c	۰/۹۱ b	۱/۱۲ a
PSB_2	۱/۰۲ e	۱/۱۷ c	۱/۲۶ bc	PSB_2	۰/۶۷ d	۰/۷۹ c	۰/۹۳ b

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تلقیح با سویه‌های PSB_1 و PSB_2 غلظت فسفر اندام‌هوایی را به‌ترتیب ۶۳ و ۳۵ درصد و غلظت فسفر ریشه را به‌ترتیب ۶۰ و ۲۶ درصد نسبت به شاهد بدون تلقیح افزایش داد. از طرفی کاربرد سنگ فسفات اگرچه تأثیری بر غلظت فسفر اندام‌هوایی نداشت ولی، غلظت فسفر ریشه را ۱۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد همزمان سنگ فسفات و سویه‌های PSB_1 و PSB_2 موجب افزایش غلظت فسفر

اندام‌هوایی به‌ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۷۲ درصد و غلظت فسفر ریشه به‌ترتیب برابر با ۹۳ و ۵۳ درصد نسبت به شاهد بدون تلقیح شد. بیشترین غلظت فسفر اندام‌هوایی (۰/۲۹ درصد) و ریشه (۰/۳۶ درصد) از کاربرد همزمان سویه PSB_1 و سوپرفسفات تریپل بدست آمد (جدول ۴). باکتری‌های حل کننده فسفات با تولید اسیدهای آلی، اسیدهای معدنی، پروتون و هم‌چنین آنزیم فسفاتاز موجب افزایش فراهمی فسفات‌های کم‌محلول و فسفر آلی در خاک شده و جذب آن توسط گیاه را افزایش می‌دهند. نقش اسیدهای آلی در افزایش فراهمی فسفر به کاهش pH، کلات نمودن کاتیون‌ها و رقابت با فسفر جهت اشغال مکان‌های جذب در خاک نسبت داده می‌شود. کاربرد ریزجانداران بومی باغ‌های پسته همراه با خاک فسفات و گوکرد، علاوه‌بر افزایش رشد و جذب عناصر غذایی مانند فسفر، کارایی خاک فسفات را در شرایط شور افزایش داد (سرچشمه‌پور و همکاران ۱۳۹۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای فسفاتی بر غلظت فسفر در نهال‌های پسته

باکتری	کود فسفاتی			باکتری	کود فسفاتی		
	P_0	RP	TSP		P_0	RP	TSP
	غلظت فسفر اندام‌هوایی (درصد)				غلظت فسفر ریشه (درصد)		
PSB_0	۰/۱۱ f	۰/۱۲ f	۰/۲۲ c	PSB_0	۰/۱۵ h	۰/۱۷ g	۰/۲۷ d
PSB_1	۰/۱۸ d	۰/۲۳ bc	۰/۲۹ a	PSB_1	۰/۲۴ e	۰/۲۹ c	۰/۳۶ a
PSB_2	۰/۱۵ e	۰/۱۹ d	۰/۲۴ b	PSB_2	۰/۱۹ f	۰/۲۳ e	۰/۳۱ b

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات توانست موجب افزایش رشد و غلظت فسفر در نهال‌های پسته گردد. از طرفی، اگرچه کاربرد تنهای سنگ فسفات تأثیر معنی‌داری بر رشد نهال‌های پسته نشان نداد ولی، کاربرد همزمان آن با باکتری‌های حل کننده فسفات موجب افزایش معنی‌دار شاخص‌های مورد مطالعه در این پژوهش شد. در بسیاری از شاخص‌های بررسی شده، تفاوت معنی‌داری بین تیمار سنگ فسفات و باکتری‌ها با کاربرد سوپرفسفات تریپل مشاهده نشد. هر چند، کاربرد همزمان باکتری‌های حل کننده فسفات و سوپرفسفات تریپل تأثیر بیشتری بر شاخص‌های مورد مطالعه نشان داد. بنابراین، کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات به‌ویژه همراه با خاک فسفات به‌عنوان یک نهاده ارزان قیمت، می‌تواند علاوه‌بر افزایش کارایی این نهاده، رشد و عملکرد نهال‌های پسته را افزایش داده و مصرف کود سوپرفسفات تریپل را کاهش دهد. این نتایج از جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی نیز حائز اهمیت است.

منابع

حسنی، گ.، اخگر، ع. و تاج‌آبادی پور، ا. ۱۳۹۱. بررسي تأثير تلقيح سويه‌هاي سودوموناس فلورسنت داراي توان توليد IAA و ACC دآميناز بر رشد نهال‌هاي پسته. پژوهش‌های خاک، ۲۶، ۹۷-۸۹.

سرچشمه‌پور، م.، بشارتی، ح. و ثواقبی، غ. ۱۳۹۴. افزایش کارایی خاک فسفات با استفاده از برخی ریزجانداران بومی باغ‌های پسته برای بهبود رشد و تغذیه دانهال‌های پسته در تنش شوری. پژوهش‌های خاک، ۲۹ (۳)، ۳۸۱-۳۷۱.

Adesemoye, A. O. and Kloepper, J.W. 2009. Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85: 1–12.

Azarmi, F., Mozaffari, V., Hamidpour, M. and Abbaszadeh-Dahaji, P. 2016. Interactive Effect of Fluorescent Pseudomonads Rhizobacteria and Zn on the Growth, Chemical Composition, and Water Relations of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Seedlings under NaCl Stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 47(8): 955-972.

Glick, B. R., Cheng, Z. and Czarny. J. 2007. Promoting of plant growth by ACC deaminase producing soil bacteria. European Journal of Plant Pathology, 119: 329-339.

Gyaneshwar, P., Kumar, G. N., Parekh, L. J. and Poole, P. S. 2002. Role of Soil Microorganisms in Improving P Nutrition of Plants, Food Security in Nutrient-stressed Environments: Exploiting Plants' Genetic Capabilities. Springer, pp. 133–143.

Khan, M. S., Zaidi, A. and Ahmad, E. 2014. Mechanism of phosphate solubilization and physiological functions of phosphate-solubilizing microorganisms. Phosphate Solubilizing Microorganisms. Springer, pp. 31–62.

Zahir, Z. A., Munir, A., Asghar, H. N., Shaharoona, B. and Arshad M. 2008. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deaminase for growth promotion of peas (Pisum sativum) under drought conditions. J Microbiol Biotechnol 18: 958-963.

Zaidi, A., Khan, M. S., Ahemad, M., Oves, M. and Wani, P.A. 2009. Recent Advances in Plant Growth Promotion by Phosphate-solubilizing Microbes. Microbial Strategies for Crop Improvement. Springer, pp. 23–50.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

The role of phosphate solubilizing bacteria and phosphate fertilizers on some growth parameters and phosphorus content in pistachio seedlings

Azarmi-Atajan[*1], F., Sayyari Zahan[2], M. H.

[1] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Birjand, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Birjand, Iran

Abstract

The use of phosphate fertilizers is the most common method for supplying phosphorus needed by plants. Due to the calcareous condition of many pistachio garden soils in Iran, a large part of the fertilizers used in the soil are stabilized and their efficiency reduced. Application of phosphate solubilizing bacteria (PSB) is a suitable method for increasing soil phosphorus availability for plants. In this study, the effect of PSB (PSB_0, PSB_1 and PSB_2 represented control and two *Pseudomonas* sp. strains, respectively) and phosphate fertilizers (P_0, RP and TSP represented control, rock phosphate and triple super phosphate, respectively) were investigated on growth and P concentration of pistachio seedlings. The results showed that inoculation with PSB increased seedling height, root volume, shoot and root dry weight, and the concentration of P in shoot and root of pistachio seedlings. The simultaneous application of PSB_1 or PSB_2 with RP, increased seedling height by 63% and 47%, shoot dry weight by 70% and 56%, and P concentration of shoot by 100% and 72%, respectively, compared to the control. The combined application of TSP and PSB was more effective in increasing the studied indices. Thus, PSB can increase the efficiency of phosphate fertilizers in addition to improving plant phosphorus concentrations.

Keywords: Organic acids, PGPR, Pistachio, Rock phosphate, Chemical fertilizers

[*] Corresponding author, Email: farhadazarmi@birjand.ac.ir