19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفری بر تغییرات اسیدیته خاک و بهبود خصوصیات تغذیه‌ای دو رقم لوبیاچیتی

فرشته شهبازیان[۱]، شاهرخ جهانبین[۲]، علیرضا خوشرو[۳]، حجت‌اله لطیف‌منش[۲*]، حمید اله‌دادی[۱]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران *
h.latifmanesh@yu.ac.ir
۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی کاربرد تلفیقی کودهای فسفره بر ویژگی‌های خاک و شاخص‌های تغذیه‌ای دو رقم لوبیا چیتی، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج به انجام رسید. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل تیمارهای کودی به عنوان فاکتور اصلی و ارقام لوبیا چیتی (صدری و E10) به عنوان فاکتور فرعی بودند. تیمارهای کودی شامل: شاهد، سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، بیوفسفات طلایی (۳۰۰ کیلوگرم + ۳۶۰۰ یا ۷۲۰۰ گرم تیوباسیلوس)، و ترکیب سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم) با بیوفسفات طلایی (۳۰۰ کیلوگرم + ۳۶۰۰ یا ۷۲۰۰ گرم تیوباسیلوس) بودند. نتایج آزمایش نشان داد متاثر از منابع تغذیه‌ای کم‌ترین میزان اسیدیته خاک (pH= ۷/۲۰) و پروتئین دانه (۲۰/۲۲ درصد) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم کود فسفات طلایی با ۷۲۰۰ گرم پودر باکتری تیباسیلوس در هکتار مشاهده شد. از سوی دیگر بیشترین میزان فسفر برگ (۰/۶۴ درصد) و بالاترین عملکرد دانه (۱۸۴۷ کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به همین تیمار بود. همچنین بر اساس یافته‌ها رقم صدری در مقایسه با رقم E10 عملکرد مطلوب‌تری از خود نشان داد. بنابراین مدیریت هوشمند و تلفیقی کودهای فسفری می‌تواند تعادل شیمیایی و حاصلخیزی خاک را بهبود بخشد و عملکرد لوبیا چیتی، به ویژه رقم صدری، را افزایش دهد.

واژگان کلیدی: اسیدیته خاک، تعادل شیمیایی خاک، تغذیه تلفیقی، کود زیستی

مقدمه

لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) از حبوبات استراتژیک جهان و ایران به شمار می‌رود؛ این گیاه نه‌تنها منبع قابل‌توجهی از پروتئین گیاهی است، بلکه با داشتن رابطه سمبیوتیک با ریزوبیوم‌ها، در تثبیت نیتروژن خاک نقش کلیدی ایفا می‌کند (Castro-Guerrero *et al.*, 2016). با این وجود، محدودیت فسفر موجود در خاک‌های آهکی و نیمه‌خشک کشور که به‌دلیل تثبیت سریع با کلسیم، آلومینیوم یا آهن غیرقابل دسترس می‌شود، یکی از موانع اصلی در دستیابی به

عملکرد مطلوب این گیاه است (Elhaissoufi *et al*., 2021).

کودهای شیمیایی فسفری مانند سوپر فسفات تریپل نقش مستقیمی در تأمین فسفر قابل جذب دارند، اما مصرف مداوم و انحصاری آن‌ها علاوه بر هزینه‌های اقتصادی، مشکلات زیست‌محیطی و کاهش کارایی مصرف فسفر را به دنبال دارد. در این راستا، استفاده از کودهای زیستی و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات از جمله *Thiobacillus* به‌عنوان رویکردی پایدار مطرح شده است (Alamzeba *et al*., 2024). این مکانیسم با ترشح اسیدهای آلی و معدنی و نیز تولید ترکیبات محرک رشد، می‌تواند سبب افزایش قابلیت دسترسی فسفر و بهبود کارایی مصرف آن در گیاهان شود (Bekkar and Zaim, 2023). همچنین شواهد نشان می‌دهد که مصرف کودهای فسفره با ارتقاء توسعه ریشه، منجر به جذب بهتر عناصر غذایی و نهایتاً افزایش عملکرد دانه لوبیا چیتی می‌گردد (ضراب‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). انتخاب رقم مناسب نیز در بهره‌وری عناصر غذایی مؤثر است. تفاوت‌های ژنتیکی میان ارقام لوبیا می‌تواند بر توانایی ریشه در دسترسی به فسفر و استفاده بهینه از آن اثرگذار باشد. بررسی همزمان اثر کودهای فسفری و ارقام مختلف، درک دقیق‌تری از روابط خاک–گیاه و سازوکارهای تغذیه‌ای در شرایط زراعی فراهم می‌کند.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف فسفر (شیمیایی و زیستی) بر ویژگی‌های خاک (pH)، غلظت فسفر برگ، درصد پروتئین و عملکرد دانه دو رقم لوبیا چیتی انجام شد. نتایج این مطالعه می‌تواند به‌عنوان مقدمه‌ای در طراحی الگوهای تغذیه‌ای پایدار و حفظ حاصلخیزی خاک در مناطق زراعی یاسوج مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر کودهای فسفری شیمیایی و زیستی بر خصوصیات خاک و عملکرد دو رقم لوبیا چیتی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. عامل اصلی شامل هفت تیمار کودی شامل: ۱- شاهد (بدون کود)، ۲- ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۳- ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۴- ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی با ۳۶۰۰ گرم پودر باکتری تیوباسیلوس در هکتار، ۵- ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی با ۳۶۰۰ گرم پودر باکتری تیوباسیلوس در هکتار، ۶- ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی با ۷۲۰۰ گرم پودر باکتری تویباسیلوس در هکتار، ۷- ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم کود فسفات طلایی با ۷۲۰۰ گرم پودر باکتری تیباسیلوس در هکتار بود. عامل فرعی نیز شامل دو رقم لوبیا چیتی (صدری و E10) در نظر گرفته شد. بیوفسفات طلایی و باکتری تیوباسیلوس را قبل از کاشت مخلوط کرده و به‌صورت نواری در زیر بذر مصرف گردید.

زمین آزمایش پس از تسطیح و آماده‌سازی با ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار (نصف هنگام آماده‌سازی و نصف به‌صورت سرک) کوددهی شد. هر کرت با ابعاد ۳/۵ × ۳ متر شامل پنج ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ای ۵ سانتی‌متر بود. آبیاری به روش غرقابی انجام شد و مدیریت داشت شامل وجین، کنترل آفات و بیماری‌ها به‌طور یکنواخت برای همه تیمارها صورت گرفت. به‌منظور تعیین اسیدیته خاک، در مرحله گلدهی از هر کرت نمونه مرکب تهیه و با روش گل اشباع و دستگاه pH متر مدل ۶۲۰ سنجش شد. فسفر برگ با روش رنگ‌سنجی مولیبدات-وانادات و دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید (امامی، ۱۳۷۵). جداسازی پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر نیز بر اساس روش Sammour (1999) استخراج و تعیین گردید. در زمان برداشت، یک متر مربع از سه ردیف میانی هر کرت نمونه‌برداری و پس از خشک شدن، عملکرد دانه تعیین شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

اسیدیته خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفر اثر معنی‌داری بر اسیدیته خاک در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۱). کمترین مقدار اسیدیته (۷/۲) در تیمار ترکیبی شامل ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی و ۷۲۰۰ گرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار مشاهده شد، در حالی‌که بیشترین مقدار آن (۷/۶) به تیمار شاهد تعلق داشت (جدول ۲).

کاهش اسیدیته در حضور باکتری تیوباسیلوس قابل توجه بود، زیرا این باکتری‌ها از طریق اکسیداسیون ترکیبات گوگردی، آزادسازی اسیدهای آلی و دفع پروتون قادر به کاهش pH ریزوسفر و افزایش قابلیت حلالیت فسفر می‌باشند. در شرایط خاک آهکی منطقه، چنین مکانیسمی نقش مؤثری در آزادسازی فسفر تثبیت‌شده ایفا می‌کند، به‌طوری‌که فراهمی فسفر در دامنه اسیدیته ۶ تا ۷ بیشترین میزان را دارد. بدین ترتیب، مصرف همزمان کودهای شیمیایی و زیستی فسفاته علاوه بر کاهش اسیدیته خاک، شرایط بهینه‌تری برای جذب فسفر توسط گیاه فراهم می‌کند؛ زیرا دراسیدیته پایین‌تر فسفر با آهن و آلومینیوم و در اسیدیته بالاتر با کلسیم ترکیب و غیرفعال می‌شود (Covarrubias-Ramirez *et al*., 2005).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اسیدیته خاک، فسفر برگ، پروتئین دانه و عمکرد دانه در لوبیا چیتی تحت تأثیر تیمارهای کودی و رقم

منابع تغییرات	درجه آزادی	اسیدیته خاک	فسفر برگ	پروتئین دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۰۳۰^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}	۰/۰۷۳^{ns}	۱۳۹۴۳*
کود	۶	۰/۰۵۰*	۰/۱۵۹**	۲/۲۱۵*	۳۶۷۰۶۴**
خطای اصلی	۱۲	۰/۱۲۰	۰/۱۰۰	۰/۳۸۰	۱۶۳۷۷
رقم	۱	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۱۹۷^{ns}	۲۷۳۶۲۱**
کود × رقم	۶	۰/۰۲۱^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۱۹۸^{ns}	۱۴۵۶۶^{ns}
خطای فرعی	۱۴	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۲۳۰	۱۶۰۸۸
ضریب تغییرات		۲/۵	۲۱/۳۰	۶/۱۵	۱۱/۳۴

ns، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اسیدیته خاک، فسفر برگ، پروتئین دانه و عمکرد دانه برای هر تیمار کودی.

صفات	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
اسیدیته خاک	۷/۶۰^{a}	۷/۵۲^{ab}	/۴۴^{ac}۷	۷/۴۱^{bd}	۷/۳۷^{cd}	۷/۴۰^{cd}	۷/۲۰^{e}
فسفر برگ (%)	۰/۲۱۵^{e}	۰/۳۳۰^{de}	۰/۳۷۳^{cd}	۰/۴۸۳^{bc}	۰/۶۲۸^{a}	۰/۵۶۶^{ab}	۰/۶۴۶^{a}
پروتئین دانه (%)	۲۱/۸۸^{a}	۲۱/۷۱^{ab}	۲۰/۷۴^{cd}	۲۱/۰۵^{c}	۲۰/۴۰^{d}	۲۱/۱۹^{bc}	۲۰/۲۲^{d}
عملکرد دانه (kg ha^{-1})	۱۱۳۴^{f}	۱۲۷۵^{ef}	۱۵۲۷^{bc}	۱۴۰۸^{cd}	۱۶۹۸^{a}	۱۶۱۸^{ab}	۱۸۴۷^{a}

T1: شاهد، T2: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، T3: ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، T4 : ۳۰۰ کیلوگرم بیوفوسفات طلایی همراه با ۳۶۰۰ گرم پودر باکتری تیوباسیلوس در هکتار، T5 : ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم بیوفوسفات طلایی و ۳۶۰۰ گرم تیوباسیلوس در هکتار، T6 : ۳۰۰ کیلوگرم بیوفوسفات طلایی با ۷۲۰۰ گرم تیوباسیلوس، و T7 : ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم بیوفوسفات طلایی با ۷۲۰۰ گرم تیوباسیلوس.

محتوای فسفر برگ

تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف کود فسفر اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال ۱ درصد داشتند (جدول ۱). بیشترین مقدار فسفر برگ (۰/۶۴۶ درصد) در تیمار ترکیبی ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل همراه با ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی و ۷۲۰۰ گرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار مشاهده شد که با تیمار مشابه دارای

۳۶۰۰ گرم تیوباسیلوس اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار فسفر برگ (۰/۲۱۵ درصد) مربوط به تیمار شاهد بدون مصرف کود بود (جدول ۲).

افزایش فسفر برگ در تیمارهای ترکیبی را می‌توان به دو عامل نسبت داد: نخست، بهبود فراهمی فسفر در ریزوسفر به واسطه اسیدی شدن محیط ریشه توسط بیوفسفات طلایی و فعالیت تیوباسیلوس؛ دوم، ارتقای رشد و توسعه ریشه‌ها از طریق ترشح ترکیبات محرک رشد توسط میکروارگانیسم‌ها که جذب عناصر غذایی را تسهیل می‌کند. این موضوع بیانگر حضور موثرتر کودهای زیستی در کارایی بیشتر کودهای شیمیایی فسفاته است. اثرات مثبت حل کننده‌های فسفات بر افزایش جذب فسفر در نتایج Mittal *et el*., (2008) روی نخود نیز گزارش شده است.

محتوای پروتئین دانه

بر اساس تجزیه آماری کاربرد منابع تغذیه‌ای فسفر تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین مقدار پروتئین دانه (۲۰/۲۲ درصد) در تیمار ترکیبی ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل همراه با ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی و ۷۲۰۰ گرم باکتری تیوباسیلوس مشاهده شد، که با تیمار مشابه دارای ۳۶۰۰ گرم تیوباسیلوس تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین پروتئین (۲۱/۸۸ درصد) در تیمار شاهد بدون مصرف کود شیمیایی و زیستی به دست آمد (جدول ۲).

کاهش پروتئین دانه در تیمارهای فسفره را می‌توان به اثرات رقابتی بین رشد و عملکرد دانه نسبت داد؛ با توجه به اینکه مقدار کود نیتروژنه در همه تیمارها ثابت بود، افزایش عملکرد دانه ناشی از کود فسفر منجر به کاهش غلظت نیتروژن در هر دانه شد و به تبع آن درصد پروتئین کاهش یافت. این رابطه به صورت همبستگی منفی و معنی‌دار بین پروتئین دانه و عملکرد کل مشهود بود. بنابراین در این مطالعه، افزایش منابع فسفر به رغم بهبود عملکرد دانه، درصد پروتئین را کاهش داد، که با یافته‌های ضراب‌پور و همکاران (۱۳۹۱) تفاوت دارد.

عملکرد دانه

مطابق با جدول ۱ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف کودی و همچنین ارقام لوبیا چیتی در سطح احتمال ۱ درصد برای عملکرد دانه وجود دارد. بیشترین عملکرد دانه با ۱۸۴۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ترکیبی ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی و ۷۲۰۰ گرم باکتری تیوباسیلوس بود، در حالی که کمترین عملکرد دانه با ۱۱۳۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد بدون مصرف کود شیمیایی و زیستی ثبت شد (جدول ۲). رقم صدری لوبیا چیتی نیز با میانگین ۱۵۸۲ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بالاتری نسبت به رقم E10 نشان داد (جدول ۳).

با توجه به اسیدیته نسبتا بالای خاک و میزان پایین فسفر در زمین زراعی مورد مطالعه، کاربرد ترکیبی کودهای شیمیایی و بیوفسفات طلایی منجر به کاهش اسیدیته خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، به‌ویژه فسفر، شد. به‌طور احتمالی، کودهای زیستی استفاده‌شده با افزایش جذب عناصر غذایی، تقویت رشد اندام‌های هوایی، افزایش شاخص سطح برگ و تولید هورمون‌های گیاهی، تأثیر مثبتی بر میکروارگانیسم‌های خاک‌زی داشته و بهبود کمی و کیفی عملکرد لوبیا چیتی را سبب شده است. همسو با این یافته‌ها، پژوهش حشمتی و همکاران (۱۳۹۶) نیز حاکی از آن است که تغذیه تلفیقی ناشی از مصرف کود زیستی و شیمیایی فسفری، افزایش عملکرد دانه گلرنگ بهاره را درپی داشته است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اسیدیته خاک، فسفر برگ، پروتئین دانه و عمکرد دانه برای هر رقم.

ارقام لوبیاچیتی	اسیدیته خاک	فسفر برگ (%)	پروتئین دانه (%)	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)
صدری	۷/۳۱[a]	۰/۴۸[a]	۲۱/۰۸[a]	۱۵۸۲[a]
E10	۷/۴[a]	۰/۴۳[a]	۲۰/۹۵[a]	۱۴۲۰[b]

در هر ستون هر حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد ترکیبی کودهای فسفری، شامل سوپر فسفات تریپل و بیوفسفات طلایی همراه با باکتری تیوباسیلوس، منجر به کاهش اسیدیته خاک شد، که به نوبه خود با افزایش جذب فسفر توسط برگ‌ها ارتباط مستقیم داشت. به دلیل اختلال یا رقابت بین منابع کودی در این آزمایش، درصد پروتئین دانه کاهش یافت، اما در عوض عملکرد دانه در تیمارهای ترکیبی، به ویژه تیمار هفتم، بیشینه شد و رقم صدری نسبت به E10 عملکرد بالاتری از خود نشان داد. این پژوهش بر اهمیت استفاده همزمان از کودهای شیمیایی و زیستی برای حفظ ویژگی‌های خاک و افزایش بهره‌وری محصول تأکید می‌کند.

فهرست منابع

۱. امامی، ع. (۱۳۷۵). روش‌های تجزیه گیاه. نشریه مؤسسه آب و خاک، ۱(۹۸۲): ۴۵-۴۶.

۲. ضراب‌پور، ل.، آذرآبادی، س.، و اسدی، ش. (۱۳۹۰). بررسی اثرات سطوح مختلف کود فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی و ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه ساوه، ساوه.

۳. حشمتی، س.، امینی دهقی، م.، و فتحی امیرخیز، ک. (۱۳۹۶). تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه، عملکرد روغن و اسیدهای چرب گلرنگ بهاره (IL111) در شرایط کمبود آب. علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۸(۱): ۱۶۹-۱۵۹.

4. Alamzeba, M., Iqbal, A., Inamullah, I., Iqbal, M., & Ullah, I. (2024). Integrated use of phosphorus sources, phosphate-solubilizing bacteria, and rhizobium enhanced growth, nitrogen, and phosphorus uptake in chickpea. Journal of Plant Nutrition, 47(17), 2913–2929.
5. Bekkar, A. A., & Zaim, S. (2023). Phosphate solubilization and the enhancement of chickpea growth by new rhizospheric microorganisms Bacillus tequilensis and Trichoderma orientale. Archives of Biological Sciences, 75(4), 419–427.
6. Castro-Guerrero, N. A., Isidra-Arellano, M. C., Mendoza-Cozatl, D. G., & Valdés-López, O. (2016). Common bean: A legume model on the rise for unraveling responses and adaptations to iron, zinc, and phosphate deficiencies. Frontiers in Plant Science, 7, 600.
7. Covarrubias-Ramirez, J. M., Castillo-Aguilar, S., & Vera-Nunes, J. A. (2005). Phosphorus uptake and use efficiency by potato cultivar Alpha using P. Agrociencia, 39, 127–136.
8. Elhaissoufi, W., Ghoulam, C., Barakat, A., Zeroual, Y., & Bargaz, A. (2021). Phosphate bacterial solubilization: A key rhizosphere driving force enabling higher P use efficiency and crop productivity. Journal of Advanced Research, 38, 13–28.
9. Mittal, V., Singh, O., Nayyar, H., Kaur, J., & Tewari, R. (2008). Stimulatory effect of phosphate-solubilization fungal strains (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. GPF2). Soil Biology and Biochemistry, 40(3), 718–727.
10. Sammour, R. H. (1999). Protein of linseed (*Linum usitatissimum* L.): Extraction and characterization by electrophoresis. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 40(2), 121–126.

Effects of Biofertilizers and Chemical Phosphorus Fertilizers on Soil Acidity and Nutritional Traits of Two pinto bean Cultivars

Fereshteh Shahbazian[1], Shahrokh Jahanbin[2], Alireza Khoshroo[3], Hojatollah Latifmanesh[2]*, Hamid Alahdadi[1]

1-M.Sc. Graduate, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran (*Corresponding author: h.latifmanesh@yu.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.

Abstract

This study was conducted to evaluate the integrated application of phosphorus fertilizers on soil properties and nutritional indices of two pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars at the research farm of the Faculty of Agriculture, Yasouj University. The experiment was arranged as a split-plot design based on a randomized complete block design with three replications. Fertilizer treatments were considered as the main factor and pinto bean cultivars (Sadri and E10) as the sub-factor. The fertilizer treatments included: control, triple superphosphate (100 and 200 kg ha^{-1}), bio-phosphate (300 kg ha^{-1} + 3600 or 7200 g *Thiobacillus*), and the combined application of triple superphosphate (100 kg ha^{-1}) with bio-phosphate (300 kg ha^{-1} + 3600 or 7200 g *Thiobacillus*). The results showed that the lowest soil pH (7.20) and grain protein content (20.22%) were obtained from the treatment of 100 kg ha^{-1} triple superphosphate combined with 300 kg ha^{-1} bio-phosphate plus 7200 g *Thiobacillus*. On the other hand, the highest leaf phosphorus content (0.64%) and grain yield (1847 kg ha^{-1}) were also recorded in the same treatment. Furthermore, the Sadri cultivar outperformed E10 in terms of yield. Therefore, integrated and efficient management of phosphorus fertilizers can improve soil chemical balance and fertility, thereby enhancing pinto bean yield, particularly in the Sadri cultivar.

Keywords: Soil acidity, chemical soil balance, integrated nutrition, biofertilizer