



امکان‌سنجی کاربرد کودهای فسفاتی زیستی در زراعت ذرت استان فارس

*عبدالحسین ضیائیان

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۸

چکیده

به منظور امکان‌سنجی کاربرد کودهای فسفاتی زیستی و مقایسه اثرات آن‌ها با کودهای شیمیایی، یک آزمایش مزرعه‌ای سه‌ساله، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار، در مزارع ذرت کاری استان فارس انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: ۱) بدون مصرف کود فسفوری (تیمار شاهد)، ۲) مصرف فسفر براساس آزمون خاک از منبع کود فسفاتی میکروبی (کود زیستی)، ۳) مصرف فسفر براساس آزمون خاک از منبع کود بیوفسفات طلایی (کود زیستی) و ۴) مصرف فسفر براساس آزمون خاک از منبع سوپر فسفات تریپل (کود شیمیایی). براساس آزمون خاک، در هر ۳ سال، ۷۵ کیلوگرم در هکتار پتتا اکسید فسفر (P_2O_5) لازم بود. چون کودهای زیستی دارای مقداری ماده آلی، گوگرد و روی بودند، مقدار محاسبه شده این عناصر در تیمارهای دیگر نیز مصرف گردید. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که بالاترین عملکرد کل و عملکرد دانه، به ترتیب به میزان‌های ۱۵۰۰۰ و ۹۵۵۹ کیلوگرم در هکتار، از کاربرد کود سوپر فسفات تریپل به دست آمد اما با کود فسفاتی میکروبی در یک گروه آماری قرار داشت. علاوه بر این اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$ درصد) بین کود سوپر فسفات تریپل با شاهد و کود بیوفسفات طلایی وجود داشت. در مجموع نتایج نشان داد که در شرایط مشابه، در مرحله اول ذرت به فسفر نیاز دارد، در مرحله دوم می‌توان کود فسفاتی میکروبی را در زراعت ذرت توصیه نمود و در مرحله سوم استفاده از کود بیوفسفات طلایی در زراعت ذرت توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: کودهای فسفاتی شیمیایی، کودهای فسفاتی زیستی، ریزجانداران حل‌کننده فسفر، ذرت دانه‌ای

*مسئول مکاتبه: ziayan_39@yahoo.com

مقدمه

با توجه به حجم به نسبت زیاد واردات سالانه کودهای شیمیایی فسفاتی به کشور و مشکلاتی که این کودها به خصوص از نظر تأثیر بر عناصر کم مصرف، بروز اثرات سوء زیست محیطی و تخریب خاک ناشی از مصرف بی رویه این کودها به دنبال دارند، اهمیت کودهای زیستی بیش تر احساس می گردد (صالح راستین، ۱۹۹۸). کود فسفاتی میکروبی و کود بیوفسفات طلایی محتوی روی، دو کود زیستی شامل فسفر می باشند. کود فسفاتی میکروبی یک کود زیستی است که از طریق ایجاد تغییراتی در کود سوپر فسفات تریپل تولید می گردد. این کود محتوی ۲۳ درصد P_2O_5 کل و شامل حداقل ۱۰^۵ میکروب حل کننده فسفات از نوع *Bacillus coagulans* در هر گرم کود می باشد. مقدار کادمیم کل این کود کم تر از ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم، اندازه ۹۰ درصد ذرات بین ۴-۲ میلی متر و رنگ آن تیره به رنگ کودهای فسفاتی شیمیایی می باشد. کود بیوفسفات طلایی نیز از دیگر کودهای زیستی است که هر کیسه ۲۵ کیلوگرمی آن شامل ۱۵ کیلوگرم سنگ فسفات تغلیظ شده تولید داخل همراه با ۵ کیلوگرم گوگرد پودری، ۴ کیلوگرم ماده آلی، ۱ کیلوگرم سولفات روی و یک بسته ۰/۵ کیلوگرمی تیوباسیلوس است. اسیدهای آلی تولید شده به وسیله باکترهای حل کننده فسفات و همچنین تولید آنزیم فسفاتاز به وسیله این باکتری ها می تواند بر منابع نامحلول فسفات اثر بگذارد و باعث افزایش حلالیت فسفر شوند (صالح راستین، ۱۹۹۸؛ سوپا رآو، ۱۹۸۸). تغییرات صورت گرفته در کود فسفاتی میکروبی از جمله وجود میکروب های حل کننده فسفات سبب کاهش اثرات سوء کودهای شیمیایی و حفظ محیط زیست می گردد. امروزه ریزجانداران حل کننده فسفات در سطح وسیع به عنوان کود زیستی و به منظور افزایش تولید و حفظ سلامت خاک استفاده می شوند (خان و همکاران، ۲۰۰۷). مطالعات نشان داده است ریزجانداران حل کننده فسفات، فسفر تثبیت شده در خاک را حل کرده و باعث بهبود عملکرد گیاه می شوند (زیدی و خان، ۲۰۰۶؛ گال و همکاران، ۲۰۰۴). براساس پژوهش های انجام شده استفاده از ریزجانداران حل کننده فسفات باعث بالا رفتن قدرت جوانه زنی، جذب عناصر غذایی و افزایش ارتفاع گیاه می گردد (آلاگوادی و گوئر، ۱۹۸۸؛ رودرش و همکاران، ۲۰۰۵). در همین رابطه علی مددی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که ریزجانداران حل کننده فسفات در بیش تر موارد تأثیری مثبت بر تثبیت نیتروژن دارند. آن ها احتمال می دهند اثر مثبت این ریزجانداران، فراهمی بیش تر عناصر غذایی و ترشح هورمون های رشد ناشی از فعالیت این باکتری ها باشد. نتایج پژوهش های انجام شده نشان داده است که ریزجانداران حل کننده فسفات قادرند در منطقه ریزوسفر فعالیت کنند و با کمک

ترشحات ریشه، ترکیبات نامحلول فسفات مانند تری کلسیم فسفات را به صورت محلول و قابل جذب گیاه در آورند (کیانی‌راد، ۱۹۹۵). نتایج پژوهش‌ها همچنین نشان داده است که از بین ریزجانداران حل‌کننده فسفات، قارچ‌ها از توان بالاتری در مقایسه با باکتری‌ها برخوردارند. از میان پنی‌سیلیوم‌ها، *P. bilagi* بر روی گندم، لوبیا و کلزا اثر مثبت داشته است و موجب افزایش عملکرد محصول شده است (کیوسی، ۱۹۸۳؛ کیوسی و لگت، ۱۹۸۹). کیوسی (۱۹۸۳) ثابت کرد که توانایی قارچ‌ها برای حل کردن فسفات نامحلول ۱۰ برابر باکتری‌هاست. بررسی‌های زیادی بر روی امکان استفاده از کودهای زیستی بر روی محصولات فراوانی به عمل آمده است (آسا و همکاران، ۱۹۸۸؛ مهر و ترا، ۲۰۰۵؛ تورک و همکاران، ۲۰۰۶؛ لیو و چین، ۲۰۰۷؛ سلیم‌پور و همکاران، ۲۰۱۰؛ علی‌مددی و همکاران، ۲۰۱۰؛ افتخاری و همکاران، ۲۰۱۰؛ خاصه‌سیرجانی، ۲۰۱۱). سیلسپور و بانیانی (۲۰۰۰) گزارش کردند که با مصرف کود زیستی فسفاتی میکروبی در زراعت پنبه می‌توان حداقل ۵۰ درصد در مصرف کودهای فسفوری صرفه‌جویی نمود. کود میکروبی مورد استفاده در این پژوهش مخلوطی از قارچ‌های حل‌کننده فسفات شامل *P. bilagi*، *P. digitatum*، *P. lilacium* و *Aspergillus niger* بود. خاصه‌سیرجانی (۲۰۱۱) ضمن انجام پژوهشی، کاربرد سطوح و منابع مختلف کودهای فسفاتی زیستی و شیمیایی را در زراعت گندم استان کرمان ارزیابی نمود و نتیجه‌گیری نمود که بالاترین عملکرد دانه از مصرف هم‌زمان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفاتی آلی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود بارور ۲ به دست آمد که نسبت به کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل ۵۸ درصد افزایش نشان داده بود. به اعتقاد وی علت اصلی افزایش عملکرد، تأثیر معنی‌دار کودهای بالا بر اجزا عملکرد گندم بوده است. افتخاری و همکاران (۲۰۱۰) اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کودهای فسفاتی را بر رشد برنج پژوهش نمودند و نتیجه‌گیری نمودند که بیش‌ترین مقدار ماده خشک گیاهی از کاربرد سوپر فسفات تریپل به دست آمد اما بیش‌ترین مقدار ماده خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه از کاربرد هم‌زمان سنگ فسفات و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به دست آمده بود. باشان و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان دادند که نشاهای برنج تلقیح شده با میکرواورگانیزم‌های حل‌کننده فسفات رشد بهتری نسبت به نشاهای بدون تلقیح داشته و باعث افزایش جذب مواد می‌گردند. بر خلاف پژوهش‌های انجام شده جهانی و پژوهش‌های پراکنده انجام شده داخلی، هنوز در مورد استفاده از این کودها و جایگزینی آن‌ها با کودهای شیمیایی در خاک‌های آهکی سؤالاتی مطرح است از جمله این‌که بیش‌تر پژوهش‌های انجام گرفته پایه‌ای و گلدانی بوده است اما در ارتباط با اثربخشی این کودها در خاک‌های آهکی و در شرایط مزرعه‌ای

کشور، پژوهش‌های کمی صورت گرفته و اطلاعات کمی در این زمینه در کشور در دست است. به منظور پاسخ‌گویی به برخی سؤالات و دستیابی به اطلاعاتی در این زمینه، این پژوهش بر روی ذرت در خاک‌های آهکی فارس انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف ارزیابی اثر ریزجانداران حل‌کننده فسفر، ارزیابی اثربخشی کودهای زیستی و مقایسه اثرات آن‌ها با اثرات کودهای شیمیایی شامل فسفر بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت اجرا گردید. به همین منظور طی یک پژوهش مزرعه‌ای سه‌ساله، اثر ۴ تیمار در ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به شرح زیر در فارس مطالعه گردید:

۱. تیمار شاهد بدون مصرف فسفر (T_1).
۲. مصرف فسفر براساس آزمون خاک از منبع کود زیستی فسفات میکروبی (T_2).
۳. مصرف فسفر براساس آزمون خاک از منبع کود زیستی بیوفسفات طلائی (T_3).
۴. مصرف فسفر براساس آزمون خاک از منبع کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل (T_4).

این آزمایش در اراضی زرقان با نام علمی *Typic Haploxerepts* و *termic, carbonatic, fine* اجرا گردید. در هر سال قبل از اجرای آزمایش یک نمونه خاک مرکب تهیه و به آزمایشگاه ارسال می‌شود. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مانند بافت به روش هیدرومتری (جی و بادر، ۱۹۸۶)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (لوپرت و سوارز، ۱۹۹۶)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی (روادس، ۱۹۹۶)، فسفر قابل استفاده با روش واتناب و اولسن (۱۹۶۵)، واکنش خاک (pH) در خمیر اشباع به وسیله الکتروود شیشه‌ای (توماس، ۱۹۹۶)، غلظت عناصر کم مصرف به روش دی‌تی‌پی (لیندسی و نورول، ۱۹۷۸)، ماده آلی به روش اکسایش مرطوب (نلسون و سومرس، ۱۹۹۶)، نیتروژن کل به روش کلدال (برمنر، ۱۹۹۶) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش جانشین کاتیون‌ها با استات سدیم (سامر و میلر، ۱۹۹۶) تعیین گردید. براساس نتایج تجزیه خاک و با توجه به توصیه‌های تحقیقاتی (ضیائی‌ان و ملکوتی، ۲۰۰۱) کودهای مورد نیاز تعیین گردید. براساس نتایج آزمون خاک، مقدار فسفر مورد نیاز در هر سال ۷۵ کیلوگرم در هکتار پتتا اکسید فسفر (P_2O_5) برآورد گردید که قبل از کشت به صورت نواری مصرف شدند. با توجه به وجود گوگرد، روی و مواد آلی در کودهای زیستی فسفات میکروبی و سوپر فسفات

طلایی، مقدار این عناصر با توجه به مقدار کود مصرفی محاسبه و در سایر تیمارها اعمال شد به گونه‌ای که به غیر از فاکتور فسفر عامل دیگری در تغییرات به دست آمده نقش نداشت. در هر ۳ سال به جز نیتروژن، بقیه کودهای مورد نیاز هم‌زمان با آماده‌سازی زمین مصرف گردید. کود نیتروژنی مورد نیاز از منبع اوره و به صورت تقسیط در ۳ نوبت (۱/۳ زمان کاشت، ۱/۳ مرحله ۴-۳ برگی (مرحله $V_3 - V_4$) و ۱/۳ در مرحله ۱۰-۸ برگی (مرحله $V_8 - V_{10}$) مصرف گردید. بذر مصرفی رقم ۷۰۴ و مساحت هر کرت ۲۴ مترمربع شامل ۴ پشته به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول ۸ متر بود. در بین تیمارها نیز یک پشته به صورت نکاشت باقی ماند. فاصله بین ۲ تکرار نیز ۳ متر انتخاب گردید. قبل از ظهور گل ابریشمی از برگ‌های اول و دوم همه تیمارها نمونه برگ تهیه و براساس روش‌های موجود (امامی، ۱۹۹۶) تجزیه شدند. در نهایت پارامترهای اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار آماری Mstac تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین داده‌ها با روش دانکن انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه خاک: براساس نتایج به دست آمده خاک‌های موردنظر بدون شوری شامل کربن آلی کم، درصد مواد خنثی شونده متوسط تا بالا، فسفر کم و پتاسیم متوسط بود. خاک‌های مزارع مورد مطالعه از نظر عناصر کم مصرف متوسط بودند (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش.

B	Zn	Fe	Mn	Cu	K	P	O.C	T.N.V	pH	Ec	سال
میلی‌گرم در کیلوگرم						(درصد)				($ds.m^{-1}$)	
۰/۸۱	۰/۲۸	۱/۸	۷/۰۶	۰/۵۰	۲۳۴	۵/۶	۰/۶۲	۳۱/۰	۸/۱	۲/۳۳	اول
۰/۹۳	۰/۴۸	۲/۶	۶/۶۱	۰/۹۴	۲۵۴	۷/۶	۰/۶۷	۳۶/۰	۸/۱	۲/۴۱	دوم
۱/۲۱	۰/۷۷	۶/۶	۷/۷۶	۱/۱۲	۲۸۷	۸/۶	۰/۷۶	۳۶/۰	۸/۰	۱/۴۱	سوم
۰/۹۸	۰/۵۱	۴/۴	۷/۱۴	۰/۸۵	۲۵۸	۷/۳	۰/۶۸	۳۴/۳	۸/۱	۲/۰۵	میانگین

تأثیر تیمارهای کودی بر پاسخ‌های گیاهی

تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد کمی: نتایج تجزیه واریانس آماری مرکب سه‌ساله بر عملکرد کمی ذرت در جدول ۲ و مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده در جدول‌های ۳ تا ۵ نشان داده شده است.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس مرکب سه ساله عملکردها.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد کل	عملکرد دانه	عملکرد ماده خشک
تکرار	۲	۲۲۷۸۳۶ ^{NS}	۱۴۲۲۰۵۶ ^{NS}	۲۸۵۷۰۱ ^{NS}
فسفر	۳	۷۱۰۵۴۶۱ ^{**}	۳۰۱۴۳۹۵*	۱۴۴۳۵۳۲ ^{NS}
سال	۲	۳۳۵۹۰۳۵ ^{NS}	۴۳۰۱۰۲ ^{NS}	۳۷۱۸۹۷۸ ^{**}
فسفر × سال	۶	۸۵۷۶۳۶ ^{NS}	۱۳۰۶۷۰ ^{NS}	۶۵۴۹۰۰ ^{NS}
خطا	۲۲	۱۲۵۴۴۴۲	۱۰۲۶۷۴۱	۵۷۰۳۸۸

* معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و ^{NS} غیر معنی دار.

عملکرد کل: نتایج تجزیه واریانس مرکب سه ساله نشان داد که در مجموع کاربرد منابع مختلف فسفر تأثیر معنی داری ($P < 0/01$) بر عملکرد کل داشتند. بیشترین میانگین عملکرد کل در حالی از کاربرد سوپر فسفات تریپل به دست آمد که از نظر آماری با شاهد و کود بیوفسفات طلایی حدود ۲ تن در هکتار اختلاف عملکرد معنی دار داشت. از نظر عملکرد بیولوژیک، کود سوپر فسفات تریپل و کود فسفاتی میکروبی در یک گروه آماری قرار داشتند در عین حال تفاوت آماری معنی داری بین شاهد (مصرف نکردن فسفر) و مصرف فسفر از منابع کودهای زیستی مشاهده نشد و هر ۳ تیمار در یک گروه آماری قرار داشتند. این نتیجه نشان می دهد که در شرایط مشابه این آزمایش و با توجه به میزان فسفر قابل جذب در خاک، مصرف فسفر ضرورت دارد و برای رفع نیاز ذرت به فسفر از کود سوپر فسفات تریپل و یا کود زیستی فسفاتی میکروبی استفاده نمود. سلیم پور و همکاران (۲۰۱۰) بر روی استفاده مستقیم از سنگ فسفات به منظور تامین فسفر مورد نیاز کلزا در استان خوزستان بررسی نمودند. آنها بیشترین عملکرد کاه و دانه را در حالی از کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به دست آوردند که از نظر آماری با کاربرد همزمان خاک فسفات + گوگرد + ماده الی + مایه تلقیح تیوباسیلوس در یک گروه آماری قرار داشتند. گزارش سیلسپور و بانانی (۲۰۰۰) نیز بیانگر نبود تفاوت آماری معنی داری بین مصرف کود فسفاته میکروبی با کودهای شیمیایی فسفره در زراعت پنبه است.

جدول ۳- میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد کل ذرت دانه‌ای*.

عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)				تیمارهای کودی
سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین سه‌ساله	
۱۲۹۵۶ ^a	۱۲۵۵۶ ^a	۱۴۱۰۰ ^a	۱۳۲۰۴ ^b	تیمار شاهد بدون مصرف کود فسفره
۱۳۲۸۹ ^a	۱۴۵۲۸ ^a	۱۴۲۶۷ ^a	۱۴۰۲۸ ^{ab}	مصرف فسفر از منبع کود فسفات میکروبی
۱۲۵۵۶ ^a	۱۳۴۱۷ ^a	۱۳۳۰۰ ^a	۱۳۰۹۱ ^b	مصرف فسفر از منبع کود بیولوژیک فسفات طلایی
۱۴۱۱۱ ^a	۱۵۷۵۰ ^a	۱۵۱۶۷ ^a	۱۵۰۰۹ ^a	مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل
۹/۲	۹/۸	۱۱/۳	۸/۱	CV (درصد)

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بدون اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد هستند.

عملکرد دانه: براساس نتایج به‌دست آمده، منابع مختلف فسفر موجب تفاوت آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه شده‌اند. بیش‌ترین عملکرد دانه به‌میزان ۹۵۵۵ کیلوگرم در هکتار در حالی از کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل به‌دست آمد که با تیمار شاهد بیش از ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) داشت. این نتیجه بیانگر ضرورت مصرف فسفر در شرایط مشابه در زراعت ذرت دانه‌ای می‌باشد. در عین حال داده‌های به‌دست آمده نشان داد که اولاً تفاوت آماری معنی‌داری بین مصرف سه منبع کودی وجود نداشت، ثانیاً بر خلاف افزایش قابل‌توجه تولید دانه توسط کود فسفاتی میکروبی در مقایسه با شاهد (۹۲۷۸ در مقایسه با ۸۳۲۲ کیلوگرم در هکتار)، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. نتایج پژوهش‌های افتخاری و همکاران (۲۰۱۰) در رابطه با اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کودهای فسفاتی را بر رشد برنج نیز نشان داد که بیش‌ترین مقدار ماده خشک گیاهی از کاربرد سوپر فسفات تریپل به‌دست آمده بود اما بیش‌ترین مقدار ماده خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه از کاربرد هم‌زمان سنگ فسفات و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به‌دست آمده بود. پژوهش‌های گلخانه‌ای رویز و آنتون (۲۰۰۲) در خصوص اثر قارچ پنی‌سیلیوم و تلقیح آن به خاک بر تولید ذرت نیز نشان داده است که عمل تلقیح قارچ پنی‌سیلیوم در خاک فقیر از فسفر باعث افزایش ۲۸/۶-۳/۶ درصد وزن خشک گیاه در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود. سلیم‌پور و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که بیش‌ترین عملکرد دانه کلزا در حالی از کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به‌دست می‌آید که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با کاربرد هم‌زمان خاک فسفات + گوگرد + ماده آلی + مایه تلقیح تیوباسیلوس ندارد.

جدول ۴- میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه*.

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)				تیمارهای کودی
سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین سه‌ساله	
۸۵۵۶ ^a	۷۹۴۴ ^a	۸۳۶۷ ^a	۸۳۲۲ ^b	تیمار شاهد بدون مصرف کود فسفره
۹۱۱۱ ^a	۹۲۲۲ ^a	۹۵۰۰ ^a	۹۲۷۸ ^a	مصرف فسفر از منبع کود فسفات میکروبی
۸۶۷۳ ^a	۸۳۳۳ ^a	۸۷۵۰ ^a	۸۵۸۶ ^{ab}	مصرف فسفر از منبع کود بیولوژیک فسفات طلائی
۹۴۰۰ ^a	۹۴۴۴ ^a	۹۸۳۳ ^a	۹۵۵۹ ^a	مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل
۱۰/۷	۱۵/۶	۱۴/۷	۱۱/۳	CV (درصد)

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بدون اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد هستند.

عملکرد علوفه: نتایج به‌دست آمده نشان داد که منابع مختلف فسفر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک نداشتند در مجموع کود سوپر فسفات تریپل بالاترین ماده خشک را تولید نمود که با کاربرد کود زیستی بیوفسفات طلائی اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) داشت اما از نظر آماری با شاهد و کود زیستی فسفاتی میکروبی در یک گروه قرار داشتند. این نتیجه نشان داد که در شرایط مشابه کاربرد بیوفسفات طلائی در زراعت ذرت قابل‌توصیه نمی‌باشد.

جدول ۵- میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد علوفه*.

عملکرد علوفه (کیلوگرم در هکتار)				تیمارهای کودی
سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین سه‌ساله	
۴۳۰۰ ^a	۴۶۱۱ ^a	۵۷۳۳ ^a	۴۸۸۲ ^{ab}	تیمار شاهد بدون مصرف کود فسفره
۴۱۷۸ ^a	۵۳۰۶ ^a	۴۷۶۷ ^a	۴۷۵۰ ^{ab}	مصرف فسفر از منبع کود فسفات میکروبی
۳۸۸۲ ^a	۵۰۸۳ ^a	۴۵۵۰ ^a	۴۵۰۵ ^b	مصرف فسفر از منبع کود بیولوژیک فسفات طلائی
۴۷۱۱ ^a	۶۳۰۶ ^a	۵۳۳۳ ^a	۵۴۵۰ ^a	مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل
۱۶/۷	۱۶/۸	۱۷/۸	۱۵/۴	CV (درصد)

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بدون اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد هستند.

تأثیر تیمارهای کودی بر پارامترهای کیفی: نتایج تجزیه واریانس آماری مرکب سه‌ساله بر برخی پارامترهای کیفی ذرت در جدول ۶ و میانگین‌های به‌دست آمده در جدول‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که کاربرد فسفر تأثیر معنی‌داری بر غلظت و جذب کل عناصر در اندام‌های هوایی

نداشت در عین حال کاربرد فسفر از منابع مختلف غلظت نیتروژن، پتاسیم، منگنز را در اندام‌های هوایی کاهش و میزان جذب کل این عنصر را همراه با جذب کل فسفر، آهن، روی و مس افزایش داد. کاهش غلظت عناصر غذایی در اندام‌های هوایی توسط فسفر می‌تواند به علت اثر رقت (dilution effect) باشد.

جدول ۶- جدول تجزیه واریانس مرکب سه‌ساله.

منابع تغییر	درجه آزادی	غلظت فسفر	جذب کل فسفر	جذب کل نیتروژن	جذب کل پتاسیم
تکرار	۲	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۹/۲ ^{ns}	۲۲۳۷ ^{ns}	۵۱۷۹ ^{ns}
فسفر	۳	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۸/۹ ^{ns}	۳۷۳۷ ^{ns}	۵۶۷۲ ^{ns}
سال	۲	۰/۰۰۶ ^{ns}	۱۱۲/۲ ^{ns}	۸۲۰۶ ^{ns}	۲۸۰۸ ^{ns}
فسفر × سال	۶	۰/۰۰۰ ^{ns}	۵/۴ ^{ns}	۱۵۲۹ ^{ns}	۵۳۶ ^{ns}
خطا	۲۲	۰/۰۰۱	۱۲/۲	۱۶۹۵	۲۳۳۶

^{ns} غیر معنی‌دار.

جدول ۷- میانگین سه‌ساله تأثیر تیمارهای کودی بر غلظت برخی عناصر غذایی در اندام‌های هوایی.*

تیمار	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی
	درصد	میکروگرم در گرم				
تیمار شاهد بدون مصرف کود فسفره	۳/۱۴ ^a	۰/۲۳۱ ^a	۳/۰۲ ^a	۱۷۰ ^a	۱۰۳ ^a	۲۹/۰ ^a
مصرف فسفر از منبع کود فسفات‌ه میکروبی	۳/۰۲ ^a	۰/۲۵۹ ^a	۲/۸۵ ^a	۱۶۸ ^a	۹۹ ^a	۲۹/۱ ^a
مصرف فسفر از منبع کود بیولوژیک فسفات طلایی	۳/۰۱ ^a	۰/۲۵۱ ^a	۳/۰۱ ^a	۱۵۶ ^a	۹۵ ^a	۲۹/۱ ^a
مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل	۲/۹۴ ^a	۰/۲۳۸ ^a	۲/۹۸ ^a	۱۸۰ ^a	۹۸ ^a	۲۸/۸ ^a
CV (درصد)	۶/۶	۹/۳	۹/۲	۱۵/۵	۱۰/۳	۱۱/۱

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بدون اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد هستند.

اما با توجه به تأثیر فسفر بر عملکرد کل، افزایش میزان جذب کل عناصر غذایی در اثر کاربرد فسفر طبیعی و معقول می‌باشد. با توجه به داده‌های به‌دست آمده، کاهش غلظت و افزایش جذب در یک تیمار مشخص زمانی مشهودتر می‌باشد که افزایش عملکرد کل ناشی از آن تیمار مشهودتر باشد به عبارت دیگر هر جا اختلاف عملکرد بین شاهد و تیمارهای کودی مشهودتر باشد اختلاف غلظت و اختلاف جذب کل بین آن‌ها مشهودتر است.

جدول ۸- میانگین سه ساله تأثیر تیمارهای کودی بر جذب کل برخی عناصر غذایی*.

تیمارها	نیترژن فسفر پتاسیم آهن منگنز روی مس					
	کیلوگرم در هکتار			گرم در هکتار		
بدون مصرف کود فسفره (تیمار شاهد)	۴۱۳ ^a	۳۴/۴ ^a	۳۹۹ ^a	۲۲۶۰ ^a	۱۳۶۷ ^a	۳۹۰ ^a
مصرف فسفر از منبع کود فسفات میکروبی	۴۲۳ ^a	۳۶/۱ ^a	۴۰۰ ^a	۲۳۵۰ ^a	۱۳۸۸ ^a	۴۰۶ ^a
مصرف فسفر از منبع کود بیولوژیک فسفات طلایی	۳۹۴ ^a	۳۲/۹ ^a	۳۹۳ ^a	۲۰۴۶ ^a	۱۲۴۳ ^a	۳۷۹ ^a
مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل	۴۴۳ ^a	۳۵/۶ ^a	۴۴۷ ^a	۲۷۰۰ ^a	۱۴۷۱ ^a	۴۲۸ ^a
CV (درصد)	۸/۸	۱۰/۰	۱۱/۸	۱۹/۸	۱۵/۴	۱۵/۹

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون بدون اختلاف معنی‌دار در سطح آماري ۵ درصد هستند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

داده‌های به‌دست آمده نشان دادند که از نظر آماری اختلاف عملکرد کل و عملکرد دانه ناشی از مصرف نکردن فسفر (شاهد) و کاربرد کود سوپر فسفات تریپل معنی‌دار بود این نتیجه نشان می‌دهد که در شرایط مشابه ذرت نیازمند فسفر است. اما با توجه به نبود اختلاف معنی‌دار بین کاربرد دو کود سوپر فسفات تریپل و کود زیستی فسفاتی میکروبی از نظر عملکرد کل، عملکرد دانه و عملکرد علوفه، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برای تامین فسفر مورد نیاز کود فسفاتی میکروبی نیز توصیه می‌گردد. مقایسه کود سوپر فسفات تریپل و بیوفسفات طلایی نیز نشان داد که از نظر عملکرد کل و عملکرد دانه، اختلاف معنی‌داری بین این دو منبع کودی وجود داشت. این نتیجه نشان می‌دهد که در شرایط مشابه کاربرد بیوفسفات طلایی برای تامین فسفر مورد نظر ذرت قابل توصیه نمی‌باشد. داده‌های به‌دست آمده از اجرای آزمایش نشان داد که با کاربرد فسفر از منابع مختلف غلظت نیترژن، پتاسیم، منگنز در اندام‌های هوایی کاهش و میزان جذب کل این عنصر همراه با جذب کل فسفر، آهن، روی و مس افزایش یافت. با این حال نتایج بیانگر نداشتن تأثیر مشخص و معنی‌دار تیمارهای مختلف کودی بر غلظت عناصر غذایی در اندام‌های هوایی بود. کاهش غلظت عناصر غذایی در اندام‌های هوایی توسط فسفر می‌تواند به‌علت اثر رقت (dilution effect) باشد اما با توجه به تأثیر فسفر بر عملکرد کل، افزایش میزان جذب کل عناصر غذایی در اثر کاربرد فسفر طبیعی و معقول است. با توجه به داده‌های به‌دست آمده، هر جا اختلاف عملکرد بین شاهد و تیمارهای کودی مشهودتر باشد اختلاف غلظت و اختلاف جذب کل بین آن‌ها مشهودتر است. در مجموع، از بررسی نتایج آزمایش‌های انجام شده

می‌توان گفت بهترین منبع کود فسفاته برای زراعت ذرت در فارس کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل است که در بیش‌تر موارد تفاوت فاحش و معنی‌داری با کود فسفاته میکروبی ندارد. وجود باکتری‌های حل‌کننده فسفات در کود فسفاتی میکروبی می‌تواند دلیلی بر قابل توصیه بودن کاربرد این کود در زراعت ذرت باشد. در همین رابطه کیانی‌راد (۱۹۹۵) گزارش نمود که ریزجانداران حل‌کننده فسفات قادرند در منطقه ریزوسفر فعالیت نموده و با کمک ترشحات ریشه، ترکیبات نامحلول فسفات مانند تری‌کلسیم فسفات را به‌صورت محلول و قابل جذب گیاه در آورند (کیانی‌راد، ۱۹۹۵). سلیم‌پور و همکاران (۲۰۱۰) نیز با انجام پژوهشی در رابطه با امکان استفاده مستقیم از سنگ فسفات به‌منظور تامین فسفر مورد نیاز کلزا، گزارش نمودند که بیش‌ترین عملکرد کاه و دانه کلزا در حالی از کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به‌دست آمده بود که از نظر آماری با کاربرد هم‌زمان خاک فسفات + گوگرد + ماده‌الی + مایه تلقیح تیوباسیلوس در یک گروه آماری قرار داشتند. گزارش سیلسپور و بانیانی (۲۰۰۰) نیز بیانگر نبود تفاوت آماری معنی‌داری بین مصرف کود فسفاته میکروبی با کودهای شیمیایی فسفاتی بود. پژوهش‌های نورقلی‌پور (۲۰۰۰) نیز نشان داد که مصرف خاکی فسفات همراه با گوگرد و باکتری تیوباسیلوس و باکترهای حل‌کننده فسفات از نظر عملکرد و جذب فسفر تفاوت آماری معنی‌داری با مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل ندارد. نتایج نام‌برده بیانگر آن است که امکان جایگزینی سوپر فسفات تریپل با خاک فسفات تلقیح شده با اکسیدکننده‌های گوگرد و باکتری‌های حل‌کننده فسفات وجود دارد.

امروزه ریزجانداران حل‌کننده فسفات در سطح وسیع به‌عنوان کود زیستی به‌منظور افزایش تولید و حفظ سلامت خاک استفاده می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۰۷). بسیاری از مطالعات نشان داده است ریزجانداران حل‌کننده فسفات (PSM) فسفر تثبیت شده در خاک را حل کرده و باعث بهبود عملکرد گیاه می‌شود (زیدی و خان، ۲۰۰۶؛ گال و همکاران، ۲۰۰۴). براساس پژوهش‌های انجام شده استفاده از ریزجانداران حل‌کننده فسفات باعث بالا رفتن قدرت جوانه‌زنی، جذب عناصر غذایی و افزایش ارتفاع گیاه گردید (آلا‌گاودی و گوئر، ۱۹۸۸؛ رودرش و همکاران، ۲۰۰۵). براساس یافته‌های تحقیقاتی کودهای زیستی فسفره می‌توانند قابلیت جذب فسفر را بالا برده و از طریق افزایش کارایی تثبیت زیستی نیتروژن، دسترسی به عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد میزان رشد و نمو گیاهی را افزایش دهند (بیسواس و همکاران، ۲۰۰۰). در همین رابطه علی‌مددی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که ریزجانداران حل‌کننده فسفات در بیش‌تر موارد تأثیر مثبتی بر تثبیت نیتروژن دارند. آن‌ها اثر مثبت

این ریزجانداران را فراهمی بیش‌تر عناصر غذایی و ترشح هورمون‌های رشد ناشی از فعالیت این باکتری‌ها بیان می‌کنند. سولیاشیش (۱۹۹۹) نیز نشان داد که تلقیح خاک با ریزجانداران حل‌کننده فسفات در زراعت سویا باعث آزادسازی فسفر و رشد بهتر گیاه در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود. در مجموع می‌توان نتایج زیر را از این پژوهش نتیجه‌گیری نمود.

۱. استفاده از بیوفسفات طلایی در زراعت ذرت توصیه می‌شود به طوری که بدون پژوهش‌های کامل‌تر و دقیق‌تر نمی‌توان از این کود به‌منظور تامین فسفر مورد نیاز استفاده نمود.

۲. کود زیستی فسفاتی میکروبی اثراتی مشابه کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل دارد و می‌توان از این کود به‌عنوان کود جایگزین یا مکمل کودهای شیمیایی فسفره از جمله کود سوپر فسفات توصیه نمود. با توجه به حجم به‌نسبت زیاد واردات سالانه کودهای شیمیایی فسفاته به کشور و پیامد آن مصرف بی‌رویه و درازمدت کودهای شیمیایی فسفاته، گذشته از هزینه‌های ارزی گزاف برای خرید کود از خارج از کشور، اثرات زیان‌بار و مخرب زیست‌محیطی بی‌شماری را به‌دنبال خواهد داشت. بروز اثرات سوء زیست‌محیطی و تخریب خاک ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، اهمیت کودهای زیستی روز به روز بیش‌تر احساس می‌گردد.

منابع

1. Alagawadi, R., and Gaur, A.C. 1988. Associative effect of *Rhizobium* and phosphate-solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. *Plant and Soil*, 105: 241-246.
2. Alimadadi, A., Jahansouz, M.R., Besharaty, H., and Tavakkol-Afshari, R. 2010. Evaluating the Effects of Phosphate Solubilizing Microorganisms, Mycorrhizal Fungi and Seed Priming on Nodulation of Chickpea. *Iran. J. Soil Res.* 24: 1. 43-53. (In Persian)
3. Asea, P.E.A., Kucey, R.M.N., and Stewart, J.W.B. 1988. Inorganic phosphate solubilization by two penicillium species in solution culture and soil. *Soil Biol. and Biochem.* 4: 459-464.
4. Bashan, Y., Moreno, M., and Troyo, E. 2000. Growth promotion of the seawater-irrigated oilseed halophyte *Salicornia bigelovii* inoculated with mangrove rhizosphere bacteria and halotolerant *Azospirillum* spp. *Biol. Fertil. Soils*, 32: 265-272.
5. Biswas, J.C., Ladha, J.K., and Dazzo, F.B. 2000. Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of low land rice. *Soil Sci. Soc. of Amer. J.* 64: 1644-1650.

6. Eftekhari, G.H., Fallah, A.R., Akbari, Gh.A., Mohaddesi, A., and Allahdadi, I. 2010. Effect of phosphate solubilizing bacteria and phosphate fertilizers on rice growth parameters. *Iran. J. Soil Res.* 23: 2. 229-238.
7. Emami, A. 1996. *Methods of Plant Analysis*. Technical Publication, Soil and Water Research Institute, Tehran, 182p. (In Persian)
8. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. P 383-410, In: *Methods of Soil Analysis. part 1. Physical and mineralogical methods*, Klute, A. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron. Madison, WI.
9. Gull, F.Y., Hafeez, I., Saleem, M., and Malik, K.A. 2004. Phosphorus uptake and growth promotion of chickpea by co-inoculation of mineral phosphate solubilizing bacteria and a mixed rhizobial culture. *Austr. J. Exp. Agric.* 44: 623-628.
10. Khan, M.S., Zaidi, A., and Wani, P.A. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 27: 29-43.
11. Khassehe Sirjani, A. 2011. Evaluation of Biofertilizer Containing Phosphate Solubilizing Bacteria and Enriched Organic P-Fertilizer in Wheat Production. *Iran. J. Soil Res.* 25: 3. 217-224.
12. Kiani Rad, M. 1995. Investigation of phosphate solubilizing microorganisms and their effectiveness in reducing phosphorus fertilizers in soybean cultivation. M.Sc. Thesis in Soil Science, Tehran University.
13. Kucey, R.M.N. 1983. Phosphate-Solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Can. J. Soil Sci.* 63: 671-378.
14. Kucey, R.M.N., and Leggett, M.E. 1989. Increased yield and phosphorus uptake by canola inoculated with a phosphate-solubilizing isolate of penicillium bilaj. *Can. J. Soil Sci.* 69: 425-432.
15. Lindsay, W.I., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-448.
16. Liu, R.J., and Chen, Y.L. 2007. *Mycorrhizology* (In Chinese). Science Press (www.sciencep.com), Beijing. ISBN 978-7-03-017290-7, 447p.
17. Loeppert, R.H., and Suarez, D.L. 1996. Carbonate and gypsum. P 437-474, In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods*, Sparks, D.L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron. Madison, WI.
18. Mehrotra V.S. (ed.). 2005. *Mycorrhiza: Role and Applications*. Allied Publishers Limited, New Delhi.
19. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P 961-1010, In: *Methods of Soil Analysis part 3: Chemical methods*, Sparks, D.L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron. Madison, WI.
20. Nourgholi Pour, F. 2000. Effects of acidification of irrigation water and microorganisms on iron absorption from iron and phosphorus concentrates in the rock phosphate by maize plants. M.Sc. Thesis in Soil Science. Tarbiat Modares University. (In Persian)

21. Reues, B.L., and Antoun, H. 2002. Rock phosphate solubilizing and colonization of maize rhizosphere by wild and genetically modified strain of penicillium rugolusum microbial Ecology, New York.
22. Rhoades, J.D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. P 417-435, In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D.L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron. Madison, WI.
23. Rudresh, D.L., Shivaprakash, M.K., and Prasad, R.D. 2005. Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Applied Soil Ecology, 28: 139-146.
24. Saleh Rastin, N. 1998. Biological Fertilizers. Iranian J. Soil and Water Sci. 14: 3.
25. Salimpour, S., Khavazi, K., Nadian, H.A., and Besharati, B. 2010. Effect of Rock Phosphate Along With Sulfur and Microorganisms on Yield and Chemical Composition of Canola. Iran. J. Soil Res. 24: 1. 9-19.
26. Selsipour, M., and Baniani, E. 2000. Field evaluation of microbial phosphate fertilizer and the possibility to replace it with phosphate chemical fertilizer application in cotton cultivation. Iran. J. Soil and Water Sci. 14: 2.
27. Summer, M.E., and Miller, W.P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient. P 1201-1230, In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D.L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron. Madison, WI.
28. Sobba Rao, N.S. 1988. Biofertilizers in Agriculture, Second edition, Oxford and IBH publishing Co. New Delhi.
29. Suliashih, M.G. 1999. The use of soil microorganisms as biological fertilizer for growth enhancement of soybean. J. Microbiol. Tropical, 2: 68-73.
30. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. P 475-490, In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. Sparks, D.L., (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
31. Turk, M.A., Assaf, T.A., Hameed, K.M., and Al-Tawaha, A.M. 2006. Significance of Mycorrhiza. World J. Agric. Sci. 2: 1. 16-20.
32. Watanabe, F.R., and Olson, S.R. 1965. Test of an ascorbic acid methods for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29: 677-678.
33. Zaidi, A., and Khan, M.S. 2006. Co-inoculation effects of phosphate solubilizing microorganisms and *Glomus fasciculatum* on green gram-*bradyrhizobium* symbiosis. Turk. J. Agric. and Fores. 30: 223-230.
34. Ziaeyan, A.H., and Malakouti, M.J. 2001. Optimum management of fertilizers in order to increase corn yield and quality. Technical Publication No. 2002. Soil and Water Research Institute, Tehran. (In Persian)



The possibility of biological phosphate fertilizers application in corn cultivation of Fars Province

***A. Ziaeyan**

Faculty Member, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center

Received: 2011/10/31; Accepted: 2012/02/27

Abstract

In order to evaluate the possibility of biological phosphate fertilizers application and compare them with phosphorous chemical fertilizers in corn production, a 3-years field experiment, in the form of Randomized Complete Block Design with 4 treatments and three replications, was conducted in corn fields of Fars Province. The treatments were 1) without phosphorous fertilizer application (control), 2) application of phosphorous based on soil test as microbial phosphate source (Bio fertilizer), 3) application of phosphorous based on soil test as Golden Bio-phosphate source (Bio fertilizer) and 4) application of phosphorous based on soil test as triple super phosphate (chemical fertilizer). Based on soil test, it needs $75 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ in every 3 years. Since there was some organic matter, sulfur, and zinc in the organic fertilizers, the calculated amount of these elements was also applied to other treatments. Results of statistical analysis showed that the highest total yield and grain yield, 15000 and 9559 kg per hectare, respectively, obtained from triple superphosphate application but were in a same statical group with microbial phosphate fertilizer. In addition there was a significant difference ($P < 0.01\%$) between triple super phosphate and control or Golden Bio-phosphate. In general, the results show that in same conditions firstly corn needs phosphorous fertilizers, secondly application of microbial phosphate source in corn fields is recommended and third using of Golden bio-phosphate source in corn fields is not recommended.

Keywords: Chemical phosphorous fertilizers, Bio phosphorous fertilizers, Phosphate solubilizing microorganisms, Grain corn

* Corresponding Authors; Email: ziayan_39@yahoo.com

