تاثیر باکتری های حل کننده فسفات و ماده آلی بر قابلیت جذب فسفر از منبع خاک فسفات با استفاده از تکنیک رقت ایزوتوپی

رامین ایرانی پور و محمد جعفر ملکوتی

عضو هیئت علمی مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال‌و بختیاری و استاد دانشگاه تربیت مدرس.

مقدمه

به عقیده سوبا رائو (۱۹۸۸) در خاک ریزجانداران‌هایی وجود دارند که قادرند، با تولید متابولیتهای اولیه و ترشح آنها در خاک، برروی کانیهای معدنی و ترکیبات آلی فسفاته اثر گذاشته، موجبات آزاد سازی فسفر از آنها گردند.(۷). بررسی های دوبی و بیلور (۱۹۹۲) و ملکوتی و همکاران(۲۰۰۱) نشان داد که اضافه کردن خاک فسفات به همراه حل کننده‌های فسفات باعث افزایش عملکرد ذرت، بقولات و سیب‌زمینی گردید. آنها نشان دادند که خاک فسفات را می‌توان به همراه حل کننده‌های فسفات در خاکهای خنثی و آهکی استفاده نمود(۲و۵). در تحقیقی که توسط سینگ و کاپور (۱۹۹۲) بر روی گندم انجام گرفت تاثیر تلقیح میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات بر حلالیت فسفر از منبع خاک فسفات مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تلقیح خاک بوسیله حل کننده‌های فسفات باعث بهبود عملکرد محصول و جذب فسفر در خاکهای آهکی دارای کمبود شد(۶). تاندون و پاراکاش (۱۹۹۸) با تلقیح خاک توسط میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات جذب فسفر و عملکرد ماده خشک کلزا را نسبت به شاهد، بطور معنی داری افزایش دادند(۸). مواد آلی خاک تاثیرات به سزایی بر افزایش قابلیت جذب فسفر دارند. بررسی‌های الیوت و استیونسون (۱۹۸۶) نشان داده است که مواد حاصل از تجزیه میکروبی و مواد آلی از جمله اسیدهای آلی و هوموس قادر به تشکیل کمپلکس‌های آلی با ترکیبات آهن و آلومینیوم می‌باشند، محبوس شدن آهن و آلومینیوم در این نوع واکنش‌ها باعث کاهش میزان تثبیت فسفر معدنی می‌گردد(۳). بررسیهای راستوگی و همکاران (۱۹۷۸) نشان دادکه اختلاط خاک فسفات با ماده آلی باعث افزایش قابلیت جذب فسفر در یک نمونه خاک آهکی گردید(۴). نتایج بررسی های عابدی و طالبدین (۱۹۷۴) نشان داد که میزان بازیافت فسفر از خاک تابع مستقیمی از کمیت فسفر موجود در خاک و تابع معکوسی از سطح کل کربنات های خاک بود(۱).

مواد و روشها

در این تحقیق به منظور بررسی اثرات باکتری های حل کننده فسفات و ماده آلی بر قابلیت جذب فسفر از منبع خاک فسفات(آپاتیت) آزمایشی در قالب طرح آماری بلوکهای‌کامل تصادفی‌در شرایط مزرعه با ۶تیمار در سه تکرار در کرتهای به مساحت ۱۵ مترمربع اجرا گردید. تیمارهای مورد استفاده در تحقیق عبارت بودند از: T_1= شاهد (بدون استفاده از کود فسفاتی)؛ T_2= فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل (به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار براساس آزمون خاک)؛ T_3= فسفر از منبع خاک فسفات (به میزان ۱۹۶/۳ کیلوگرم در هکتار براساس کمیت فسفر مصرفی از منبع سوپرفسفات تریپل و درصد خلوص فسفر در نمونه خاک فسفات مصرفی: خاک فسفات مصرفی حاوی ۳۵ درصد P_2O_5 می‌باشد)؛ T_4= فسفر از منبع خاک فسفات به همراه باکتری‌های حل کننده فسفات (*Bacillus megaterium* L.). باکتری های مورد استفاده در تحقیق توسط بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب با جمعیت 10^8 سلول در هر گرم carrier تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند (مقدار مصرف طبق توصیه بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب به میزان یک گرم برمتر طول خطوط کشت بود). ؛ T_5= فسفر از منبع خاک فسفات به همراه ماده آلی (به میزان ۲۶/۷ درصد وزن خاک فسفات مصرفی معادل ۵۲/۴ کیلوگرم در هکتار از منبع کود دامی) و T_6= فسفر از منبع خاک فسفات به همراه باکتری‌های حل کننده فسفات و ماده آلی. در این بررسی مصرف کودهای نیتروژنی و پتاسه براساس آزمون خاک و جداول توصیه کودی برای کلیه تیمارها به طور یکنواخت انجام گردید. بذر مورد استفاده در اجرای آزمایش، بذر ذرت سینگل کراس ۱۰۸ (رقم زودرس) با تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار برای کشت ردیفی با فواصل بوته ۲۰ و فواصل ردیف ۵۰ سانتی متر بود. در بخش دیگری از این تحقیق آزمایش جداگانه‌ای

با استفاده از ^{32}P در شرایط گلخانه‌ای با همان ترکیبات تیماری مورد اشاره در قبل اجرا گردید. نمونه‌های گیاه این آزمایش به دلیل دارا بودن فسفر نشان دار با رعایت اصول ایمنی برداشت و برای اندازه‌گیری فسفر نشان دار موجود در نمونه‌ها به آزمایشگاه سازمان انرژی اتمی ارسال گردید. در این بررسی با نشان دار کردن خاک به وسیله تکنیک رقت ایزوتوپی امکان تشخیص منبع جذب فسفر، کمیت فسفر جذب شده از هر منبع و سهم هر تیمار در کاهش یا افزایش قابلیت جذب فسفر امکان پذیر گردید. پس از تزریق محلول حاوی ^{32}P (به فرم ارتو فسفات) به هر گلدان و برقراری تعادل، اکتیویته هر کیلوگرم خاک در زمان شروع آزمایش (وارد کردن تیمارها در هر گلدان و کشت بذر در آنها) معادل ۱۵۰ میکروکوری ^{32}P بود. دوره رشد ۵۰ روز به طول انجامید و در پایان نسبت به برداشت بوته‌ها از هر گلدان و خشک نمودن آنها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد اقدام گردید، سپس نمونه‌های پودر شده جهت تعیین میزان تابش پرتو به وسیله دستگاه شمارش‌گر بتا به آزمایشگاه پرتوسنجی سازمان انرژی اتمی ایران انتقال یافتند.پس از اندازه‌گیری میزان تابش پرتوهای بتا در نمونه‌ها نسبت به محاسبه ضرائب Pdff (درصد جذب فسفر از منبع تیمار) و Pdfs (درصد جذب فسفر از منبع خاک) اقدام گردید. کلیه محاسبات مربوط به Pdff بر اساس اکتیویته ویژه می باشد (۹).

نتایج و بحث

الف- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات تیمارها

- اثر تیمارها بر عملکرد خشک در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد خشک (۱۲۸۱۱/۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار T_4 (فسفر از منبع خاک فسفات +باکتری های حل کننده فسفات) بود که براساس آزمون دانکن با سایر تیمارها در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت.

- اثر تیمارها بر درصد ماده خشک در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. بیشترین درصد ماده خشک در بوته (۳۴/۲۵ درصد) مربوط به تیمار T_4 بود که براساس آزمون دانکن با تیمارهای T_1 ، T_3 ، T_5 و T_6 در سطح پنج درصد اختلاف معنی دار داشت.

- اثر تیمارها بر سرعت رشد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار گردید، بیشترین مقدار سرعت رشد محصول (۱۶/۶ گرم بر متر مربع در روز) مربوط به تیمار T_4 بود که براساس آزمون دانکن با سایر تیمارها در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت.

- اثر تیمارها بر درصد جذب فسفر از منبع کود (Pdff) در سطح یک درصد معنی‌دار گردید، بیشترین درصد جذب فسفر از منبع کود (۱۹/۸ درصد) مربوط به تیمار T_6 (فسفر از منبع خاک فسفات + باکتری های حل کننده فسفات + ماده آلی) بود که براساس آزمون دانکن با سایر تیمارها در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت.

- اثر تیمارها بر کارایی مصرف کود (FUE) در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. بیشترین کارایی مصرف (۱۴/۳ درصد) مربوط به تیمارT_4 بود که براساس آزمون دانکن با تیمارهای T_1، T_3و T_5 در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت.

- اثر تیمارها بر مقدار فسفر و روی در برگ و فسفر قابل جذب خاک معنی دار نگردید.

نتایج مقایسه میانگین ها در جدول ۱ ارائه گردیده است.

ب- خلاصه نتایج مربوط به آزمایش اثرات ایزوتوپی در جدول ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات تیمارها بر شاخص های مورد بررسی

تیمار	کارایی مصرف کود(درصد)	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)	درصد جذب فسفر از منبع کود	درصد ماده خشک در بوته	عملکرد خشک (کیلوگرم بر هکتار)
T_1=Control	۰ c	۶/۶c	۰ d	۲۲/۸۱b	۵۰۷۲/۱c
T_2= TSP	۱۳/۸ a	۱۱/۶b	۱۶/۹ b	۲۹/۰۶a	۸۹۴۴/۸b
T_3= Ap	۶/۷ b	۶/۲ c	۱۴/۵c	۲۰/۱۹ b	۴۷۸۴/۱c
T_4 = Ap+PSB	۱۴/۳ a	۱۶/۶ a	۱۶ bc	۳۴/۲۵ a	۱۲۸۱۱/۳a
T_5 = Ap+OM	۶/۹ b	۸ c	۱۴/۶c	۲۲/۱۳ b	۶۱۵۲/۹ c
T_6 = Ap+PSB+OM	۱۰/۷ ab	۹/۶ bc	۱۹/۸a	۲۲/۱۹ b	۷۴۱۹/۵bc
LSD 0.05	۶/۳۲	۳/۴۳	۲/۱۹	۵/۸۴	۲۶۴۰/۸

مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردیده است.
میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۲- نتایج آزمایش اثرات ایزوتوپی

	جذب از خاک(٪)	جذب از منبع کود(٪)	درصد تغییرات جذب از منبع کود نسبت به سوپر فسفات تریپل
Soil*	۱۰۰	۰	---
Soil*+TSP	۸۳/۱	۱۶/۹	۰
Soil*+Ap	۸۵/۵	۱۴/۵	-۱۴/۲
Soil*+Ap+PSB	۸۴	۱۶	-۵/۳
Soil*+Ap+OM	۸۵/۴	۱۴/۶	-۱۳/۶
Soil*+Ap+PSB+OM	۸۰/۲	۱۹/۸	+۱۷/۲

*Soil: خاک نشان دار

با توجه به نتایج حاصل از این بررسی ملاحظه گردید که کاربرد خاک فسفات به تنهایی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر افزایش عملکرد محصول ذرت نداشت وفاقد تأثیرهای باقیمانده به منظور افزایش عملکرد محصول جو بودکه از دلایل آن می‌توان به بالا بودن pH خاک فسفات مورد استفاده در تحقیق و کم بودن میزان مواد آلی خاک و ظرفیت بافری نسبتاً قابل توجه خاک اشاره کرد. در ارتباط با اثرات اصلی تیمارها برروی عملکرد خشک، درصد کل ماده خشک در بوته، سرعت رشد محصول،کارایـــی جذب فسفر از منبع کود و کارایی زراعی نسبی، در تمامی موارد تیمار T_4 (فسفر از منبع خاک فسفات + باکتری های حل کننده فسفات) با قاطعیت برتری خود را نشان داد که از دلایل آن می‌توان به اثرات مثبت باکتری‌های حل کننده فسفات در انحلال خاک فسفات و تامین فسفر مورد نیاز گیاه در طول فصل کشت اشاره کرد. پس از آن در تمامی مـــوارد تیمار T_2 (سوپر فسفات تریپل) دارای بیشترین تاثیر بود که از دلایل آن می‌توان به سهولت جذب و بالابودن میزان فسفر قابل جذب در کوتاه مدت از منبع سوپر فسفات تریپل اشاره نمود.

نتایج این بررسی با نتایج تحقیقات مقصود و همکاران (۱۹۹۴)، غنی و همکاران (۱۹۹۴)، ملکوتی و همکاران (۲۰۰۱)، خاوازی و همکاران (۲۰۰۱)، نور قلی پور و همکاران (۱۳۷۹) در ارتباط با اثرات تیمارها برشاخص های رشد محصول مطابقت داشت.

منابع

[1] Abedi, M. J., and O. Talibudeen. 1974. The calcareous soils of Azerbaijan. II- Phosphate Status. J Soil .Sci. 25:3: 373-383

[2] Dubey, S. K., and, S. D. Billore. 1992. Phosphate solubilizing microrganisms inoculant and their role in augmenting crop productivity in India: a review. Crop Research Hisar. 5: Suppl, 11.

[3] Elliote, L. F., and, F. J. Stevenson. 1986. Soils for management of organic wastes and waste waters. American society of agronomy, Crop Science Society of America, Inc, Soil Science Society of America, Inc, 677-South Segoe Road. Madison, Wisconsin, 53711. USA.

[4] Rastogi, R. C., B. Mishra, and B. P. Ghildyal. 1976. Effect of pyrites and organic matter on release of phosphorus from rock phosphate. Journal of Indian Society of Soil Science. 24: 175-181.

[5] Malakouti, M. J., K. Khavazi, H. Besharati, and F. Nourgholipour. 2001. Review on the direct application of rock phosphate on the calcareous soils of Iran (Country report). International meeting on direct application of rock phosphate and related appropriate technology – latest development and practical experiences. Kuala Lumpur. Malaysia.

[6] Singh, S., and, K. K. Kapoor. 1992. Inoculation with phosphate solubilizing microorganisms and a vesicular micorrhizal Fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. Biology and fertility of soils, 28: 139- 144.

[7] Suba Rao, N. S. 1988. Biofertilizers in agriculture. 1 th edn. New Dehli: Oxford and IBH Co. India.

[8] Tandan, V., and, A. Parakash. 1998. Influence of soil inoculation with VAM and phosphorus Solubilizing microorganisms on growth and phosphorus uptake in *sesamum indicium*, International Journal of Tropical Agriculture. 16: 201-209