



نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد سوم، شماره اول، ۱۳۹۲
<http://ejsms.gau.ac.ir>



تأثیر گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر pH خاک، وزن خشک و قابلیت جذب فسفر در کلزا

*زرنکار اخوان^۱ و علیرضا فلاح نصرت آباد^۲

^۱دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اردبیل، ایران، ^۲استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۷

چکیده

تامین فسفر مورد نیاز گیاهان از دو طریق استفاده از کودهای شیمیایی و بیولوژیک امکان پذیر است. مقدار زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده و از دسترس گیاهان خارج می شود. ریزجاندارانی به نام اکسیدکننده های گوگرد با کاهش pH خاک شکل نامحلول فسفر خاک را به شکل محلول تبدیل می کنند. به منظور بررسی تأثیر گوگرد و مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر کاهش pH و افزایش قابلیت جذب فسفر خاک، آزمایش گل خانه ای کشت کلزا رقم اکاپی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی شامل ۵ سطح گوگرد پودری (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح تیوباسیلوس (بدون مایه تلقیح، ۵ و ۱۰ گرم مایه تلقیح در ۶ کیلوگرم خاک گلدان، با جمعیت 10^7 باکتری در گرم مایه تلقیح) با ۳ تکرار در سال ۸۹-۱۳۸۸ به اجرا درآمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر همه منابع تغییرات بر قابلیت جذب فسفر و کاهش pH در سطح ۱ درصد معنی دار بود. متوسط فسفر قابل جذب خاک در تیمارهای بدون تلقیح ۲۱ و در تیمارهای تلقیح شده ۲۸ میلی گرم بر کیلوگرم بود و ۳۳/۳۳ درصد افزایش نشان داد و اثر متقابل گوگرد و باکتری مقدار فسفر قابل جذب را ۱۶۵ درصد افزایش داد و pH خاک در مقایسه با خاک اولیه ۱/۰۵ واحد کاهش یافت و تیمار دارای کم ترین کود نسبت به تیمار با بیش ترین کود ۰/۵۵ واحد تفاوت pH داشت. افزایش جذب فسفر توسط گیاه معنی دار بود ولی افزایش وزن خشک گیاه از نظر آماری معنی دار نبود و این افزایش منوط به خطای آزمایش بوده است.

واژه های کلیدی: اسیدپته، باکتری تیوباسیلوس، فسفر، گوگرد، مایه تلقیح

*مسئول مکاتبه: soil_science_tku@yahoo.com

مقدمه

فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است. گرچه میزان فسفر مورد نیاز گیاه در مقایسه با سایر عناصر اصلی کم است، با این حال جزو عناصر اصلی محسوب می‌شود. فسفر در گیاه نقش اساسی و مستقیمی در انتقال انرژی ایفا می‌کند (سالاردینی، ۲۰۰۵). خاک یکی از اجزای مهم و منابع پایه است که به‌عنوان بستر اصلی کشت گیاه و نیز محیطی منحصر به فرد برای انواع حیات محسوب می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۵). مشکل کمبود فسفر قابل جذب خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک جنبه عمومی دارد. تغییر شکل شیمیایی سریع فسفر کودی نیز در این خاک‌ها پدیده شناخته‌شده‌ای است که پژوهش‌های بسیار متعددی آن را تأیید کرده است. در بهترین شرایط، بیش از حدود ۲۰ درصد کود فسفره مورد استفاده گیاه قرار نمی‌گیرد (مارتین و هاکنینگ، ۲۰۰۴).

در چندین آزمایش کودی فسفره در مکان‌های مختلف ثابت گردیده که فسفر باعث افزایش محصول کلزا می‌شود. شکل اصلی فسفر قابل استفاده گیاه از خاک $H_2PO_4^-$ می‌باشد (فوت، ۱۹۸۴). فسفر یکی از غیرمتحرک‌ترین و غیرقابل دسترس‌ترین عناصر بوده، بنابراین در بیش‌تر خاک‌ها به آبشویی مقاوم است. با این حال کمبود آن در بیش‌تر خاک‌ها باعث کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود؛ زیرا بیش از ۸۰ درصد این عنصر بعد از ورود به خاک، غیرمتحرک شده و از طریق جذب شدن، رسوب کردن یا تبدیل به شکل آلی از دسترس گیاه خارج می‌شود (فلاح، ۲۰۰۳؛ چاتمن و همکاران، ۱۹۹۸؛ یحیی و ال-الزواوی، ۱۹۸۹). فسفر حساس‌ترین عنصر غذایی نسبت به pH خاک می‌باشد. در pH کم‌تر از ۵/۵ یون‌های آهن و آلومینیوم با فسفات ترکیب شده و به‌صورت رسوبات نامحلول در می‌آیند در pH بالاتر از ۷/۵ (خاک‌های آهکی) که عموماً یون کلسیم فعال فراوانی حضور دارد، ترکیبات نامحلول به‌طور عمده به‌صورت فسفات‌های کلسیم به‌وجود می‌آید. بهترین pH برای جذب فسفر به‌وسیله گیاه ۶/۵ می‌باشد (ملکوتی و همایی، ۱۹۹۴). بسیاری از پژوهشگران گزارش کرده‌اند مصرف گوگرد و تولید اسید سولفوریک در نتیجه اکسایش آن، باعث کاهش pH خاک و افزایش دسترسی فسفر می‌شود (زاپاتا و روی، ۲۰۰۴؛ کاپلان و اورمان، ۱۹۹۸؛ تیسدال و همکاران، ۱۹۹۳). در شرایط هوایی باکتری‌های شیمیوسنتزکننده (خودکفای شیمیایی) مسئول اکسیداسیون هستند. بعضی از باکتری‌های هتروتروف، اکتینومیست‌ها و قارچ‌ها دارای توانایی اکسیداسیون سولفید هیدروژن می‌باشند. با این حال اکسیداسیون گوگرد عنصری به‌طور عمده توسط گونه‌های شیمیوسنتزکننده تیوباسیلوس انجام می‌شود. علاوه بر گوگرد عنصری، سولفیدها، تیوسولفات و

تتراتیونات نیز به سولفات اکسیده می‌شوند. تیوباسیلوس‌ها می‌توانند اثرات قابل‌ملاحظه‌ای بر pH محیط داشته باشند. به‌علت تولید اسید توسط تیوباسیلوس حلالیت عناصر افزایش یافته و قابلیت دسترسی آن‌ها تسهیل می‌گردد (فلاح و همکاران، ۲۰۱۰).

بسیاری از پژوهشگران ضمن بررسی‌های خود تأثیر مثبت تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی را گزارش کرده‌اند (بشارتی، ۱۹۹۸؛ رزا و همکاران، ۱۹۸۹؛ دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹؛ پاتیراتنا و همکاران، ۱۹۸۹).

در این پژوهش تأثیر گوگرد عنصری و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر pH خاک و فسفر قابل جذب خاک و فسفر جذب شده توسط گیاه کلزا و وزن خشک گیاه بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

نخست مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس تهیه شد. به‌منظور آسانی جداسازی باکتری از نمونه‌ها و تهیه کشت خالص، از محیط کشت پستگیت^۱ که یک محیط غنی‌کننده برای باکتری‌های تیوباسیلوس محسوب می‌شود استفاده شد:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	۵ gr	KH_2PO_4	۳ gr
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	۳ gr	CaCl_2	۰/۲۵ gr
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	۰/۵ gr	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	۰/۰۱ gr

میلی‌لیتر ۱۰ محلول عناصر کم مصرف

(ویشنیاک و سانتر، ۱۹۷۵).

از نمونه‌های خاک رقت‌های مختلف (10^{-5} – 10^{-1}) تهیه و از هر رقت ۰/۱ سی‌سی روی محیط کشت جامد پستگیت ریخته شد و مایه تلقیح تهیه شده به حامل پرلیت اضافه شد.

در مرحله بعد، خاک زراعی که در سیستم تاکسونومی خاک^۲ رده‌بندی آن Lomy skeletal و mixed (calcareous) mesic typichaploxerepts می‌باشد از عمق ۲۰–۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و از الک ۵ میلی‌متری گذرانده شد و در گلدان‌های ۶ کیلوگرمی توزیع گردید. کشت گل‌خانه‌ای کلزا رقم اکاپی^۳ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل ۵

1- Postgate
2- Soil Taxonomy
3- Okapi

سطح گوگرد عنصری (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح تیوباسیلوس (بدون مایه تلقیح، ۵ و ۱۰ گرم مایه تلقیح در گلدان، با جمعیت 10^7 باکتری در گرم مایه تلقیح) بود. گوگرد به شکل پودری با اندازه ۵۰ مش^۴ به خاک گلدانها اضافه و خوب مخلوط شد. بذره‌های کلزا بعد از تلقیح در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کاشته شدند. با احتساب ۳ تکرار برای هر تیمار در مجموع در ۴۵ گلدان ۶ کیلوگرمی ۷ بذر کلزا کشت و بعد از ۱۰ روز تعداد بوته‌ها به ۳ عدد در هر گلدان تقلیل یافت. بعد از کشت، کود نیتروژنه از منبع اوره (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، در ۳ نوبت) و کود پتاسه از منبع کلرور پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۲ نوبت) براساس آزمون خاک به صورت محلول به خاک گلدانها اضافه شد. در این پژوهش به دلیل بررسی افزایش قابلیت جذب فسفر خاک از اضافه کردن کود فسفره خودداری شد. در طول دوران رشد گیاه رطوبت گلدانها در حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی ثابت نگه داشته شد. پس از برداشت محصول، pH خاک، فسفر قابل جذب خاک و مقدار فسفر جذب شده توسط گیاه به روش اولسن و سامرز (۱۹۸۲) و وزن خشک گیاه اندازه‌گیری و داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام و نمودارها به وسیله نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات خاک مورد استفاده در کشت گلدانی قبل از اعمال تیمارهای کودی اندازه‌گیری شد که در جدول ۱ ارایه شده است. میزان فسفر قابل جذب خاک که به روش اولسن اندازه‌گیری شده ۱۳/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که این مقدار از حد بحرانی مورد نیاز گیاه کلزا که ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۵)، کم‌تر می‌باشد و این مطلب لزوم افزایش قابلیت جذب فسفر این خاک را ایجاب می‌نماید.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده باکتری و گوگرد و اثر متقابل آن‌ها در قابلیت جذب فسفر و کاهش pH خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. متوسط فسفر قابل جذب خاک در تیمارهای بدون تلقیح نسبت به تیمارهای تلقیح شده ۳۳/۳۳ درصد افزایش نشان داد. اثر متقابل گوگرد و باکتری مقدار فسفر قابل جذب را ۱۶۵ درصد افزایش داد و pH خاک در مقایسه با خاک اولیه (قبل از کاشت) ۱/۰۵ واحد کاهش یافت و تیمار دارای کم‌ترین کود نسبت به تیمار با

زرنگار اخوان و علیرضا فلاح نصرت آباد

بیشترین کود ۰/۵۵ واحد تفاوت pH داشت. همچنین نتایج تجزیه واریانس مربوط به گیاه (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده باکتری و اثر ساده گوگرد در سطح ۱ درصد و اثر متقابل گوگرد و باکتری در غلظت فسفر جذب شده در سطح ۵ درصد معنی دار بود. وزن ماده خشک تحت اثر ساده باکتری در سطح ۱ درصد و تحت اثر ساده گوگرد در سطح ۵ درصد معنی دار شد ولی اثر متقابل باکتری و گوگرد معنی دار نگردید (جدول ۳).

در بیش تر موارد افزایش مقادیر تیمارهای کود گوگرد و کود بیولوژیک تیوباسیلوس باعث افزایش عملکرد خشک و همین طور غلظت و جذب عناصر توسط گیاه شده است و این نتایج بیانگر اثر مثبت افزودن کود می باشد (بشارتی، ۱۹۹۸؛ کاپلان و اورمان، ۱۹۹۸؛ دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹). با توجه به نتایج بالا و نتایج این پژوهش، کودهای بیولوژیک به عنوان طبیعی ترین و مطلوب ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان زراعی مطرح می شوند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

بافت	تجزیه اندازه ای ذرات			پتاسیم قابل استفاده	فسفر قابل جذب	درصد نیتروژن کل	درصد ماده آلی	درصد کربنات کلسیم معادل	EC	pH	درصد رطوبت اشباع
	رس	سیلت	شن								
S.L	۵	۳۴	۶۱	۲۵۰/۲	۱۳/۶	۰/۱۷	۱/۶۶	۶/۲	۳/۴۸	۷/۹۵	۳۴/۵

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر pH و فسفر قابل جذب خاک.

میانگین مربعات MS			
منابع تغییرات	درجه آزادی	فسفر	pH
تکرار	۲	۴/۶۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
باکتری	۲	۱۸۶/۰۶۳ ^{**}	۰/۲۵۵ ^{**}
گوگرد	۴	۴۸۵/۶۸۳ ^{**}	۰/۲۶۷ ^{**}
باکتری × گوگرد	۸	۱۷/۲۵۵ ^{**}	۰/۰۱۲ ^{**}
اشتباه آزمایشی	۲۸	۰/۳۹۰	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۵۳	۰/۲۵

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} معنی دار.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک گیاه و فسفر جذب شده توسط گیاه.

میانگین مربعات MS			
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	فسفر
تکرار	۲	۱۳/۱۸۹ ^{ns}	۰/۲۸۷ ^{ns}
باکتری	۲	۸۰۵/۶۹۵ ^{**}	۲۷/۴۷۹ ^{**}
گوگرد	۴	۶۶/۷۰۷ [*]	۱۸/۹۲۱ ^{**}
باکتری × گوگرد	۸	۱۷/۸۶۵ ^{ns}	۰/۷۱۳ [*]
اشتباه آزمایشی	۲۸	۲۱/۲۱۹	۰/۶۱۵
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۱۳	۹/۱۷

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} معنی دار.

در جدول ۴ مقایسه میانگین اثر ساده باکتری بر فسفر قابل جذب خاک، pH خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه نشان داده شده است. متوسط فسفر قابل جذب خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه در تیمارهای بدون تلقیح در مقایسه با تیمارهای تلقیح شده به ترتیب ۲۶/۱، ۳۳/۴۵ و ۲۶ درصد افزایش نشان دادند و pH در تیمارهای تلقیح شده نسبت به تیمار بدون تلقیح ۰/۱ واحد کاهش نشان داد که کاهش کمی داشته و در مقایسه با آن فسفر قابل جذب افزایش زیادی داشت زیرا pH بعد از یکنواخت کردن خاک اندازه گیری می شود ولی ممکن است در میکروسایته ها به مقدار زیادی کاهش یافته باشد که باعث افزایش فسفر قابل جذب شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ساده باکتری بر روی صفات مورد بررسی به روش دانکن.

سطوح باکتری	فسفر خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)	pH خاک	فسفر گیاه (میلی گرم بر گلدان)	وزن خشک گیاه (گرم بر گلدان)
T _۰	۲۱/۰۰ ^c	۷/۳۳ ^b	۶/۹۹ ^b	۴۸/۲۷ ^b
T _۱	۲۴/۹۴ ^b	۷/۵۲ ^c	۹/۲۴ ^a	۵۹/۷۱ ^a
T _۲	۲۸/۰۳ ^a	۷/۲۷ ^a	۹/۴۲ ^a	۶۱/۹۳ ^a

تیمارهایی که با حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی داری نیستند.

زرنگار اخوان و علیرضا فلاح نصرت آباد

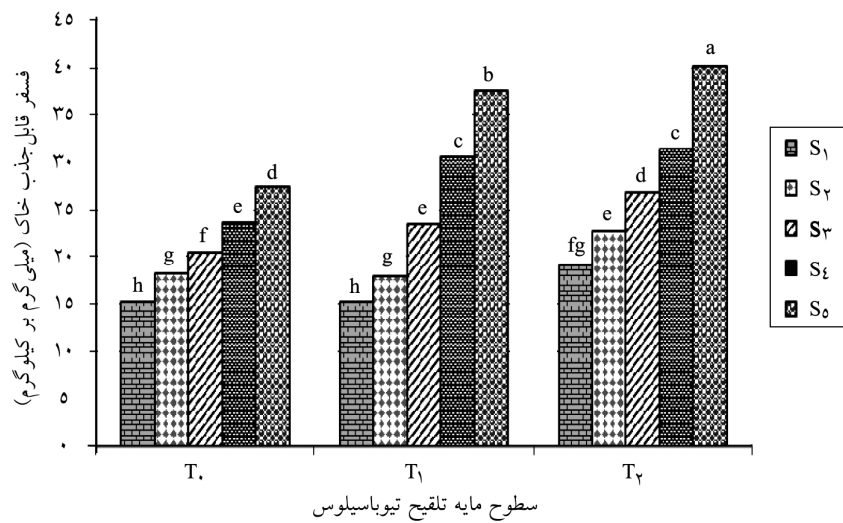
در جدول ۵ مقایسه میانگین اثر ساده گوگرد بر فسفر قابل جذب خاک، pH خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه نشان داده شده است. که بیشترین مقدار اعمال کود گوگرد در مقایسه با کمترین مقدار کود به ترتیب باعث ۱۱۲/۴، ۴۸/۹ و ۲۵/۸۲ درصد افزایش در مقدار فسفر قابل جذب خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه شد و pH خاک ۰/۴۴ واحد کاهش یافت.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ساده گوگرد بر روی صفات مورد بررسی به روش دانکن.

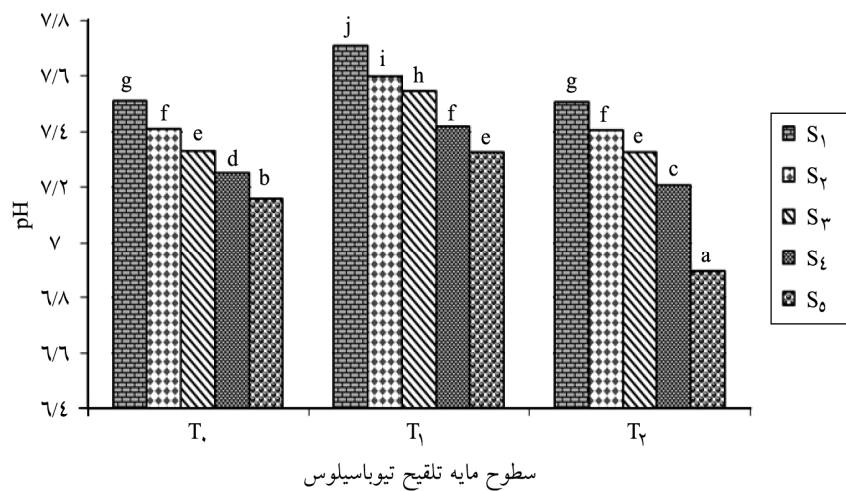
سطوح گوگرد	فسفر خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)	pH خاک	فسفر گیاه (میلی گرم بر گلدان)	وزن خشک گیاه (گرم بر گلدان)
S _۱	۱۶/۴۸ ^e	۷/۵۷۹ ^e	۶/۸۴۴ ^c	۵۵/۵۶ ^b
S _۲	۱۹/۶۲ ^d	۷/۴۷۳ ^d	۷/۶۵۳ ^{bc}	۵۵/۳۴ ^b
S _۳	۲۳/۶۰ ^c	۷/۴۰۳ ^c	۸/۱۶۳ ^b	۵۳/۷۸ ^b
S _۴	۲۸/۵۷ ^b	۷/۲۹۴ ^b	۹/۹۱۸ ^a	۶۰/۸۲ ^a
S _۵	۳۵/۰۱ ^a	۷/۱۳۰ ^a	۱۰/۱۹ ^a	۵۷/۶۸ ^{ab}

تیمارهایی که با حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی داری نیستند.

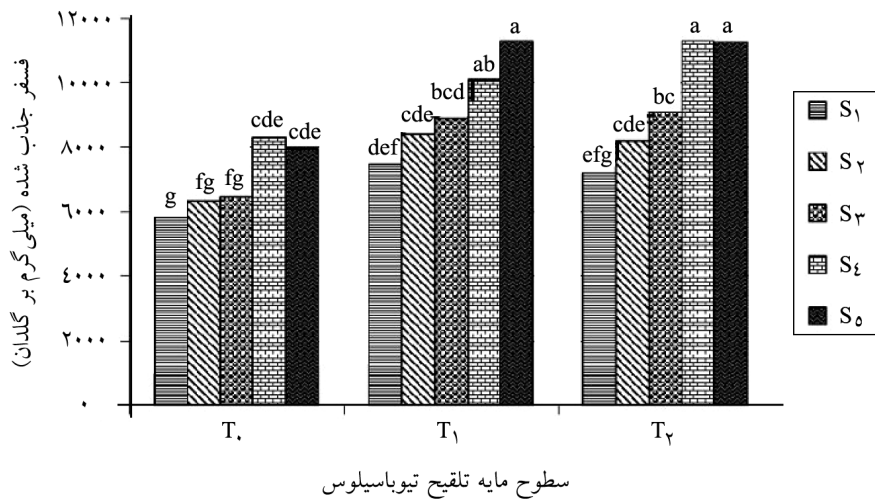
در شکل های ۱، ۳ و ۴ اثر متقابل باکتری و گوگرد بر فسفر قابل جذب خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه به شکل نمودار نشان داده شده است. که به ترتیب ۱۶۵، ۹۳/۳۲ و ۴۷/۳ درصد افزایش یافته است و اثر متقابل باکتری و گوگرد بر pH خاک که در شکل ۲ به صورت نمودار نشان داده شده ۰/۸ واحد کاهش یافت. البته در مقایسه با خاک اولیه (قبل از کشت) که pH خاک ۸/۹۵ بود، ۱/۰۵ واحد کاهش یافت و به ۶/۹ رسید.



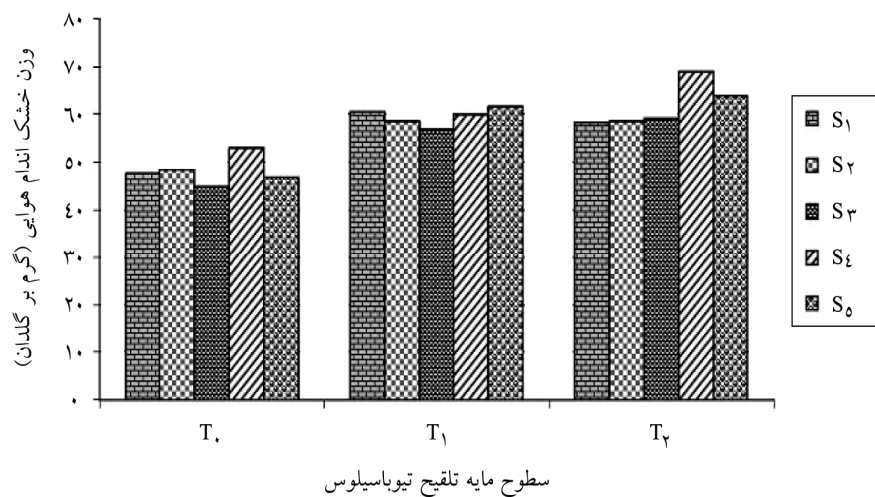
شکل ۱- مقایسه اثر باکتری و گوگرد بر مقدار فسفر قابل جذب خاک.



شکل ۲- مقایسه اثر باکتری و گوگرد بر pH خاک.



شکل ۳- مقایسه اثر باکتری و گوگرد بر مقدار فسفر جذب شده توسط گیاه.



شکل ۴- اثر باکتری و گوگرد بر وزن خشک اندام هوایی.

اثر متقابل باکتری و گوگرد باعث ۴۷/۳ درصد افزایش عملکرد خشک اندام هوایی شد ولی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود.

جذب فسفر و عناصر ریزمغذی توسط گیاهان در بسیاری از خاک‌های ایران به علت بالا بودن pH و فراوانی یون کلسیم با مشکل مواجه است. در این پژوهش با اضافه کردن گوگرد به خاک و اکسیداسیون آن و تولید اسیدسولفوریک pH خاک کاهش و جذب فسفر افزایش یافت. با توجه به این که سرعت انجام این واکنش بسیار کند است و باکتری‌های تیوباسیلوس مهم‌ترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک هستند، تلقیح کردن خاک با این باکتری‌ها، باعث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد شد. نتایج مشابه در بسیاری پژوهش‌های دیگر نیز به دست آمده است (کاپلان و ارمان، ۱۹۹۸؛ بشارتی و همکاران، ۱۹۹۸؛ تیسدال و همکاران، ۱۹۹۳؛ مورودت و همکاران، ۱۹۹۱؛ کلباسی و همکاران، ۱۹۸۸؛ مودایش و همکاران، ۱۹۸۹؛ دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹؛ پاتیراتنا، ۱۹۸۹؛ کلباسی و همکاران، ۱۹۸۶؛ کیتس و آتو، ۱۹۶۵؛ میلر، ۱۹۶۵).

مدیریت حاصل‌خیزی خاک به وسیله کودهای بیولوژیک از اجزای اساسی سیستم کشاورزی پایدار به‌شمار می‌رود. ایده کشاورزی پایدار اشاره به حفظ تولید گیاه زراعی در سطح قابل قبول برای تامین نیازهای جمعیت رو به رشد، بدون صدمه و آسیب رساندن محیط زیست و منابع طبیعی دارد. برای رسیدن به خودکفایی در محصولات کشاورزی لازم است میزان عملکرد در واحد سطح، بیش‌تر از میزان فعلی افزایش یابد. میزان صحیح کودهای شیمیایی، حیوانی، کود سبز و... مهم‌ترین راه‌حل اصلاح و حاصل‌خیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی است. با توجه به این که فسفر مشابه نیتروژن از عناصر اصلی و ضروری رشد و نمو گیاه به حساب می‌آید، ولی بازده استفاده از کودهای فسفره با توجه به تثبیت آن‌ها در خاک بسیار پایین و در حد ۲۰-۱۵ درصد می‌باشند، بنابراین استفاده از میکروارگانیزم‌ها در محیط ریزوسفر می‌توانند نقش مهمی را در قابل استفاده کردن فسفر موجود در خاک و کودها داشته باشد. فسفری که در خاک تثبیت شده است می‌تواند به وسیله فعالیت میکروارگانیزم‌های خاک به شکل‌های با قابلیت جذب بیش‌تر برای گیاهان درآید.

باکتری‌های کمولیتوتروف اکسیدکننده نیتروژن و گوگرد و حتی آهن و منگنز در فرایند اکسیداسیون هوای خود در میکروپوره‌های خاک می‌توانند اسید بسازند و بر حلالیت کانی‌های فسفر در خاک بیافزایند (صفری‌سنجانی، ۲۰۰۳). باکتری‌های جنس تیوباسیلوس مهم‌ترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک به‌شمار می‌روند، تلقیح خاک با این باکتری‌ها باعث افزایش سرعت اکسایش گوگرد خواهد شد. در صورتی که جمعیت این باکتری‌ها در خاک پایین باشد، مصرف گوگرد همراه با این باکتری‌ها در خاک‌های قلیایی و آهکی اثرات سودمندی را به دنبال خواهد داشت (روپلا و تاورا، ۱۹۷۳).

منابع

1. Besharati, H. 1998. Effect of Sulphur and Thiobacillus Species on increase of absorption of Some Elements in Soil. M.Sc. Thesis of Soil Science in Agriculture Faculty, Tehran University, Pp: 98-147. (In Persian)
2. Deluca, T.H., Skogley, E.O., and Egle, R.E. 1989. Band-applied elemental sulfur to enhance the phytoavailability of phosphorus in alkaline calcareous soils. *Biol. Fert. Soils*. 7: 346-350.
3. Fallah, A. 2003. Transmittance of Phosphor Solubilizer Microorganisms in Gilan and its Effectiveness on Wheat and Rice Product. Ph.D. Thesis in Tarbiat Modarres University, 124p. (In Persian)
4. Fallah, A., Besharati, H., and Khosravi, H. 2010. Soil Microbiology. Ayizh publications: Tehran, Iran. Second Edition, 136p. (Translated in Persian)
5. Foth, H.D. 1984. Fundamental of Soil Sciences. John Wiley and sons INC. New York, 515p.
6. Kalbasi, M., Mnuchehri, N., and Filsoof, F. 1986. Local asidification of soil as a means to alleviate iron chlorosis on Quince orchards. *J. Plant Nutr.* 9: 3-7. 1001-1007.
7. Kalbasi, M., Filsoof, F., and Rezai-Nejad, Y. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum and soybean. *J. Plant Nutr.* 11: 1353-1360.
8. Kaplan, M., and Orman, S. 1998. Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in turkey. *J. Plant Nutr.* 21: 8. 1655-1665.
9. Kittams, H.H., and Attoe, O.J. 1965. Availability of P in rock phosphate sulfur fusion. *Agron. J.* 57: 331-334.
10. Malekouti, M., and Homayi, M. 1994. Arid Regions Fertility (problems and solutions). Tarbiat Modarres University Publications. Tehran. Iran, 342p. (In Persian)
11. Malekouti, M., Moshiri, F., and Geybi, M. 2005. Desirable Concentration of nutrient elements in soil in some farming and garden crops. 405 Technical Bulletin of soil and water institute. Sana Publications. Tehran, Iran, Pp: 15-16. (In Persian)
12. Marten, H., and Hocking, P. 2004. An evaluation of the phosphorus benefits from grain legumes in rational cropping using ³²p isotope dilution.
13. Miller, J.R. 1965. Effect of sulfur and gypsum addition on availability of rock phosphate. *Soil. Sci.* 82: 129-134.
14. Modaihsh, S., Al-mustafa, W.A., and Metwally, A.E. 1989. Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. *Plant and Soil*, 116: 95-101.
15. Morvedt, J.J., Giordano, P.M., and Lindsay, W.L. 1991. Micronutrient in agriculture. *Soil. Sci. Soc. Am. Inc. Madison, Wisconsin U.S.A.* Pp: 243-264.

16. Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: C.A. Page (ed.), Methods of soil Analysis. 2nd ed. Agronomy series, part 2, Soil Sci. AM. Inc. 9: 403-430.
17. Pathiratna, L.S.S., Waidyanatha, U.P.De.S., and Peries, O.S. 1989. The effect of apatite and elemental sulfur mixtures on growth and P content of *Centrocema pubescens*. Fertilizer Research, 21: 37-43.
18. Rosa, M.C., Muchovej, J., and Alvarez, V.H. 1989. Temporal relation of phosphorus fraction in an oxisol amended rock phosphate and *Thiobacillus Thiooxidans*. Soil. Sci. Soc. Am. J. 53: 1096-1100.
19. Rupela, O.P., and Taura, P. 1973. Utilization of *Thiobacillus* to reclaim Alkali Soils. Soil Biol. Biochem. 6: 899-901.
20. Salardini, A. 2005. Soil Fertility. Tehran university Press, Iran. 171p. (In Persian)
21. Safari Sanjani, A. 2003. Soil Biology and Biochemistry. Bu Ali Sina Univ. Press, Hamedan, Iran, 352p. (In Persian)
22. Schachtman, D.P., Reid, J., and Ayling, S.M. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant Physiology, 116: 447-453.
23. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D., and Havlin, J.L. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. Macmillan Publishing Co., New York, 634p.
24. Ishniac, W., and Santer, M. 1975. The Thiobacilli. Bacteriol. Rev. 21: 195-213.
25. Yahya, A.J., and Al-Alzawi, S.K. 1989. Occurrence solubilizing bacteria in some Iraqi soils. Plant and Soil, 117: 135-141.
26. Zapata, F., and Roy, R.N. 2004. Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. publication of the FAO Land and Water Development Division. Pp: 117-122.



The effect of sulfur and *Thiobacillus* inoculant on soil pH, dry matter weight and phosphorus absorption by *Canola*

***Z. Akhavan¹ and A.R. Fallah Nosrat Abad²**

¹M.Sc., Dept. of Soil Science and Young Researchers Club, Islamic Azad University,
Ardabil Branch, Ardabil, Iran, ²Assistant Prof. of Soil and Water Research Institute

Received: 10/15/2011; Accepted: 06/16/2012

Abstract

Supplying phosphorus demand for plants is possible from two ways: chemical and biological fertilizers. A main amount of phosphorus in chemical fertilizers become insoluble in soil and out of reach for plants. Some sulphur oxidizing microorganisms reduce soil pH and transform phosphorus from insoluble to soluble form. In order to consider the effect of sulphur and *Thiobacillus* inoculant on soil pH decrease and increase in ability of phosphorus absorption, a greenhouse experience was carried out in factorial form and Randomized Complete Block Design (RCBD) containing 5 levels of elemental sulphur (200, 400, 600, 800 and 1000 kg/ha) and 3 levels of inoculant (without, 5 & 10 gram in pot with 10^7 bacteria per gram) with 3 replications in 1388-89. The results of variance analysis indicated that the effect of all ingredients on absorption of phosphorus and decrease of pH was significant in 1%. Mean of phosphorus in treatments without inoculant was 21 ppm, however in treatments with inoculant was 28 ppm and resulted to 33.33% increasing and sulphur and bacteria interaction resulted to 165% increase in ability of phosphorus absorption and soil pH decreased 1.05 unit. Increase in absorption of phosphorus by plant was significant, also increased dry matter of plant but it was not significant and it was because of experience error.

Keywords: Acidity, Inoculant, Phosphorus, Sulfur, *Thiobacillus* bacteria

* Corresponding Authors; Email: soil_science_tku@yahoo.com

