شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

تاثیر مخلوط گوگرد - مایه تلقیح *تیوباسیلوس* و برخی اسیدهای آلی بر فسفر قابل جذب خاک و فسفر گیاه سویا

فرشته چهکندی نژاد[1*]، مهدی سرچشمه‌پور[2]، مجید حجازی مهریزی[3]

[1]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[2] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[3]دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

دستیابی به پایداری کشاورزی و محیط زیست امری حیاتی تلقی می‌شود که نیازمند تحقیق و بررسی در زمینه مدیریت نهاده‌های کشاورزی و اثرات زیست محیطی آن می‌باشد. اسیدهای آلی نظیر اسید سیتریک و اسید اگزالیک در واکنش‌های ریزوسفر خاک، به‌ویژه در قابلیت جذب عناصر غذایی نقش مهمی را ایفا می‌کنند. استفاده از گوگرد به منظور کاهش pH خاک (حتی بطور موضعی) یکی از روش‌های افزایش حلالیت عناصر تثبیت شده و کارآیی کودها در خاک‌های آهکی محسوب می‌شود. این مطالعه با هدف بررسی تاثیر مخلوط گوگرد (سطح ۰/۳ درصد) میزان ۳ گرم به ازای هر کیلو گرم خاک و مایه تلقیح تیوباسیلوس (۴ گرم برای هر گلدان)، اسید سیتریک (غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، اسید اگزالیک (۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و تیمار شاهد به عنوان فاکتور اول و سه زمان اندازه‌گیری (۱، ۲ و ۳ ماه پس از کاشت) به عنوان فاکتور دوم بر فسفر قابل جذب خاک و گیاه سویا در یک خاک آهکی در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج بیشترین میزان قابلیت جذب فسفر در خاک از کاربرد اسید اگزالیک نسبت به شاهد به دست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین قابلیت جذب فسفر در ۲ ماه پس از کاشت گیاه بود. نتایج غلظت فسفر در گیاه نشان داد که بیشترین میزان غلظت فسفر در اندام هوایی در تیمار مخلوط تیوباسیلوس و گوگرد در ۳ ماه پس از کاشت به دست آمد.

کلمات کلیدی: زمان برداشت، تیمار بیولوژیکی و آلی، قابلیت جذب فسفر

مقدمه

مواد مادری آهکی و کم بودن نزولات آسمانی سبب تحول و پیدایش خاکهای آهکی و قلیایی در اکثر نقاط ایران شده است. بررسی وضعیت عناصر غذایی در خاکهای آهکی و قلیایی نشان می‌دهد که علیرغم وجود مقادیر فراوان برخی از عناصر غذایی (مانند فسفر، روی و آهن) در این خاکها، فرم محلول و قابل جذب این عناصر کمتر از مقدار لازم برای رشد و نمو مناسب گیاه بوده و کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل محدود کننده تولید محصول در این خاک‌ها محسوب می‌شود (Modaihsh و همکاران، ۱۹۸۹؛ Pathirathna و همکاران، ۱۹۸۹؛Tisdal و همکاران، ۱۹۹۳). در خاک-های آهکی ایران، کاربرد ترکیباتی که در طولانی‌مدت منجر به کاهش pH خاک شوند، در اولویت قرار دارند. کاهش pH در خاک‌های آهکی باعث افزایش غلظت عناصر غذایی ضروری مانند فسفر، آهن، روی و منگنز در محلول خاک می‌شود. ریشه گیاهان و ریزجانداران برخی از اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم مانند اگزالیک اسید، سیتریک اسید و مالیک اسید را به محلول خاک ترشح می‌کنند (Patrik و همکاران، ۲۰۰۵). گوگرد نیز یکی از محصولات جانبی صنایع نفت و گاز است که سالانه بیش از یک میلیون تن در کشور تولید می‌شود (امیر مکری و ملکوتی ۱۳۸۲). این ماده هنگامی اثر بخش و مفید خواهد بود که در خاک به مقدار و سرعت کافی اکسید گردد. اکسیداسیون گوگرد عمدتا بیولوژیکی بوده و باکتری‌های تیوباسیلوس از جمله مهمترین اکسیدکنندگان این ماده می‌باشند. این باکتریها با اکسیداسیون گوگرد، علاوه بر تامین انرژی مورد نیاز خود، تولید اسید سولفوریک کرده و pH محیط را کاهش می‌دهند (Yang و همکاران، ۲۰۰۸؛ Vidyalakshmi و Sridar 2007). استفاده از مواد اسیدی نظیر اسید سولفوریک و گوگرد عنصری که بتواند pH خاک را حداقل در مقیاس کوچک در اطراف ریشه‌ها کاهش داده و قابلیت جذب عناصر غذایی از قبیل فسفر، آهن و روی را افزایش دهد، به عنوان یک راهکار عملی و موثر توصیه شده است (Besharati، ۲۰۱۶).

* ایمیل نویسنده مسئول: f.chahkandi95@gmail.com

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تاثیر تیمار بیولوژیکی، آلی و زمان برداشت بر افزایش قابلیت جذب فسفر خاک و گیاه سویا در یک خاک آهکی به صورت فاکتوریل در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اول (شامل مخلوط ۳ /۰ درصد (خاک) گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس به مقدار ۴ گرم بر کیلوگرم خاک (به صورت جامد و ترکیبی از پرلیت بوده است) از شرکت زنجان شیمی تهیه گردید ، اسید سیتریک با غلظت ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم، اسید اگزالیک با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (حسنی و همکاران ۱۳۹۷) و تیمار شاهد و فاکتور دوم (شامل سه زمان اندازه‌گیری ۱، ۲ و ۳ ماه پس از کاشت) می‌باشد. یک نمونه خاک غیرزراعی با مقدار فسفر کل بالا و فسفر قابل جذب نسبتا پایین جمع‌آوری و پس از هوا خشک کردن و کوبیدن، از الک ۲ میلی‌لیتری عبور داده و جهت اندازه‌گیری‌های لازم به آزمایشگاه منتقل شد. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل بافت به روش هیدرومتری، واکنش خاک در گل اشباع به وسیله pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع به وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، کربن آلی به روش والکلی و بلاک (Walkley و Black، 1934)، فسفر قابل استفاده با عصاره‌گیری به روش اولسن (Olsen و همکاران، ۱۹۵۴) و فسفر کل به روش ساندرز و ویلیام اصلاح شده توسط Walker و Adams (1958) تعیین شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

خصوصیات	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	pH	EC $dS.m^{-1}$	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب $mg.kg^{-1}$	فسفر کل $mg.kg^{-1}$
مقدار	۵۸/۳	۳۱/۵	۱۰/۲	۷/۸	۱/۶	۰/۳۷	۹/۶	۴۱۱/۸

آماده‌سازی گلدانها و کاشت گیاهان

ابتدا بذرهای گیاه سویا با الکل ضدعفونی و به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند و سپس در پارچه مرطوب به مدت پنج روز جهت جوانه‌زنی در رطوبت مناسب نگهداری شدند. تیوباسیلوس از شرکت زنجان شیمی تهیه گردید به میزان چهار گرم به هر گلدان اضافه گردید و گوگرد پودری نیز با سطح ۰/۳ درصد به تیمارهای حاوی تیوباسیلوس اضافه و به‌خوبی مخلوط گردید و اسید سیتریک و اگزالیک هم با خاک مخلوط شدند. پس از اعمال تیمارهای مورد نظر در خاک و انتقال آنها به گلدانها، در هر گلدان پلاستیکی (۲/۵ کیلوگرم خاک در هر گلدان) تعداد هشت بذر کشت شد و بعد از دو هفته به چهار گیاهچه یکنواخت کاهش یافت. آبیاری گلدان‌ها بر اساس رطوبت ظرفیت زراعی مزرعه در شرایط گلخانه انجام شد. پس از پایان هر دوره رشد گیاه، گیاهان برداشت و جهت تعیین برخی ویژگی‌های رویشی و غلظت فسفر به آزمایشگاه انتقال یافتند. از هر گلدان نمونه خاک نیز تهیه و جهت تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک پس از کشت به آزمایشگاه منتقل شد. جهت استخراج فسفر قابل جذب خاک از بیکربنات سدیم ۰/۵ مولار (۸/۵ =pH) استفاده شد (Olsen، 1954). سپس میزان فسفر موجود در عصاره نمونه‌ها با استفاده از روش آبی مولیبدات Murphy و Riley (1952) پیشنهاد شده توسط Watanabe و Olsen (1956) اندازه‌گیری شد. برای تعیین فسفر موجود در عصاره‌های گیاهی از روش رنگ‌سنجی زرد مولیبدات-وانادات استفاده گردید. در نهایت داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شده و محاسبات آماری مورد نظر انجام شد. مقایسه میانگین آزمون LSD (در سطح ۵ درصد) و رسم نمودار به وسیله نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

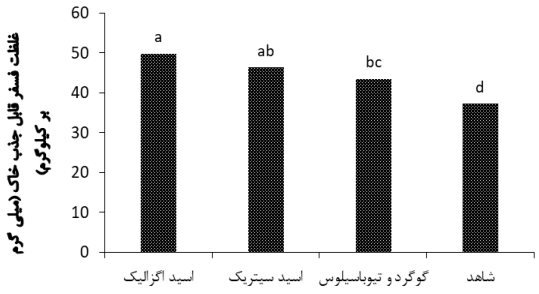
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فسفر قابل جذب خاک به‌طور معنی‌داری در سطح ۰/۱ درصد تحت تاثیر تیمار بیولوژیکی و آلی و زمان برداشت گیاه قرار گرفت و اثرات متقابل تیمار و زمان بر میزان فسفر معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر مخلوط تیوباسیلوس – گوگرد، اسیدهای آلی و زمان برداشت بر غلظت فسفر گیاه و خاک

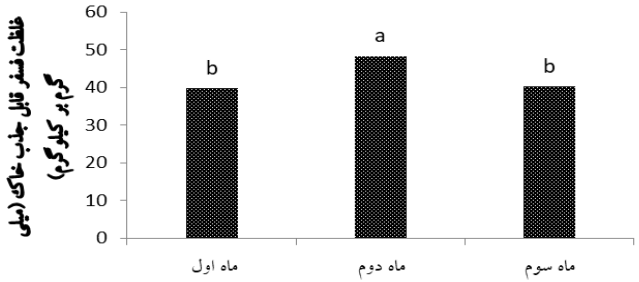
منبع تغییرات	درجه آزادی	غلظت فسفر قابل جذب خاک	غلظت فسفر اندام هوایی	غلظت فسفر ریشه
تیمار کودی	۳	۲۰۱/۱۳***	۰/۰۰۷۵***	۰/۰۰۱۸۷ns
زمان	۲	۴۲۲/۰۵***	۰/۰۰۹۹***	۰/۰۵۷۵***
تیمار × زمان	۶	۴۸/۰۲۸ns	۰/۰۰۲۵***	۰/۰۰۳۲۲**
خطا	۲۴	۲۶/۵۹	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۱۰۵
ضریب تغییرات	-	۱۲/۰۷	۲۱/۱۸	۲۵/۱۰

ns ، *** ، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار بودن و اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد ، ۱ درصد و ۵ درصد

کاربرد اسید اگزالیک سبب افزایش معنی‌دار فسفر قابل جذب خاک در مقایسه با تیمار شاهد شد. بیشترین مقدار فسفر قابل جذب خاک در تیمار اسید اگزالیک (۴۹/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اندازه‌گیری شد که به‌جز اسید سیتریک با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین میزان فسفر متعلق به شاهد با میزان ۳۷/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (شکل ۱). بیشترین مقدار فسفر قابل جذب خاک در ماه دوم (۴۸/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اندازه‌گیری شد که با ماه اول و سوم تفاوت معنی‌داری را نشان داد. کمترین مقدار فسفر قابل جذب خاک در ماه اول با مقدار ۳۹/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم حاصل شد (شکل ۲). اثر زمان میانگین ۴ تیمار است تیوباسیلوس در ماه اول اثر ندارد و اثر آن تدریجی است در ماه دوم فسفر قابل جذب بیشتر بوده که به دلیل اثر تدریجی تیمارها بوده که در تیوباسیلوس بیشتر است. چون داده‌ها میانگین ۳ ماه است و حجم زیادی از ریشه خاک گلدان‌ها را احاطه کرده و تغییرات محیط ریزوسفر هم بوده است می‌تواند دلیل بر بالا بودن تیمار شاهد باشد ولی اختلاف بین تیمارها معنی‌دار است. Khademi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک و اگزالیک در شرایط کمبود عناصر نسبت به بقیه اسیدها به مقدار نسبتا زیادی از ریشه گیاهان آزاد شده و در افزایش حل‌پذیری عناصر غذایی در ریزوسفر مشارکت دارند. این اسیدها به علت داشتن گروه‌های کربوسیلیک قادرند با این کاتیون‌های فلزی تشکیل کمپلکس محلول بدهند این اسیدها با کاهش مقدار pH خاک باعث حل‌پذیری ترکیبات نامحلول محتوی این عناصر می‌شوند.

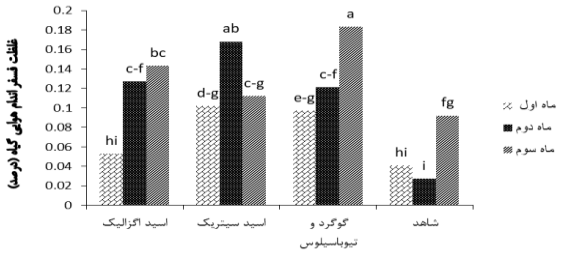


شکل ۱ نمودار تاثیر تیمارهای آلی و بیولوژیک بر فسفر قابل جذب خاک

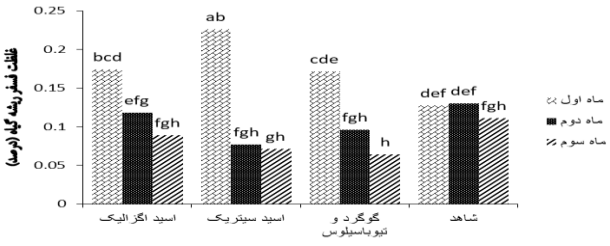


شکل ۲ نمودار تاثیر زمان بر فسفر قابل جذب خاک

غلظت فسفر اندام هوایی به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر اثرات تیمار و زمان برداشت گیاه و اثرات متقابل تیمار و زمان در سطح ۰/۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). نتایج نشان داد بیشترین میزان غلظت فسفر در گیاه در تیمار مخلوط تیوباسیلوس - گوگرد در ۳ ماه پس از کاشت گیاه با میانگین ۰/۱۸۳ درصد بود که به‌جز اسید سیتریک در ۲ ماه پس از کاشت با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد (شکل ۳). غلظت فسفر در ریشه تحت تاثیر زمان برداشت در سطح ۰/۱ درصد و اثرات متقابل تیمار و زمان در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). حداکثر میزان غلظت فسفر در ریشه مربوط تیمار اسید سیتریک در ماه اول با میانگین ۰/۲۲۶درصد می‌باشد که به‌جز اسید اگزالیک در ۱ ماه پس کاشت با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل ۴). در اندام هوایی با گذشت زمان غلظت فسفر افزایش پیدا کرده و در ریشه با گذشت زمان غظت فسفر کاهش پیدا کرده که نشان می‌دهد فسفر از ریشه به اندام هوایی منتقل شده است و تغییرات عکس هم هستند. اسیدهای آلی احتمالا با کاهش مقدار pH خاک باعث افزایش انحلال فسفر در خاک شده و به جذب بهتر آن کمک کرده‌اند. با توجه به اینکه عنصر فسفر فاقد منبع مشخصی در خاک می‌باشد و بر خلاف عناصر پرمصرف دیگر دارای حداقل تحرک در خاک است (Sarikhani و همکاران، ۲۰۱۴)، لذا می‌تواند جهت تامین فسفر گیاهان موثر واقع شود.



شکل ۳ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل مخلوط تیوباسیلوس – گوگرد، اسیدهای آلی و زمان برداشت بر غلظت فسفر اندام هوایی گیاه (ستون‌های دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار نیستند)



شکل ۴ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل مخلوط تیوباسیلوس – گوگرد، اسیدهای آلی و زمان برداشت بر غلظت فسفر در ریشه گیاه (ستون‌های دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار نیستند)

بسیاری از محققین گزارش کرده‌اند اکسیداسیون گوگرد و تولید اسید سولفوریک باعث کاهش pH خاک و افزایش دسترسی به فسفر و عناصر کم مصرف می‌شود و باکتری تیوباسیلوس باعث تسریع این فرایند می‌شود (Tisdal و همکاران، ۱۹۹۳). در گزارش بشارتی و همکاران (۱۳۸۹) نیز تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و مقدار فسفر جذب شده توسط بخش هوایی گندم تاثیر مثبت گذاشت.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که اسیدهای آلی باعث افزایش غلظت فسفر قابل جذب خاک در مقایسه با تیمار شاهد شدند. بنابراین کاربرد اسیدهای آلی در خاکهای زراعی آهکی برای افزایش قابلیت جذب فسفر می‌تواند مفید باشد. اثرات گوگرد چون تدریجی بوده می‌تواند ناشی از اکسیداسیون تدریجی گوگرد و جذب تدریجی آن باشد.

منابع

امیر مکری، ه.، و ملکوتی م. ج. ۱۳۸۲. نگاهی به صنعت تولید و مصرف گوگرد و نقش آن در کشاورزی، نشریه شماره ۳۲۴.

بشارتی، ح.، سادات نوری، س.ا. بردیا نیکنیایی، ا. ایران‌نژاد، ح. اکبری، ع. فلاح نصرت‌آبادی، ع. ر: ۱۳۸۹. بررسی کارایی گوگرد و مایه تلقیح باکتری‌های جنس تیوباسیلوس بر جذب فسفر و عملکرد گندم در خاک‌های آهکی مختلف. تحقیقاتی آب و خاک ایران: ۱، ۴۱، صفحات ۱۲۹-۱۲۱.

حسنی، ا.، اعتمادیان، م.، نورزاده حداد، م.، حنیفه‌ئی، م. ۱۳۹۷. تأثیر کاربرد برخی اسیدهای آلی بر ویژگی‌های رشدی و غلظت عناصر غذایی ذرت علوفه‌ای. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۳۲، ۳، صفحات ۵۵۸-۵۴۷.

Ezawa T., Smith S.E., and Smith F.A. 2002. P metabolism and transport in AM fungi. Plant and Soil, 244:221-230.

Khademi Z., Jones D. L., Malakouti M. J., Asadi F., and Ardebili M. 2009. Organic acid mediated nutrient extraction efficiency in three calcareous soils. Australian Journal of Soil Research, 47:213-220.

Modaihsh, S., W. A. Al-mustafa, and Metwally, A. E. 1989. Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil, 116:95-101.

Mukherjee, D and Singh, R. K. 2002. Influence Sulfur, iron and silicon nutrition on growth and yield of irrigated mustard. Haryana J. Agron. 18 (1 and 2): 2-50.

Olsen, S. R., Cole, C. V., & Watanabe, F. S. Dean, LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA. Circ*, 939-943.

Pathirathna, L. S. S., U. P. De. S. Waidyanatha, and O. S. Peries. 1989. The effect of apatite and elemental sulfur mixtures on the growth and P content of Centrocema pubescent. Fertilizer Research, 21:374.

Patrik, A. W., V. Hees, D. L. Jones, G., Jenteschk, and Godbold, D. L. 2005. Organic acid concentrations in soil solution: Effect of young coniferous trees and ectomycorrhizal fungi. Soil Bio. Biochem, 37:771776.

Raghothama, K. G., & Karthikeyan, A. S. 2005. Phosphate acquisition. *Plant and Soil*, *274*(1-2), 37.

Tisdale, S. L., W. L. Nelson, J. D. Beaton and Havlin, J. L. 1993. Soil Fertility and fertilizers. 5th ed. Mcmillon Publishing Co. New York.

Vidyalakshmi, R., and Sridar, R. 2007. Isolation and characterization of sulphur oxidizing bacteria. J. of Culture Collections, 5: 73-77.

Walker, T. W., & Adams, A. F. R. 1958. Studies on soil organic matter: I. Influence of phosphorus content of parent materials on accumulations of carbon, nitrogen, sulfur, and organic phosphorus in grassland soils. Soil science, 85(6), 307-318.

Walkley, A., & Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, 37(1), 29-38.

Yang, Z., S. Haneklaus, B. R. Singh, and E. Schnug. 2008. Effect of repeated applications of elemental sulfur on microbial pollution, sulfate concentration, and pH in soils. Communications in soil Sci.& plant Anal, 39(1&2): 124-14

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil genesis and classification

Soil Biology and Biofertilizers

Effect of sulfur- *Thiobacillus* inoculum and some organic acids on soil available P and soybean Pconcentratio

Chahkandi Nezhad, F.,[*1] Sarcheshmehpour[2], M., Hejazi Mehrizi[3], M

[1] M. Sc. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

Abstract

Achieving agricultural and environmental sustainability is considered vital, which requires the realization and management of agricultural inputs and their environmental impacts. Organic acids such as citric acid and oxalic acid play an important role in soil rhizosphere reactions, especially in the absorption of nutrients. The use of sulfur to reduce the pH of the soil (even topically) is one of the methods for increasing the solubility of the stabilized elements and the efficiency of fertilizers in calcareous soils. The condition of exploiting the potential of sulfur is the presence of microorganisms oxidizing this material, especially the bacteria of *Thiobacillus* genus in the soil. In the present study, the effects of two factors include including control, *Thiobacillus* (4 $g.kg^{-1}$) and sulfur (levels 0/3 %), citric acid (concentration of 150 $mg.kg^{-1}$) and oxalic acid (concentration of 150 $mg.kg^{-1}$) and time of measurement (1, 2 and 3 after planting) were investigated on increasing soil phosphorus absorption and plant in a calcareous soil. To obtain this aim, a completely randomized design with 3 replications was performed in a research greenhouse of Shahid Bahonar University of Kerman. Based on the result, the highest phosphorous absorbability was detected in treated soil by oxalic acid than control. The results showed that the highest available phosphorous in soil was found two months after planting. showed The highest concentration of phosphorus in the shoot was observed in the treatment of thiobacillus and sulfur 3 months after planting.

Keywords: Time, Biological and organic treatments, phosphorus absorption

[*] Corresponding author, Email: f.chahkandi95@gmail.com