تأثیر گوگرد، تیوباسیلوس و فسفر بر تغذیه‌ی پتاسیم و منگنز نهال پسته

مرضیه سادات جزائری [۱]، عبدالرضا اخگر [۲]، مهدی سرچشمه‌پور [۳] و حامد شهابی [۴]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ۲- استادیار علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ۳- استادیار علوم خاک دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
در در سال‌های اخیر استفاده از گوگرد و تیوباسیلوس به منظور اصلاح pH و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هدف از پژوهش فوق نیز کاربرد گوگرد، فسفر و تیوباسیلوس بر تغذیه منگنز و پتاسیم نهال پسته است. آزمایش براساس طرح آماری فاکتوریل کامل تصادفی با تیمارهای سه سطح فسفر (بدون کود فسفری، ۲۰۰۰ میلی‌گرم خاک فسفات درکیلوگرم خاک و ۶۷ میلی‌گرم کود سوپرفسفات‌تریپل درکیلوگرم خاک)، دو سطح گوگرد (صفر و ۲۰۰۰ میلی‌گرم گوگرد درکیلوگرم خاک) و دو سطح مایه‌تلقیح تیوباسیلوس (بدون تلقیح و تلقیح با تیوباسیلوس) درسه تکرار به‌اجرا درآمد. بر طبق نتایج به‌دست آمده گوگرد افزایش معنی‌داری را در غلظت پتاسیم و منگنز نشان داد، در حالیکه تیمار کودهای فسفاته منجر به کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم گردید. همراهی گوگرد با سطوح فسفر نیز باعث افزایش معنی‌دار غلظت منگنز اندام هوایی شد. بیشترین جذب منگنز نیز از مصرف گوگرد همراه با مایه‌تلقیح تیوباسیلوس به‌دست آمد.

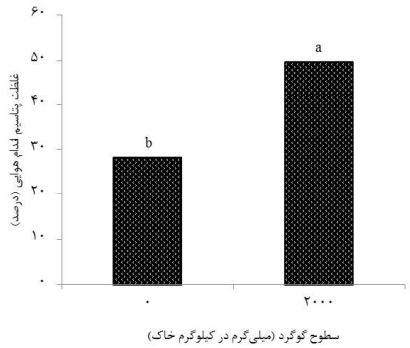
واژه های کلیدي: پتاسیم، پسته، تیوباسیلوس، گوگرد، منگنز

مقدمه
در اکثر نقاط ایران، وجود مواد مادری آهکی و کم بودن نزولات آسمانی، سبب پیدایش وگسترش خاک‌های آهکی و قلیایی شده است که مناطق پسته‌کاری نیز در این بخش قرار گرفته‌اند. با وجود فراوانی عناصر غذایی در این گونه از خاک‌ها، به دلیل وضعیت بازی و pH بالا، فرم محلول و قابل جذب این عناصر کمتر از مقدار لازم برای رشد مناسب گیاه بوده که باعث می‌شود تولید محصول در سطح بازدهی مطلوب با مشکلاتی مواجه گردد. استفاده از مواد اسیدزا هم‌چون گوگرد یکی از راه‌کارهای اصلاح pH خاک‌های آهکی محسوب می‌شود. به خاک‌های آهکی که ۳۰% وزنی کربنات کلسیم داشته باشند می‌توان کمتر از ۵% وزنی گوگرد اضافه نمود بدون آن‌که تأثیر سوئی بر راندمان رشد گیاه داشته باشد (Tyagi et al., ۱۹۹۴). البته با توجه به کند بودن سرعت اکسایش گوگرد در خاک و با توجه به مسائل اکولوژیک و جنبه‌های کشاورزی پایدار استفاده از گوگرد به همراه ریزجانداران اکسیدکننده‌ی آن در بسیاری از موارد نتایج سودمندی را در اصلاح خاک و بهبود وضعیت تغذیه گیاه به‌دنبال داشته است. باکتری‌های جنس تیوباسیلوس از مهمترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک به شمار می‌آیند. در این رابطه گزارش شده که کاربرد گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس و با نسبت‌های مختلفی از کود دامی در طی سه سال، توانست توانایی نخل خرما را در جذب عناصر غذایی نظیر منگنز و پتاسیم افزایش دهد (دیالمی و محبی ۱۳۸۹). بنابراین پژوهش فوق به منظور بررسی وضعیت تغذیه‌ای پتاسیم و منگنز نهال پسته همراه با کاربرد گوگرد، تیوباسیلوس و کودهای فسفاته صورت پذیرفت.

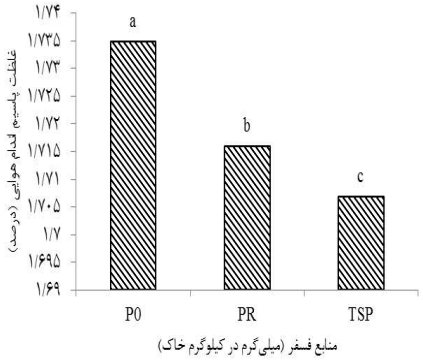
مواد و روش‌ها
این آزمون در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با در نظر گرفتن دو سطح باکتری (بدون تلقیح (T_0) و تلقیح با جدایه‌ی منتخب تیوباسیلوس (T_1))، دو سطح گوگرد (صفر (S_0) و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (S_1)) و سه سطح فسفر (بدون کود فسفری (P_0)، ۲۰۰۰ میلی‌گرم خاک فسفات در کیلوگرم خاک (PR) و ۶/۶۶ میلی‌گرم کود سوپرفسفات تریپل در کیلوگرم خاک (TSP)) در سه تکرار انجام شد. برای کشت گیاه، نمونه خاک ۳۰-۰ سانتی‌متری از منطقه داوران تهیه گردید که به نسبت دو به یک با شن شسته شده با اسید مخلوط گردید. به منظور اعمال تیمارهای مذکور، مقدار لازم از هر یک با ۴ کیلوگرم از خاک تهیه شده به خوبی مخلوط گردید. در هر گلدان که محتوي ۴ کیلوگرم خاک تیمار شده بود تعداد پنج بذر پسته رقم بادامی ریز زرند جوانه‌دار شده کشت گردید. یک ماه پس از کشت و پس از استقرار کامل نهال‌ها، در هر گلدان تعداد سه نهال که از نظر اندازه مشابه بودند نگه داشته شدند. سپس مایه تلقیح تیوباسیلوس، به گلدان‌ها اضافه گردید. نیتروژن و پتاسیم نیز از منابع نیترات آمونیوم و کلرید پتاسیم به میزان ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و به صورت تقسیط در سه نوبت به تمامی گلدان‌ها داده شد. گلدان‌ها به مدت شش ماه در شرایط گلخانه با حفظ ۷۰ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه نگه‌داری شدند. برای برداشت، ابتدا بخش هوایی نهال‌ها از محل طوقه قطع و سپس توسط آب معمولی و آب مقطر شسته و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. نمونه‌های خشک شده ابتدا پودر گردیده و به‌روش خشک سوزانی عصاره‌گیری انجام شد. غلظت پتاسیم و منگنز اندام هوایی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تجزیه واریانس کلیه داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای آماری MSTATC و MINITAB صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر اصلی گوگرد، منابع فسفر و اثر متقابل منابع فسفر-تیوباسیلوس بر غلظت پتاسیم اندام هوایی و اثر اصلی تیوباسیلوس و اثر متقابل منابع فسفر-گوگرد و گوگرد-تیوباسیلوس بر جذب پتاسیم اندام هوایی تأثیر معنی‌داری داشت. کاربرد گوگرد رابطه‌ی سینرژیستی را با غلظت پتاسیم اندام هوایی نشان داد و باعث افزایش گردید آن (شکل ۱). pH با غلظت پتاسیم اندام هوایی هم‌بستگی منفی معنی‌داری نشان داد (jazaeri, ۲۰۱۲). نتایج پژوهشی بر روی ۴۰ نخل خرمای بارور نشان داد کاربرد گوگرد به همراه کودهای آلی و شیمیایی باعث افزایش غلظت پتاسیم در برگ شد (Awad and Badawi, ۲۰۰۳). در شکل ۲ اثر اصلی منابع فسفر بر غلظت پتاسیم اندام هوایی نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد استفاده از هر دو منبع کودی فسفر باعث کاهش غلظت پتاسیم اندام هوایی گردیده به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم در تیمار شاهد به‌دست آمد.

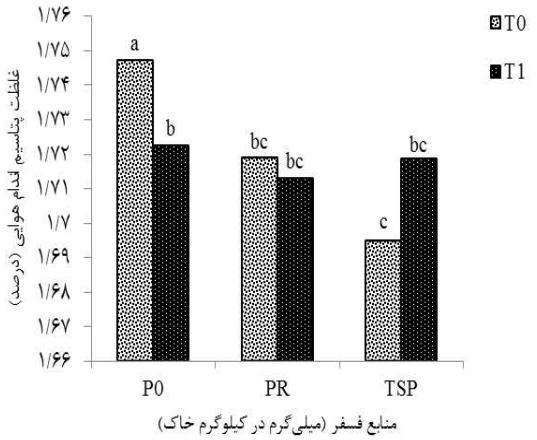


شکل ۱- تأثیر کاربرد گوگرد بر غلظت پتاسیم اندام هوایی



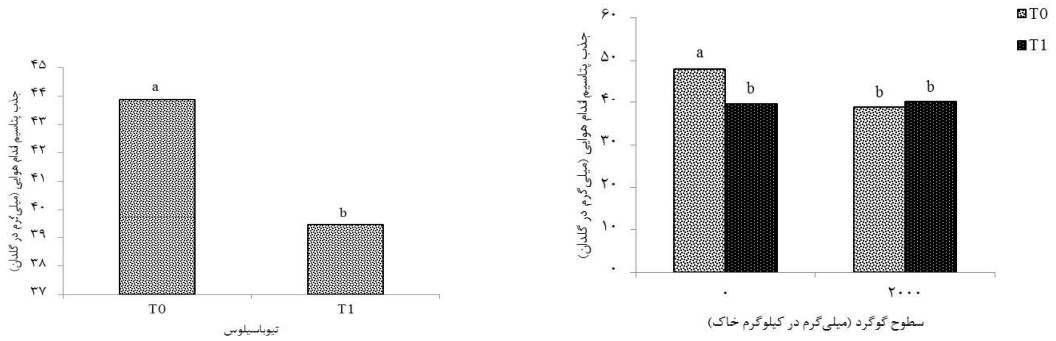
شکل ۲- تأثیر کاربرد منابع فسفر بر غلظت پتاسیم اندام هوایی

تأثیر منفی کاربرد منابع فسفر بر غلظت پتاسیم، در بررسی اثر متقابل منابع فسفر-تیوباسیلوس نیز قابل ملاحظه می‌باشد به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم در تیمار شاهد به دست آمد و بعد از آن تیمار $P.T_1$ (استفاده از مایه تلقیح تیوباسیلوس و بدون کاربرد هیچ منبع کودی فسفر) مشاهده شد. احتمالاً باکتری تیوباسیلوس تأثیر مثبتی بر غلظت پتاسیم داشته به طوری که کاربرد مایه تلقیح تیوباسیلوس در هر دو تیمار کود فسفره باعث افزایش غلظت پتاسیم شده و با تیمار $P.T_1$ در یک سطح آماری قرار گرفتند. کمترین غلظت پتاسیم نیز با کاربرد سوپر فسفات تریپل و بدون تلقیح تیوباسیلوس به دست آمد (شکل ۳).

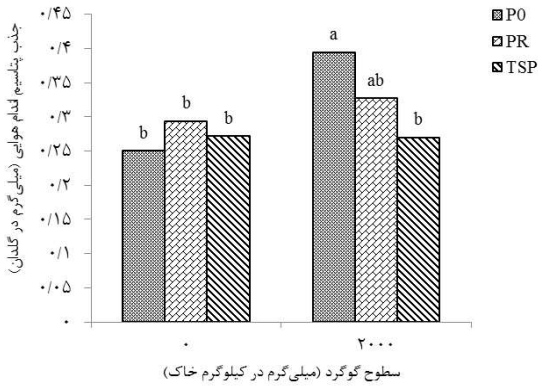


شکل ۳- اثر متقابل منابع فسفر-تیوباسیلوس بر غلظت پتاسیم اندام هوایی
P۰: سطح صفر فسفر، PR: خاک فسفات، TSP: سوپرفسفات تریپل
T۰: سطح صفر تیوباسیلوس، T۱: مایه تلقیح تیوباسیلوس

اثر اصلی مایه تلقیح تیوباسیلوس (شکل ۴) و اثر متقابل گوگرد-تیوباسیلوس (شکل ۵) جذب پتاسیم اندام هوایی را کاهش داد به‌طوری که بیشترین میزان این صفت در شاهد گزارش شد این ممکن است به دلیل کاهش وزن خشک اندام هوای توسط تیمارهای مذکور باشد (jazaeri, ۲۰۱۲). با بررسی اثر متقابل منابع فسفر-گوگرد مشاهده گردید که بیشترین جذب پتاسیم مربوط به تیمار P۰S۱ بود که با تیمار PRS۱ تفاوت معنی‌داری نداشت و این تیمار نیز با سایر تیمارها در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۶).

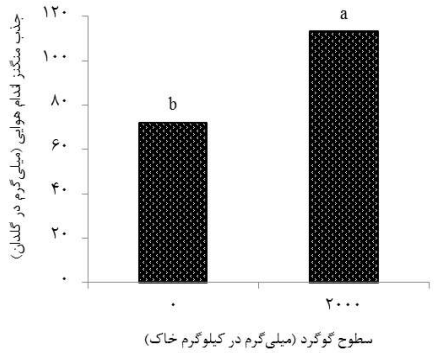


شکل ۴- تأثیر کاربرد تیوباسیلوس بر جذب پتاسیم اندام هوایی شکل ۵- اثر متقابل گوگرد-تیوباسیلوس بر جذب پتاسیم اندام هوایی T۰: سطح صفر تیوباسیلوس، T۱: مایه تلقیح تیوباسیلوس

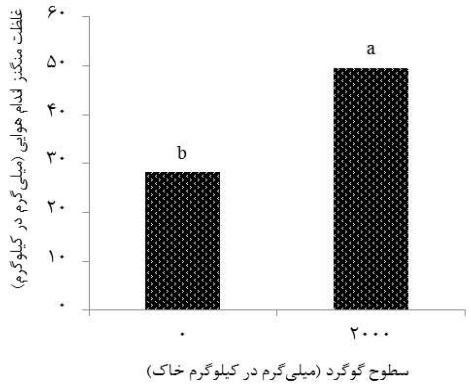


شکل ۶- اثر متقابل منابع فسفر-گوگرد بر جذب پتاسیم اندام هوایی
P۰: سطح صفر فسفر، PR: خاک فسفات، TSP: سوپرفسفات تریپل

نتایج پژوهش نشان داد که اثر اصلی گوگرد و اثرات متقابل منابع فسفر-گوگرد بر غلظت منگنز و اثر اصلی گوگرد و اثر متقابل گوگرد-تیوباسیلوس بر جذب منگنز اندام هوایی نهال‌های پسته تأثیر معنی‌داری داشت. تأثیر کاربرد گوگرد بر افزایش معنی‌دار جذب و غلظت منگنز اندام هوایی نهال پسته به ترتیب در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود غلظت این عنصر در تیمارهایی که گوگرد دریافت کرده بودند ۳۴/۷۶% نسبت به تیمارهایی که در آن‌ها گوگرد به کار نرفته بود افزایش نشان داد. هم‌بستگی منفی و معنی‌دار بین pH و غلظت و جذب منگنز اندام هوایی نهال‌های پسته به‌دست آمد (Jazaeri, ۲۰۱۲). کاربرد کودهای حاوی گوگرد می‌تواند باعث اسیدی شدن خاک گشته و در نهایت بر جذب عناصر غذایی و از جمله منگنز تأثیر گذار باشد ضمن اینکه غلظت‌های بالای Ca^{+2} و Mg^{+2} جذب شده در دیواره‌ی سلول به ویژه در pHهای بالای خاک می‌تواند جذب سطحی Mn^{+2} به دیواره‌های سلول و احتمال انتقال آن به داخل سلول را کاهش دهد (Havlin et al., ۲۰۰۷). در پژوهشی دیگر نیز، رابطه‌ی مثبتی بین افزایش سطوح گوگرد با جذب منگنز در هر سه مرحله‌ی نهال، رشد و بلوغ گندم به دست آمد (El-Fatah and Khaled, ۲۰۱۰). نتایج مشابهی نیز از تأثیر مصرف گوگرد بر افزایش معنی‌داری جذب منگنز توسط نخود گزارش شد محمد اسلام (۲۰۰۹).

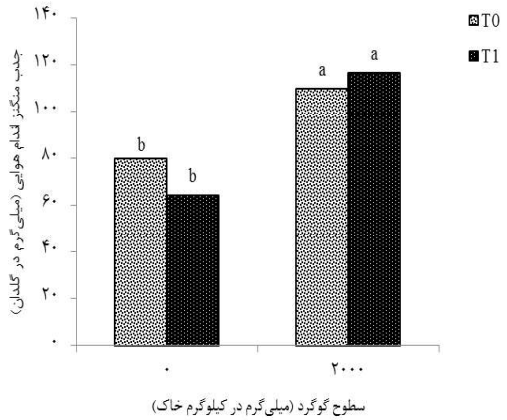


شکل ۷- تأثیر کاربرد گوگرد بر جذب منگنز اندام هوایی

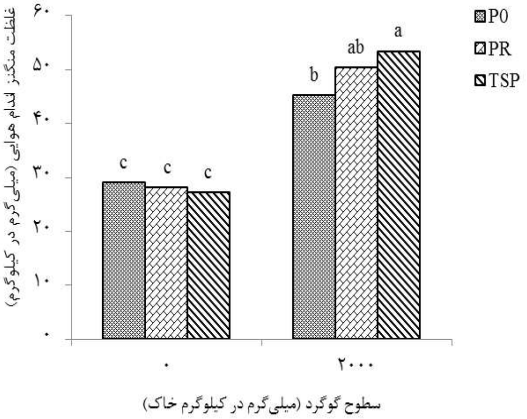


شکل ۸- تأثیر کاربرد گوگرد بر غلظت منگنز اندام هوایی

همان‌طور که در اثر متقابل منابع فسفر-گوگرد بر غلظت منگنز اندام هوایی مشاهده می‌گردد، سطوح فسفر بدون مصرف گوگرد کمترین غلظت منگنز اندام هوایی را در نهال‌های پسته ایجاد کرده است، اما کاربرد گوگرد در سطوح مختلف فسفر باعث افزایش معنی‌دار غلظت منگنز شده است (شکل ۹). با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق به نظر می‌رسد که کاربرد فسفر چه به صورت خاک فسفات و چه به صورت سوپرفسفات تریپل با منگنز رابطه‌ی آنتاگونیستی داشته باشد و کاربرد گوگرد در نتیجه رابطه‌ی سینرژیستی که با منگنز داشته است توانسته این اثر منفی را تعدیل کند. گزارش شده تأثیر آنتاگونیستی فسفر بر منگنز به طور مستقیم در مرحله‌ی جذب و/یا انتقال آن می‌باشد (Pedas et al., ۲۰۱۱). شکل ۱۰ اثر متقابل گوگرد-تیوباسیلوس را بر جذب منگنز اندام هوایی نشان می‌دهد. کاربرد گوگرد به همراه تیوباسیلوس بالاترین جذب منگنز را به خود اختصاص داد و بعد از آن تیمار S،T. قرار گرفت. تیماری که در آن تیوباسیلوس بدون گوگرد به کار رفته بود نتوانست جذب منگنز را افزایش دهد و با تیمار شاهد (S.T.) در یک سطح آماری قرار گرفت. در همین راستا نتایج مطالعاتی دیگر نشان داد کاربرد گوگرد پودری در مقادیر ۵ و ۱۰ تن در هکتار غلظت منگنز در برگ‌های خیار افزایش یافت و غلظت پایین‌تر منگنز در برگ‌های خیار توسط تیمارهای کنترل و پاراکوکوس ورسوتوس (باکتری اکسید کننده گوگرد) به ثبت رسید (Motior et al., ۲۰۱۱). در پژوهشی دیگر نیز گزارش شد افزایش سطوح گوگرد عنصری و هرزآب حاوی گوگرد را در یک خاک آهکی منجر به افزایش غلظت منگنز ذرت گردید (Kaya et al., ۲۰۰۹).



شکل ۹- اثر متقابل منابع فسفر-گوگرد بر غلظت منگنز



۱۰- اثر متقابل گوگرد-تیوباسیلوس بر جذب منگنز

P۰: سطح صفر فسفر، PR: خاک فسفات، TSP: سوپرفسفات تریپل

T۰: سطح صفر تیوباسیلوس، T۱: مایه تلقیح تیوباسیلوس

منابع

دیالمي.ح. و محبي، ع.ح. ۱۳۸۹. اثر کاربرد گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس و کود دامی بر میزان عناصر غذایی برگ و شاخص‌های رشد رویشی نهال‌های خرما رقم برحی. نشریه‌ی علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۸۹ تا ۱۹۴.

Awad M.A.S. and Badawi M.A. ۲۰۰۳. Effect of elemental Sulfur, some antioxidants and growth regulators on tolerance ability of in-vitro produced plantlets, and nutrient uptake, yield and fruit quality of mature Date Palm trees. Pp.۲۱-۲۸. Proceedings of the ۶th annual U.A.E. University research conference. Dubai, United Arab Emirates.

El-Fatah M.S. and Khaled S.M. ۲۰۱۰. Influence of organic matter and different rates of sulphur and nitrogen on dry matter and mineral composition of wheat plant in new reclaimed sandy soil. Journal of American Science, ۶: ۱۰۷۸-۱۰۸۴.

Jazaeri M.S. ۲۰۱۲. Isolation and effectiveness of *Thiobacillus* on phosphorous and some of micro nutrient uptake by Pistachio seedling. MSC thesis for Soil Science, Faculty of Agriculture Vali-E-Asr University of Rafsanjan.

Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L. and Nelson W.L. ۲۰۰۷. Soil fertility and fertilizers, an introduction to nutrient management, (۷th ed). Pearson Education Inc. Singapore.

Islam M., Ali S. and Hayat R. ۲۰۰۹. Effect of integrated application of phosphorus and sulphur on yield and micronutrient uptake by chickpea (*Cicer arietinum*). International Journal of Agriculture and Biology, ۱۱: ۳۳-۳۸.

Kaya M., Kü çü kyumuk Z. and Erdal I. ۲۰۰۹. Effects of elemental sulfur and sulfur-containing waste on nutrient concentrations and growth of bean and corn plants grown on calcareous soil. African Journal of Biotechnology, ۸: ۴۴۸۱-۴۴۸۹.

Motior M.R., Abdou A.S., Fareed H.Al., Khaled A.El., Awad M.A., Faruq G. and Sofian-Azirum M. ۲۰۱۱. Influence of elemental sulfur on nutrient uptake, yield and quality of cucumber grown in sandy calcareous soil. Australian Journal of Crop Science, ۵: ۱۶۱۰-۱۶۱۵.

Pedas P., Husted S., Skytte K. and Kofod Schjoerring J. ۲۰۱۱. Elevated phosphorus impedes manganese acquisition by barley plants. Frontiers in Plant Science, ۲: ۱-۱۲.

Tyagi R.D., Blais J.F., Deschenes L., Lafrance P. and Villeneuve J.P. ۱۹۹۴. Comparison of microbial sulfuric acid production in sewage sludge from added sulfur and thiosulfate. Journal of Environmental Quality, ۲۳: ۱۰۶۵-۱۰۷۰.

Abstract

In recent years, utilization of sulfur and Thiobacillus to correct the pH and increase the nutrient uptake is highly regarded. The aim of this study is the application of sulfur, Thiobacillus and phosphorus, on potassium and manganese nutrition to the pistachio seedling. The experiment statistical design of completely randomized factorial with treatments: phosphorus control, ۲۰۰۰ mg phosphate rock per kg soil and ۶۷ mg triple superphosphate per kg soil), two levels of elemental sulfur (۰ and ۲۰۰۰ mg sulfur per kg soil) and two levels inoculum (non-inoculation and Thiobacillus inoculation) in three replications was conducted. According to the results, sulfur showed significant increase in concentration of potassium and manganese, while the phosphate fertilizers treatment led to a significantly reduced the potassium concentration. Sulfur along with phosphorus levels increased concentration of manganese in shoot of pistachio seedling. The highest of Mn uptake was obtained from sulfur inoculated by Thiobacillus.

Keywords: Potassium, pistachio, Thiobacillus, sulfur, manganese