بررسی اثر گوگرد، منیزیم و تیوباسیلوس بر حاصلخیزی خاک و تغذیه سویا

الهه احسانی[1]، سعید جلالی هنرمند[2]، محمود خرمی‌وفا[2]، کیومرث صیادیان[3]، احمد اصغرزاده[4]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه

2- استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه

3- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

4- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

khoramivafa@gmail.com

چکیده

خاک‌های آهکی به کمبود عناصر وابسته به pH در طول رشد گیاه منجر می‌شوند. از اینرو به‌منظور بررسی تاثیر گوگرد، منیزیم و باکتری‌های اکسید کننده گوگرد، بر قابلیت جذب این عناصر و تغذیه سویا آزمایشی بصورت اسپیلیت پلات فاکتوریل در سال زراعی 1388 در کرمانشاه انجام گردید. فاکتورها شامل گوگرد (0، 750 و 1500 کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی، منیزیم (0، 75 و 150 کیلوگرم در هکتار) و باکتری تیوباسیلوس (0، 2 و 4 درصد) بصورت فاکتوریل بعنوان فاکتور فرعی بودند. بر اساس نتایج، گوگرد قابلیت جذب برخی عناصر غذایی و میزان آنها را در اندام رویشی افزایش داد.

کلمات کلیدی: **تیوباسیلوس، عناصر کم‌مصرف، گوگرد، منیزیم،pH**

مقدمه

در خاک‌های آهکی و قلیایی به علت وجود pH بالا و غلظت زیاد یون کلسیم، برخی از عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن و روی که قابلیت جذب آن‌ها وابسته به pH است، تثبیت شده، از دسترس گیاهان خارج می‌شوند. کاهش pH خاک (حتی به طور موضعی) یکی از روش‌های مؤثر و رایج مقابله با تثبیت عناصر غذایی در این خاک‌ها محسوب می‌شود. گوگرد متداول‌ترین و مقرون‌به‌صرفه‌ترین ماده اسیدزا است که با کاهش pH خاک به انحلال عناصر غذایی در محیط اطراف ریشه‌ها منجر می‌گردد (Kalbasi *et al.*, 1988). افزودن گوگرد به خاک به منظور تأمین نیاز گیاه به این عنصر یا اصلاح اراضی و یا بهبود وضعیت تغذیه گیاه از طریق آزاد شدن عناصر غذایی مثل فسفر، آهن، روی و ... هنگامی مؤثر و نتیجه‌بخش خواهد بود که گوگرد به میزان قابل توجهی در خاک اکسیده شود (Janzen and Bettany, 1987). حضور جمعیت کافی از میکروارگانیسم‌های اکسیدکننده گوگرد در خاک موجبات تشدید اکسیداسیون گوگرد، کاهش pH خاک، افزایش حلالیت عناصر غذایی و در نتیجه افزایش رشد گیاهان را فراهم می‌کند. باکتری‌های جنس تیوباسیلوس مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های اکسیدکننده گوگرد در خاک هستند (Rupela and Taura, 1973). 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 (Wainwright, 1984). هدف از این آزمایش بررسی تأثیر سطوح مختلف گوگرد، تیوباسیلوس و منیزیم بر مقدار قابل جذب فسفر، منیزیم و عناصر کم مصرف خاک و جذب این عناصر در سویا بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر گوگرد، منیزیم و تیوباسیلوس بر حاصلخیزی خاک و تغذیه سویا (رقم ویلیامز)، آزمایشی در سال 89-1388 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه به صورت اسپیلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. فاکتور اول سطوح گوگرد در سه سطح (0،750،1500 کیلوگرم در هکتار به صورت گوگرد عنصری)، فاکتور دوم منیزیم در سه سطح (0،75،150 کیلوگرم در هکتار به صورت سولفات منیزیم) و باکتری تیوباسیلوس در سه سطح (0، 2 و 4درصد بر حسب کیلوگرم گوگرد) با سه تکرار بود. هر کرت اصلی دارای 9 کرت فرعی به ابعاد 5/2×5 مترمربع و هر کرت فرعی شامل 5 خط کاشت به طول 5 متر و عرض 0/5 متر بود. بر اساس نمونه برداری خاک پیش از آزمایش از عمق 30-0 سانتیمتری، pH خاک 7/82 و میزان روی، آهن، منگنز، مس، فسفر و پتاسیم خاک به ترتیب 1/94، 5/94، 3/2، 1/9، 12/44 و 450 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. پخش عناصر غذایی مورد مطالعه پس از مخلوط کردن آن‌ها با یکدیگر بر اساس تیمار مورد نظر در هر کرت، به صورت دستی در کناره ی پشته-ها و درون جوی‌ها صورت گرفت. نمونه برداری از خاک به جهت بررسی میزان تغییرات عناصر غذایی، پس از برداشت انجام گرفت. در اواسط رشد نیز برگ‌های سویا از هر کرت برداشت شده و پس از خشک شدن در آون به مدت 48 ساعت در دمای 70 درجه، با آسیاب برقی پودر شدند تا تجزیه‌های شیمیایی لازم برای تعیین میزان عناصر در آن‌ها صورت گیرد. اندازه‌گیری عناصر خاک و گیاه بر مبنای روش‌های نشریه فنی موسسه تحقیقات آب و خاک کشور صورت گرفت (نشریه فنی موسسه آب و خاک کشور 1372). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین(به روش آزمون دانکن و در سطح احتمال 5 درصد) داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

pH خاک: اثر گوگرد بر pH خاک معنی دار بود (جدول1). استفاده از 1500 کیلوگرم گوگرد در هکتار pH را 1/80 درصد نسبت به شاهد کاهش داد. کاهش pH خاک در اثر مصرف گوگرد توسط (Muharrem et al, 2009) نیز گزارش شده است.

جدول 1: مقایسه میانگین‌های اثر اصلی گوگرد بر pH و عناصر قابل جذب خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)

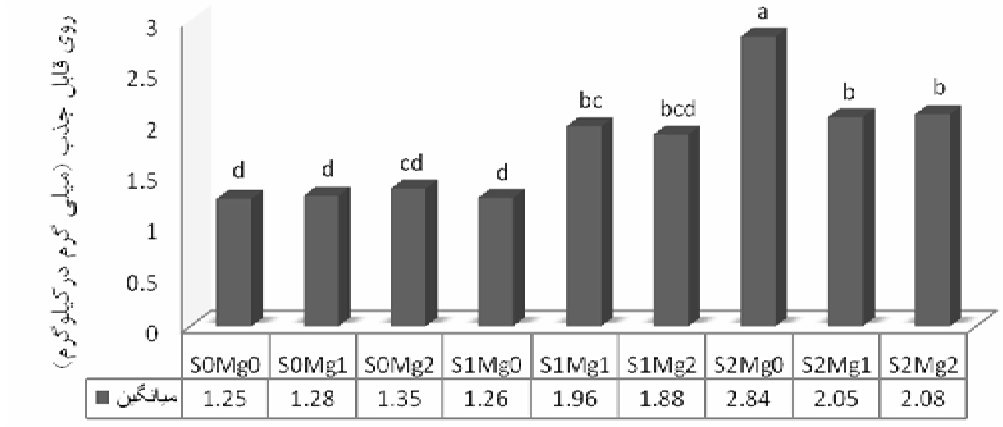
سطوح مصرف گوگرد [1]	pH	روی	منگنز	آهن	فسفر
0	7/76 a	1/29 c	7/25 b	16/44 b	7/87 c
750	7/70ab	1/7 b	7/36 b	20/26a	15/2 b
1500	7/62b	2/32 a	8/64 a	20/88 a	18/62 a

1- **کیلو گرم در هکتار. میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند**

عناصر اندازه‌گیری شده در خاک: بر اساس جدول 1 مصرف گوگرد میزان روی قابل جذب خاک را نسبت به شاهد بدون گوگرد به طور معنی‌داری افزایش داد. متوسط مقدار روی قابل جذب خاک در حالت عدم استفاده از گوگرد 1/29 و در صورت کاربرد 750 و 1500 کیلوگرم گوگرد در هکتار به‌ترتیب 1/7 و 2/32 میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد که هر سه تیمار با هم تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. (Kalbasi et al, 1988) در بررسی‌های مشابه به این نتیجه دست یافتند. گزارش‌های بشارتی کلایه (1382) نشان داد که مصرف گوگرد، تفاوت معنی‌داری بر روی قابل جذب خاک ایجاد نکرد. همچنین افزایش سطوح گوگرد و منیزیم باعث افزایش روی قابل جذب خاک شد (شکل1) که بیشترین میزان آن به تیمار S_2Mg_0 با میانگین 2/84 میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین میزان آن به تیمار S_0Mg_0 با میانگین 1/25 میلی‌گرم در کیلوگرم اختصاص دارد که با تیمارهای S_0Mg_1، S_0Mg_2 ، S_1Mg_0 از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت.

تیمارهای آزمایشی تأثیری بر مس قابل جذب خاک ایجاد نکردند. یافته‌های بشارتی (1382)، نشان داد که در اثر استفاده از گوگرد، مس قابل جذب خاک افزایش یافت. بر اساس نتایج آزمایش خاک اثر گوگرد بر مقدار آهن قابل جذب خاک به‌صورت معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین میانگین آهن به میزان 8/64 میلی‌گرم در کیلوگرم در سطح سوم مشاهده گردید که با سطح دوم و اول گوگرد تفاوت معنی‌داری داشت. در میان تمامی فاکتورها، اثر گوگرد بر مقدار منگنز قابل جذب خاک معنی‌دار بود. مصرف گوگرد در سطوح دوم و سوم، باعث افزایش میزان منگنز قابل جذب خاک گردید که این افزایش نسبت به شاهد، معنی‌دار بود و هر دو سطح نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را به ترتیب به میزان 23/23 و 27 درصد، نشان دادند. مقایسه میانگین‌های سطوح منیزیم نیز نشان داد که استفاده از منیزیم مقدار منیزیم قابل جذب خاک را بالا برد که استفاده از 75 و 150 کیلوگرم در هکتار منیزیم، مقدار منیزیم قابل جذب خاک را نسبت به شاهد 7/47 و 4/27 درصد افزایش داد (جدول 2). در اثر استفاده از منیزیم، افزایش در میزان منیزیم خاک در سه نوع خاک زیر کشت برنج مشاهده شد (Choudhury and Khanif, 2003). اثر گوگرد بر میزان فسفر قابل جذب خاک تأثیر معنی‌داری ایجاد کرد. مصرف 750 و 1500 کیلوگرم گوگرد در هکتار، میزان فسفر قابل جذب خاک را به ترتیب 49/39 و 72/40 درصد نسبت به شاهد افزایش داد.

شکل 1: مقایسه میانگین‌های اثر متقابل گوگرد و منیزیم بر میزان روی قابل جذب خاک



Mg_0 = عدم استفاده از منیزیم؛ Mg_1 و Mg_2 به‌ترتیب 75 و 150 کیلوگرم منیزیم درهکتار

S_0 = عدم استفاده از گوگرد؛ S_1 و S_2 به ترتیب مصرف 750 و 1500 کیلوگرم گوگرد در هکتار

جدول 2: مقایسه میانگین‌های اثر منیزیم بر میزان منیزیم قابل جذب خاک

سطوح	منیزیم (درصد)
Mg_0	2/81 b
Mg_1	3/02 a
Mg_2	2/93 ab

میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

Mg_0 = عدم استفاده از منیزیم؛ Mg_1 و Mg_2 به‌ترتیب 75 و 150 کیلوگرم منیزیم درهکتار

جدول3: مقایسه میانگین‌های اثر گوگرد بر غلظت عناصر جذب شده در برگ

سطوح مصرفی گوگرد [1]	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	منگنز(میلی‌گرم در کیلوگرم)	منیزیم (درصد)
صفر	30/71 b	196/43 b	0/39 b
750	31/45 b	227/85 b	0/57 a
1500	45/53 a	272/87 a	0/45 ab

1- کیلو گرم در هکتار. **میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند**

در اثر افزایش میزان گوگرد، غلظت روی جذب شده در برگ افزایش یافت. بطوریکه بیشترین میزان روی از سطح سوم گوگرد بدست آمد (45/53 میلی‌گرم در کیلوگرم)..

این نتایج با یافته‌های (Muharrem et al, 2009)، مطابقت دارد که افزایش میزان روی در لوبیا و ذرت در اثر افزایش کاربرد گوگرد مشاهده شد. در مقابل نتایج بشارتی کلایه (1377) در ذرت نشان داد که غلظت روی در بخش هوایی گندم در مقایسه با شاهد بدون گوگرد، کاهش یافته است. در مورد اثر متقابل روی با فسفر اکثر پژوهشگران بر این باورند که جذب روی در گیاه، با افزایش مقدار فسفر در خاک، کاهش می‌یابد. گروهی عکس این مطلب را درست می-پندارند و شماری نیز اثرات متقابل مزبور را ناچیز دانسته و دیگر عوامل مؤثر در رشد را در نسبت جذب فسفر و روی مؤثر می‌شمارند (ملکوتی و همایی، 1373). غلظت آهن و مس برگ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی تغییر معنی‌داری نشان ندادند. بشارتی (1382) در گندم مشاهده کرد که مصرف 500 کیلوگرم گوگرد در هکتار غلظت آهن را در بخش هوایی گندم نسبت به شاهد تغییری نداد ولی مصرف یک تن گوگرد در هکتار غلظت آن را به طور معنی‌داری کاهش داد. (Kaplan and Orman,1998) به افزایش غلظت آهن سورگوم در اثر کاربرد گوگرد اشاره داشتند.

مصرف 1500 کیلو گرم گوگرد در هکتار به ترتیب باعث 38/91 و 19/75 درصد افزایش در منگنز جذب شده در برگ نسبت به سطوح اول و دوم گردید.

بیشترین مقدار منیزیم در اندام هوایی با مصرف 750 کیلوگرم گوگرد در هکتار (0/57 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. بالا رفتن غلظت منیزیم در طی افزایش سطوح گوگرد می‌تواند به دلیل کاهش pH خاک و کاهش دفع آن از خاک باشد (Nakahara and Wada, 1994). بر طبق یافته‌های (Togay et al., 2008)، جذب منیزیم ساقه نخود با بالا

رفتن سطوح گوگرد مصرفی افزایش یافت. استفاده یا عدم استفاده از کود منیزیم تأثیری بر جذب منیزیم در گیاه نداشت. بر طبق بررسی‌های (Choudhury and Khanif, 2003)، دفع منیزیم از خاک، رابطه‌ی مثبتی با pH خاک دارد و شاید در pH های بالای خاک نیاز به استفاده از منیزیم در سطوح بالاتر آن وجود داشته باشد.
در اثر کاربرد گوگرد، میزان فسفر قابل جذب خاک افزایش یافت ولی این افزایش در بالا بردن غلظت فسفر برگ تأثیر چشم‌گیری نداشت. علت این امر می‌تواند حساسیت فوق العاده زیاد فسفر به pH خاک باشد. هر چند که pH در اثر کاربرد گوگرد کاهش یافته است ولی در pH بالاتر از 7/5 که عموما یون کلسیم فعال فراوانی حضور دارد، ترکیبات نامحلول عمدتا به صورت فسفات‌های کلسیم به وجود می‌آید (کوچک‌زاده و همکاران، 1384). و در صورت پایین بودن مقدار فسفر در خاک تأثیر گوگرد بر جذب آن مشخص‌تر خواهد بود. (Azzazy et al, 1994) در تحقیقات خود پی بردند که تلقیح خاک با باکتری تیوباسیلوس به همراه گوگرد جذب عناصر غذایی مثل روی، منگنز و آهن در زیتون را نسبت به حالتی که گوگرد به تنهایی استفاده شده بود افزیش داد. در شرایطی که آهک و رس خاک خیلی زیاد باشد و خاک ظرفیت بافری بسیار بالایی داشته باشد، ممکن است اثرات مفید و مثبت کاربرد مایه تلقیح تیوباسیلوس در افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک و پاسخ گیاه چندان بارز و مشهود نباشد (بشارتی، 1382).

منابع

بشارتی ح، 1377. بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه‌های تیوباسیلوس در قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی در خاک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

بشارتی ح، 1382. تهیه ماده نگه دارنده مناسب برای کنترل باکتری‌های جنس تیوباسیلوس و مطالعه اثرات متقابل آن‌ها با قارچ-های مایکوریزا آربوسکولار بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم، پایان‌نامه دکترا، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

ملکوتی م ج و م همایی، 1373. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک ((مشکلات و راه حل‌ها)). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

بی‌نام، نشریه فنی موسسه آب و خاک کشور. 1372. روش‌های تجزیه گیاه و خاک. شماره 982 و 893.

کوچک‌زاده ی، ملکوتی م ج و خاوازی ک، 1384. نقش گوگرد، تیوباسیلوس، حل کننده‌های فسفات و مواد آلی در تأمین فسفر مورد نیاز ذرت از خاک فسفات. خاوازی ک، اسدی رحمانی ه و ملکوتی م ج، ضرورت تولید صنعتی کودهای زیستی در کشور (مجموعه مقالات). انتشارات سنا.

Azzazy MA, Makhsoud MA and Haggag LF, 1994. Biological farming and sulfur application for improvement of Fe, Zn and Mn uptake by guava (*Psidium guajava L.*) seedlings grown on calcareous soil. Annals of Agricultural Science. 39: 731-738.

Choudhury ATMA and Khanif YM, 2003. Magnesium adsorption behaviour of three Malaysian rice soils. 6(15): Pakistan Journal of Biological sciences 1376-1379.

Janzen HH and Bettany JR, 1987b. The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soil. Soil Science. 144: 81-89.

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. Journal of Plant Nutrition. 11: 1353-1360.

Kaplan M and Orman S, 1998. Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in Turkey. Journal of Plant Nutrition. 21: 1655-1665.

Muharrem K, Kucukyumuk Z and Erdal I, 2009. Effects of elemental sulfur and sulfurcontaining waste on nutrient concentrations and growth of bean and corn plants grown on a calcareous soil. African Jornal of Biotechnology. 8: 4481-4489

Nakahara O and Wada SI, 1994. Ca^{+} and Mg^{+} adsorption by an allopanic and a humic andisoil. Geoderma, 61: 203-212.

Rupela OP and Taura P, 1973. Isolation and characterization of thiobacillus from alkali soil. Soil Biology & Biochemistry. 5: 91-897.

Togay N, Togay Y, Mesut Cimrin K and M Turan, 2008. Effects of ***rhizobium*** inoculation, sulfur and phosphorus applications on yield, yield components and nutrient uptakes in chickpea (***Cicer arietinum*** L.). African Journal of Biotechnology. 7: pp. 776-782.

1. Wainwright M, 1984. Sulfur oxidation in soils. Advances in Agronomy. 37: 346-39ience 131: 389-394.