شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی تأثیر سولفات آلومنیوم و گوگرد عنصری بر توزیع شکل‌های شیمیای روی در خاک آهکی

سمیرا رَوَن[۱]، ابراهیم سپهر[۲*]، رقیه حمزه نژاد[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۳] فارغ‌التحصیل دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر سولفات آلومنیوم و گوگرد به همراه تیوباسیلوس بر تحرّک و شکل‌های شیمیایی روی در خاک آهکی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد.روی قابل جذب گیاه با روش DTPA و توزیع شکل‌های شیمیایی روی با روش عصاره‌گیری متوالی تسیر تعیین شد. نتایج نشان داد که تیمار سولفات آلومنیوم باعث افزایش ۸۳ درصدی روی قابل‌جذب گیاه در مقایسه با تیمار شاهد گردید، درحالیکه تأثیر معنی‌داری در تیمار گوگرد مشاهده نشد. افزودن سولفات آلومنیوم سبب کاهش شکل تبادلی و توزیع روی به شکل کربناتی شد؛ همچنین افزودن گوگرد به خاک مورد مطالعه سبب کاهش غیرمعنی‌دار شکل تبادلی و اکسیدی و افزایش شکل کربناتی و روی متصل به ماده آلی گردید. در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزودن سولفات آلومینیوم سبب افزایش زیست‌فراهمی روی در خاک‌های آهکی شد.

کلمات‌کلیدی: گوگرد، عصاره‌گیری متوالی، روی قابل جذب گیاه.

مقدمه

روی (Zn) یکی از عناصر کم‌مصرف برای گیاهان بوده و کمبود آن در خاک‌های آهکی رایج است، به‌طوریکه حدود ۵۰٪ از اراضی زیرکشت غلات در جهان با کمبود روی مواجه هستند. از دلایل کمبود روی می‌توان به میزان کربنات کلسیم وpH بالا، ماده‌آلی پائین و وجود بافت شنی اشاره کرد (Fathietal., 2014). دراین بین pH و مقدار بالای کربنات کلسیم، مهمترین عامل فراهمی پائین عناصر غذایی گیاه در این خاک‌هاست به‌طوریکه با افزایش pH از ۵ به ۸، غلظت روی در محلول خاک به‌دلیل رسوب آن به‌صورت $Zn(OH)_2$ و یا $ZnCO_3$ از 10^{-4} به 10^{-7} کاهش می‌یابد (Hafeez et al., 2013). یکی از راهکارهای کاهش pH و درنتیجه افزایش فراهمی عناصر میکرو در خاک، استفاده از ترکیبات گوگردی از جمله اسید سولفوریک، گوگرد عنصری و همچنین ترکیبات سولفاتی مانند سولفات آهن و سولفات آلومینیم می‌باشد (Tisdale et al., 1985). باتوجه به مشکلات کاربرد اسیدسولفوریک و نیاز به ابزار و تجهیزات به هنگام استفاده و همچنین اکسیداسیون کند گوگرد در شرایط نامساعد خاک‌ها، هم اکنون کشاورزان تمایل دارند از سولفات آلومینیوم به منظور کاهش pH خاک در باغات و زمین‌های کشاورزی استفاده کنند. سولفات آلومینیوم در شرایط خاک‌های قلیایی با OH^- رسوب کرده و منجر به کاهش pH خاک می‌شود (Wang et al., 2006). آلومنیوم جزء عناصر ضروری برای گیاه نیست و سمیت آن برای گیاهان در pHهای پائین‌تر از ۴/۵ (خاک‌های اسیدی) اتفاق می‌افتد که آلومنیوم به صورت یون‌های Al^{3+} حضور دارد، ولی در خاک‌های آهکی به دلیل رسوب آلومینیم به صورت $Al(OH)_3$ سمیتی برای گیاهان ایجاد نمی‌کند (Marschner 1995). Januszek و همکاران (۲۰۱۴) کاهش pH خاک را در نتیجه افزودن کود سولفات آلومنیوم را گزارش نمودند. کود گوگرد نیز با اکسیدشدن توسط باکتری تیوباسیلوس و تولید اسیدسولفوریک می‌تواند شرایط لازم را برای کاهش pH خاک منطقه‌ی ریزوسفر و افزایش جذب عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد محصولات را فراهم نماید (Irshad et al., 2011). Cifuentes و Lindemann (1993) گزارش کردند که گوگرد عنصری در خاک‌های آهکی، اثری بر روی سطوح فسفر، آهن و روی نداشت و دلیل آن را به ظرفیت بافری خاک نسبت دادند. لذا علیرغم مصرف سولفات آلومنیوم در خاک، مطالعات اندکی در این ارتباط و تأثیر آن بر زیست‌فراهمی عناصر در خاک‌های آهکی صورت گرفته است (Januszek et al., 2014)، در این پژوهش، تأثیر سولفات آلومینیوم و گوگرد عنصری بر زیست‌فراهمی و شکل‌های شیمیایی روی در یک خاک آهکی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای آزمایش خاکی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری دانشگاه ارومیه در سال ۹۷ نمونه‌برداری شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری جهت بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نظیر بافت به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)،pH در سوسپانسیون ۱:۵ خاک به آب، کربن آلی به روش والکلی و بلک (Walky and Black, 1934)، کربنات‌کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی

*ایمیل نویسنده مسئول: e.sepehr@urmia.ac.ir

با اسید کلریدریک (Higgison and Reyment, 1992) ، روی قابل جذب گیاه با روش DTPA و روی کل در خاک با روش هضم با اسید (Soon and Abboud, 1986) اندازه‌گیری شد.

به منظور مطالعه تأثیر ترکیبات سولفات آلومنیوم و گوگرد عنصری بر توزیع شکل‌های شیمیایی روی در خاک آزمایشات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. به منظور خنثی‌سازی ۲٪ وزنی از آهک بترتیب مقادیر ۲۲/۲۱ و ۳/۲ گرم از سولفات-آلومنیوم و گوگرد عنصری با ۲ درصد تیوباسیلوس (۰/۰۶۴ گرم) به ۵۰۰ گرم خاک افزوده شد. پس از مخلوط شدن تیمار با خاک، نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی ریخته شده و رطوبت نمونه‌ها با افزودن آب مقطر به صورت اسپری در رطوبت ظرفیت زراعی تنظیم شدند. نمونه‌ها به مدت ۲ هفته در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در طول مدت خوابانیدن، درصد رطوبت نمونه ثابت نگه داشته شد. بعد از دو هفته، از هریک از تیمارها مقدار یک گرم برداشت شده و شکل‌های شیمیایی روی با استفاده از روش عصاره‌گیری متوالی تسییر (۱۹۷۹) استخراج شد. خلاصه روش عصاره‌گیری متوالی تسییر در جدول ۱ نشان داده شده است.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزارهای SPSS و مقایسه میانگین از طریق آزمون‌های چند دامنه‌ای S-N-K در سطح احتمال ۰/۰۵ و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

جدول۱. خلاصه روش عصاره‌گیری متوالی برای جزءبندی عناصر سنگین برای یک گرم خاک (Tessier et al., 1979).

	جزء	عصاره‌گیر	دما (سلسیوس)	زمان (ساعت)
F_1	محلول + تبادلی (EX)	۱۰ میلی‌لیتر استات آمونیوم ۱ مولار (pH=۸/۵)	۲۵	۱
F_2	پیوند با کربنات‌ها (CAR)	۱۰ میلی‌لیتر استات سدیم ۱ مولار (pH=۵)	۲۵	۵
F_3	پیوند با اکسیدهای آهن و منگنز (OX)	۲۰ میلی‌لیتر $NH_2OH.HCl$ ۰/۰۴ مولار (در اسید استیک ۲۰٪ باpH=۲)	۹۵	۶-۵
		۳ میلی‌لیتر HNO3 ۰/۰۲ مولار + ۵ میلی‌لیتر H_2O_2 (۳۰٪ با pH=۲)	۸۵	۳-۲
F_4	پیوند با ماده آلی (OM)	۳ میلی‌لیتر H_2O_2 (۳۰٪ با pH=۲)	۸۵	۳
		۵ میلی‌لیتر استات آمونیوم ۳/۲ مولار (در اسید نیتریک ۲۰٪)	۲۵	۰/۵
F_5	بخش باقیمانده (RES)	هضم با اسیدکلریدریک به اسید نیتریک (۳/۱)	۹۵	۰/۵

نتایج و بحث

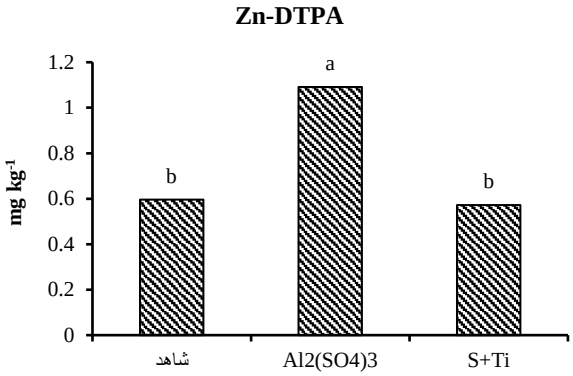
خاک مورد مطالعه دارای بافت لومی شنی و pH قلیایی با مقدار کربنات‌کلسیم ۱۹/۵ درصد بود (جدول ۲). غلظت روی قابل جذب با DTPA نیز به میزان ۰/۵۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که کمتر از حد بهینه آن در خاک بود.

جدول۲. برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه.

بافت خاک	کربنات‌کلسیم معادل (٪)	کربن‌آلی (درصد)	روی‌کل ($mg\ kg^{-1}$)	روی قابل‌جذب ($mg\ kg^{-1}$)	pH
لومی‌شنی	۱۹/۵	۰/۵۹	۹۳	۰/۵۹	۷/۶۹

تأثیر ترکیبات گوگردی برشکل قابل‌جذب گیاه

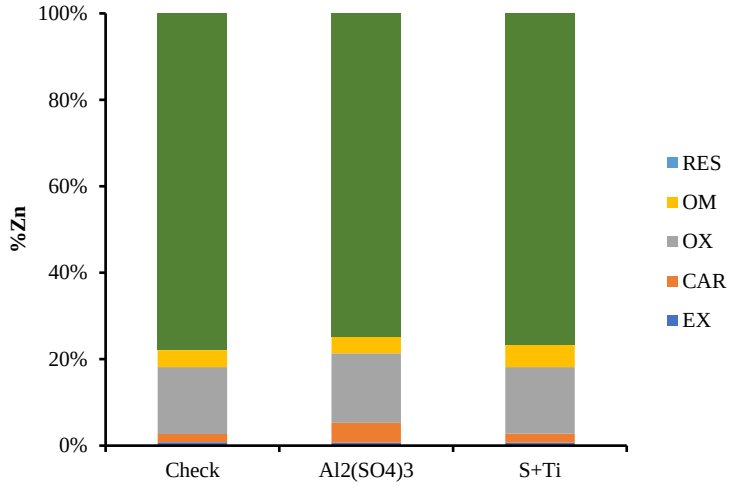
افزودن سولفات‌آلومنیوم سبب افزایش معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵)روی عصاره‌گیری شده با DTPAدر مقایسه با شاهد گردید، درحالی‌که افزایش معنی‌داری در روی قابل جذب گیاه در تیمار گوگرد با تیوباسیلوس مشاهده نشد (شکل۱). نتیجه مشابهی توسط Modaihsh و همکاران (۱۹۸۹) گزارش شد، بطوریکه با اعمال تیمار گوگرد عنصری تأثیر معنی‌داری بر روی Zn-DTPA در خاک‌های آهکی مشاهده نکردند و دلیل آن را ظرفیت بافری خاک عنوان نمودند. جایگزینی Al^{3+} به جای Zn^{2+} قابل تبادل (طبق سری لیوتروپیک) طی هیدرولیز سولفات آلومنیوم در خاک سبب حضور روی در محلول خاک می‌شود؛ همچنین سولفات آلومنیوم با تولید پروتون و ایجاد رقابت با روی بر سرمکان‌های جذبی، باعث کاهش جذب روی و افزایش شکل قابل‌جذب گیاه می‌شود. Januszek و همکاران (۲۰۱۴) طی استفاده از سولفات آلومنیوم، افزایش تجمع روی در جوانه‌های کاج را گزارش نمودند.



شکل۱. تأثیر ترکیبات گوگردی بر روی Zn عصاره‌گیری شده با DTPA

تأثیر ترکیبات گوگردی بر شکل‌های شیمیایی روی در خاک

میانگین کل روی در خاک مورد مطالعه ۹۳/۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد که به گزارش Chahal و همکاران(۲۰۰۵) مقدار کل روی در خاک‌ها بین ۱۹- ۱۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است. شکل‌های باقیمانده روی با میانگین ۷۲/۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۷۷/۸۹ درصد) بیشترین مقدار را در بین اشکال روی در خاک شاهد داشت، نتایج مشابهی Herencia و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شد. شکل اکسیدی نیز با میانگین ۱۴/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۱۵/۵۲ درصد) ، دومین شکل روی را در خاک شاهد را به خود اختصاص داد. مجموع شکل‌های تبادلی (۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کربناتی (۱/۷۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و آلی (۳/۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کمتر از ۷ درصد شکل‌های روی در خاک را تشکیل دادند (شکل ۲).



شکل۲- توزیع نسبی شکل‌های شیمیایی روی حاصل از عصاره‌گیری متوالی با نسبت ۲ ٪ ترکیبات گوگردی (EX، بخش تبادلی؛CAR، بخش کربناتی؛ OX، بخش اکسیدی؛OM، بخش متصل به ماده آلی؛RES، بخش باقیمانده)

اعمال تیمار سولفات آلومنیوم و گوگرد سبب کاهش شکل تبادلی و افزایش شکل کربناتی گردید، به‌طوریکه شکل تبادلی از میزان ۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۶۳ و ۰/۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب در خاک تیمارشده با سولفات‌آلومنیوم و گوگرد با تیوباسیلوس کاهش یافت که به ترتیب بیانگر کاهش ۸ و۴ در صدی بود. غلظت روی به شکل کربناتی در تیمار سولفات آلومنیوم و گوگرد به ترتیب ۴/۳ و ۱/۸۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم دیده شد که اختلاف آن نسبت به شاهد فقط در تیمار سولفات آلومنیوم معنادار بود(شکل ۲). سولفات آلومنیوم و گوگرد با تولید اسیدسولفوریک باعث حل شدن کربنات کلسیم موجود در خاک می شود، با افزایش مقدار کلسیم محلول عمل تبادل کلسیم با روی بیشتر صورت گرفته (دا شور ۱۳۹۰) و روی تبادلی به صورت نمک‌های محلول کربنات کل سیم ر سوب می‌کند.دا شور (۱۳۹۰) در پژوه شی با افزودن سولفات آلومنیوم به خاک‌های سدیمی؛ کاهش سدیم در فاز تبادلی و افزایش آن به شکل‌های کربناتی و سولفاتی را گزارش نمودند.

اعمال تیمارها بترتیب سبب کاهش و افزایش شکل اکسیدی در تیمارگوگرد به همراه تیوباسیلوس و سولفات‌آلومنیوم شد، ولی این تغییرات معنادار نبود (شکل۲). همچنین استفاده از ترکیبات‌گوگردی تغییر معنی‌داری درشکل روی متصل به ماده آلی ایجاد نکرد، به جزء تیمار گوگرد با تیوباسیلوس

که باعث افزایش ۳۲ درصدی در مقایسه با شاهد شد (شکل۲)، که از دلایل افزایش آن می‌توان به وجود باکتری تیوباسیلوس اشاره کرد. مواد آلی ظرفیت نگه‌داری عنصر را در خاک از طریق تشکیل کمپلکس‌های سه‌تایی رس، فلز و ماده آلی افزایش می‌دهند (حمزه‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). استفاده از تیمارها تأثیر معنی‌داری بر شکل باقیمانده روی در خاک نداشت، گرچه این شکل در هر دو تیمار کاهش یافت اما اختلاف معناداری با شاهد نشان نداد (شکل۲).

نتیجه‌گیری

مطالعه شکل‌های شیمیایی روی در خاک مورد بررسی نشان داد که تیمارهای سولفات آلومنیوم باعث افزایش روی قابل جذب گیاه شدند، درحالیکه گوگرد عنصری با تیوباسیلوس بدلیل مدت انکوباسیون کم اختلاف معناداری را با شاهد نداشت. اعمال تیمار سولفات آلومنیوم سبب کاهش شکل تبادلی روی و توزیع آن به شکل کربناتی شد؛ همچنین تیمار گوگردی سبب کاهش شکل تبادلی و افزایش شکل آلی و کربناتی روی گردید. با این وجود استفاده از یافته‌های این مطالعه نیاز به بررسی درازمدت در شرایط مزرعه‌ای دارد.

منابع

حمزه نژاد، ر.، سپهر، ا.، صمدی، ع.، رسولی صدقیانی، م. ح. و خداوردیلو، ح. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر نانوذرات صفرظرفیتی (nZVI) بر تحرّک و شکل‌های شیمیایی عناصر کادمیوم و سرب در خاک. نشریه تحقیقات آب و خاک ایران ۴۹(۳):۵۴۹-۵۵۹.

دانشور، س.، ۱۳۹۰. پایان نامه اصلاح یک خاک سدیمی با استفاده از پلیمرهای محلول در آب، گچ و سولفات آلومنیوم. دانشگاه زنجان.

Chahal, D. S., Sharma, B. D., and Singh, P. K., 2005. Distribution of Forms of Zn and Their Association with Soil Properties and Uptake in Different Soil Orders in Semi-arid Soils of Punjab, India. Soil Science and Plant Analysis, 36: 2857–2874.

Cifuentes, F. R., Lindemann, W. C. 1993. Organic matter stimulation of elemental sulfur oxidation in a calcareous soil. Soil Science Society of America Journal, 57, 727–731.

Fathi, H., Aryanpour, H., Fathi, H. and Moradi, H. 2014. Distribution of Zn and copper fractions in acid and alkaline (highly calcareous) soils of Iran. Journal of Soil Science and Environmental Management, 3(1), 6 –13.

Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In: A. Klute (ed.), Methods of Soil Analysis (Part 1). 2nd ed. (pp. 383–412). Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Hafeez, B., Khanif, Y. M. and Saleem, M. 2013. Role of Zn in Plant Nutrition- A Review. American Journal of Experimental Agriculture, 3(2), 374-391.

Herencia, J. F., Ruiz, J. C., Morillo, E., Melero, S., Villaverde, J. and Maqueda, C. 2008.The effect of organic and mineral fertilization on micronutrient availability in soil. Soil Science, 173(1), 69-80.

Irshad, A. H., Ahmad, S. F. and Sultan, P. 2011. Effect of sulphur dioxide on the biochemical parameters of spinach (Spinaceaoleracia). Trakia Journal Science, 9, 24-27.

Januszek, K., Stępniewska, H., Błońska, E., Molicka, J., Kozieł, K., Gdula, A. and Wójs, A. 2014. lmpact of aluminiumsulphatefertiliser on selected soil properties and the efficiency and quality of pine seedlings in the forest ground tree nursery. Forest Research Papers, 75 (2): 127–138.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. Edn. Academic Pres.

Modaihsh, A. S., AL-Mustafa, W. A. and Metwally, A. I. 1989. Effect of elemental sulphur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil, 116, 95-101.

Rayment, G. E. and Higginson, F. R. 1992.Australian laboratory handbook of soil andwater chemical methods. Melbourne, InkataPress.

Soon Y.K. Abboud S. 1993. Cadmium, chromium, lead and nickel. Soil sampling and method of analysis. Lewis puplishers, pp. 103 – 107.

Tessier, A., Campbell, P. G. C. and Bisson, M. (1979). Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace-metals.Analytical chemistry, 51, 844–851.

Tisdale, S. L., Nelson, W. L. and Beaton, J. D. 1985. Soil fertility and fertilizers.4th ed. MacMillan, New York, NY.754 pp.

Walkley, A. and 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.

Wang, Y., Han, X., Zhao, L. P., 2006. Study on Function of Aluminum Sulfate on Soda Alkali-saline Soil Improvement [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 20(4):50-53.

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of aluminum sulfate and elemental sulfur on distribution of chemical forms of zinc in a calcareous soil

Ravan[1], S., Sepehr[2*], E. and Hamzenejad[3], R.

1) MSc Student, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran
2) Associate Professor, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran
3) PhD Graduated, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

Abstract

In order to study the effect of aluminum sulfate and sulfur with Tiobacillus on the mobility and chemical forms of zinc in calcareous soils, an incubation experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. Plant available of Zn was determined by DTPA method and Zn distribution was determined by Tessier sequential extraction method. The results showed that aluminum sulfate significantly increased Zn-DTPA but sulfur had non-significant ($P \leq 0.05$) effect. The application of aluminum sulfate reduced the exchangeable form of zinc and distributed it in carbonate form. Also exchangeable and oxide forms decreased and bonded to OM and Carbonate forms increased in sulfur treatment. It was concluded that application of aluminum sulfate lead to increase the bioavailability of Zn in soil.

Keywords: Sulfur, Sequential extraction, DTPA-extractable.

* Corresponding author, Email: e.sepehr@urmia.ac.ir