دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(شیمی و آلودگی خاک و سلامت محیط زیست)

تغییرات زمانی اشکال شیمیایی روی در فواصل مختلف از ریزوسفر ذرت

علی اصغر مرادیان[1]، مهران شیروانی[2]، حسین شریعتمداری[3]، محمد مهدی مجیدی[4]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

2-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

3- استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

4- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه صنعتی اصفهان

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده (ali.moradian13@gmail.com)

چکیده

تغییرات زمانی اشکال شیمیایی روی در ناحیه ریزوسفر ذرت و خاک توده در سیستم کاشت رایزوباکس با استفاده از عصاره‌گیری متوالی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دهنده تغییرات پیوسته اشکال روی در ناحیه ریزوسفر بودند. ابتدا غلظت جزء تبادلی در زمان 3 هفته پس از کاشت افزایش و در ادامه کاهش پیدا کرد. تغییرات جزء کربناته تقریباً مشابه جزء تبادلی بود با این تفاوت که نخستین افزایش در مقدار این جزء در زمان 6 هفته رخ داد. جزء اکسیدی از ابتدا تا پایان دوره کاشت روند افزایشی منظم نشان داد. نخستین افزایش معنی‌دار در مقدار جزء آلی در زمان 63 روز همزمان با کمترین غلظت جزء باقیمانده روی مشاهده شد. اثر اصلی فاصله از ریشه برای همه اجزاء به غیر از جزء روی متصل به کربنات‌ها معنی‌دار گردید.

کلمات کلیدی: رایزوباکس، ریزوسفر، عصاره‌گیری متوالی، قابلیت زیست فراهمی

مقدمه

با پیشرفت و توسعه فناوری و افزایش جمعیت، گسترش آلودگی‌ها در مناطق مختلف جهان به خصوص مناطق صنعتی، معدنی، خانگی و کشاورزی رشد چشمگیری داشته است. خاک به عنوان مخزنی برای ترکیبات آلاینده محیط زیست به شمار رفته، و به صورت یک سد طبیعی از رسیدن ترکیبات سمی و خطرناک به آب‌های زیر زمینی جلوگیری می‌کند. لذا هر گونه تغییر در ویژگی‌های اجزاء تشکیل دهنده محیط به صورتی که عملکرد طبیعی و تعادل زیستی آن را مختل کند و به شکل مستقیم و یا غیر مستقیم حیات موجودات زنده را به خطر اندازد، آلودگی محیط زیست نامیده می‌شود. یکی از مهم‌ترین و شناخته شده‌ترین آلاینده‌ها، فلزات سنگین هستند که از جهت ماندگاری زیاد، عدم تجزیه توسط میکروارگانیسم‌های خاک و ورود به چرخه غذایی انسان، قابل تأمل می‌باشند. توزیع، قابلیت تحرک و زیست فراهمی بیولوژیکی و سمیت فلزات سنگین در خاک تنها به مقدار کل فلز بستگی ندارد بلکه اساساً به شکل شیمیایی فلز در خاک وابسته است. بنابراین جهت برآورد صحیح خطر آلودگی به عناصر سنگین بر اساس محتوی و قابلیت دسترسی این عناصر، ضروری است که اشکال شیمیایی فلزات سنگین، قابلیت تحرک و زیست فراهمی آنها در خاک مشخص گردد [3]. عصاره‌گیری متوالی، روشی مناسب، جهت ارزیابی اشکال فلز در خاک محسوب می‌گردد [6]. اصطلاح ریزوسفر جهت نشان دادن ناحیه‌ای از خاک، که ترشحات ریشه گیاه خارج شده و می‌تواند روی فعالیت میکروارگانیسم‌های اطرافش تأثیر بگذارد، بکار برده می‌شود. گیاهان فرآیند جذب فلز از خاک را از طریق تأثیر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک از جمله pH، مقدار مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، قابلیت زیست فراهمی و مقدار کل فلز

خاک، تغییر می‌دهند. در گذشته تحقیق بروی رفتار فلزات کمیاب در ریزوسفر، به دلیل فقدان یک روش قابل اعتماد برای نمونه‌گیری از خاک، محدود بود ولی امروزه سیستم رایزوباکس[1]، نمونه‌گیری از خاک مجاور ریشه و دورتر از آن را ساده کرده است [7]. بنابراین هدف این تحقیق بررسی تغییرات زمانی اشکال شیمیایی روی در ناحیه ریزوسفر ذرت و همچنین در فواصل مختلف از سطح ریشه بود.

مواد و روشها

به منظور یافتن خاک آلوده به عناصر فلزی کمیاب، معدن سرب و روی باما در 20 کیلومتری جنوب غربی اصفهان انتخاب گردید. طرح رایزوباکسی که در این تحقیق جهت کاشت استفاده شد، برگرفته از سیستم رایزوباکسی است که یوسف و چاینو [7] برای نخستین بار استفاده کردند. ابعاد باکس 20 در 20 در 15 سانتیمتر به ترتیب طول، ارتفاع و ضخامت انتخاب شد. سپس شبکه داخلی رایزوباکس طراحی شد. به منظور جلوگیری از رشد ریشه به فضای اطراف ناحیه ریزوسفر، از صفحات نایلنی با اندازه حفرات 25 میکرون استفاده گردید در داخل هر رایزوباکس 6 عدد از صفحات نایلنی به شکلی قرار گرفتند که چهار ناحیه را که عیناً در دو طرف ریزوسفر تکرار می‌گردید را تشکیل دادند. ضخامت ناحیه مرکزی باکس که ریشه گیاه در آن مستقر می‌گردید یک سانتیمتر، و به عنوان ناحیه ریزوسفر[2] در نظر گرفته شد. فضای دو طرف ناحیه ریزوسفر که عیناً تکرار می‌شدند به سه قسمت تقسیم شد به گونه‌ای که 2 ناحیه نزدیک ریزوسفر[3] و نزدیک خاک توده[4] هر کدام ضخامت 0/8 سانتیمتر، و ناحیه خاک توده[5] بیشترین ضخامت را (5 سانتیمتر) به خود اختصاص داد. پس از آماده سازی و پر کردن رایزوباکس با خاک، تعداد 6 بذر ذرت در ناحیه مرکزی هر رایزوباکس کاشته شد. طول دوره کاشت 84 روز، و به فاصله هر سه هفته یکبار، 3 رایزوباکس باز شده و از قسمت-های مختلف آن نمونه‌برداری انجام گرفت. اشکال روی تبادلی، پیوندی با کربنات‌ها، متصل به اکسیدهای آهن و منگنز، وابسته به مواد آلی و باقیمانده در ساختمان کانی‌ها در نمونه‌های خاک به کمک روش عصاره‌گیری متوالی خارج، و در پایان غلظت روی در نمونه‌های عصاره‌گیری شده از خاک و گیاه با دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری شد.

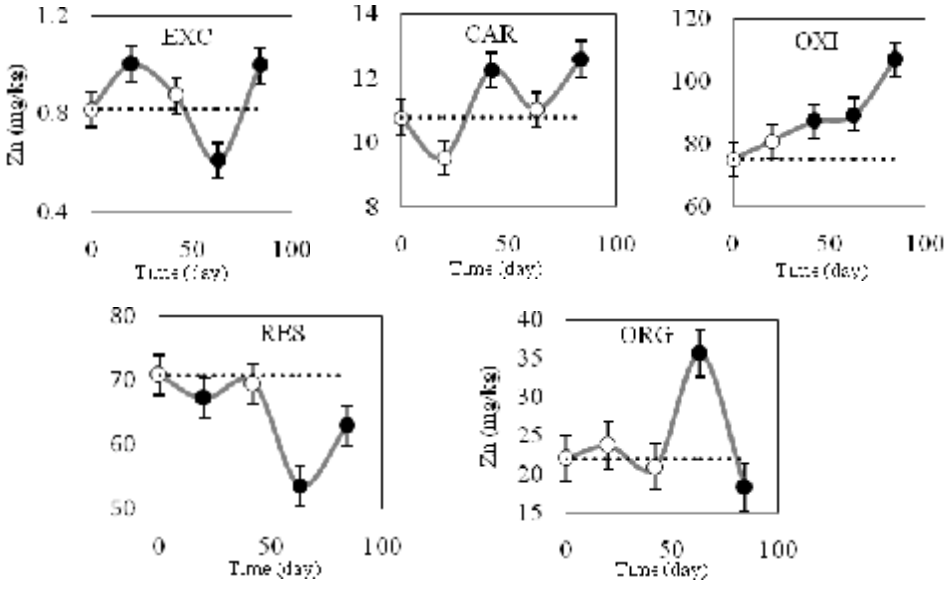
نتایج و بحث

غلظت جزء روی تبادلی در ناحیه ریزوسفر ذرت تا هفته سوم پس از کاشت روند افزایشی نشان داده، و در زمان سه هفته پس از کاشت به حداکثر مقدار 1/00 میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. افزایش اولیه غلظت جزء روی تبادلی ممکن است به دلیل ترشح زیاد ترکیبات آلی ریشه و همچنین سرعت کم جذب فلز توسط گیاه در اوایل دوره رشد باشد. پس از آن روند کاهشی دنبال کرده به طوری که در زمان 9 هفته پس از کاشت به حداقل مقدار 0/61 میلی‌گرم در کیلوگرم تنزل و به کمتر از مقدار اولیه خود در خاک کاهش پیدا کرد. می‌توان چنین بیان کرد که سرعت جذب گیاه بر سرعت ترشح ترکیبات آلی فزونی یافته و سبب خارج کردن جزء تبادلی روی شده است. هامون (1995) و تائو (2003) افزایش اولیه در میزان جزء تبادلی فلز در ریزوسفر و در ادامه کاهش معنی‌دار در نتیجه برداشت گیاه را گزارش کردند [2, 5]. رامکنز (1999) بیان کرد که جذب توسط گیاه نمی‌تواند تنها دلیل جزء تبادلی باشد، بلکه افزایش پ-هاش

---

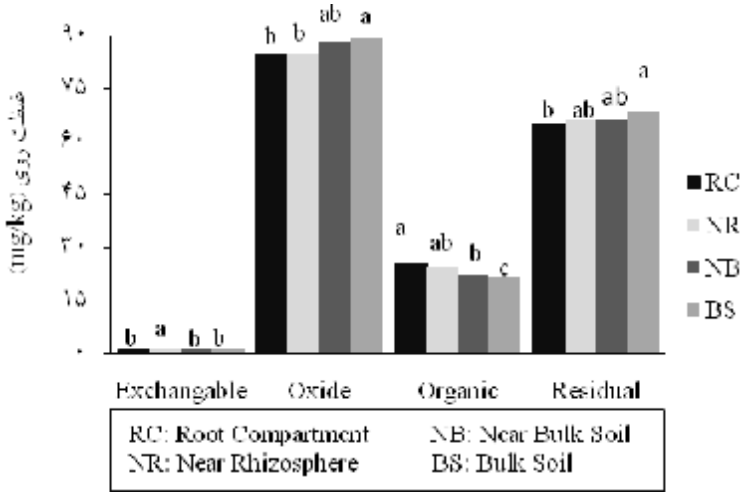
[1]- Rhizobox
[2] -Root Compartment
[3] -Near Rhizosphere
[4] -Near Bulk Soil
[5] -Bulk Soil

ناحیه ریزوسفر نیز موثر است [4]. قابل ذکر است که در تحقیق حاضر pH ناحیه ریزوسفر افزایش 0/2 واحدی نسبت به خاک توده نشان داد. جزء روی پیوندی با کربنات‌های خاک ابتدا کاهش غیر معنی‌دار نسبت به مقدار اولیه، سپس شروع به افزایش کرده و در زمان 6 هفته پس از کاشت به حداکثر مقدار خود رسید. افزایش جزء کربناته می‌تواند به دلیل افزایش pH ناحیه ریزوسفر باشد. افزایش و سپس کاهش اشکال فلز محلول، تبادلی و کربناته پیش از این توسط یوسف (1987) گزارش شده است [7]. جزء روی متصل به اکسیدهای آهن و منگنز از همان ابتدای کاشت تا پایان دوره روند افزایشی معنی‌داری را دنبال کرد. جزء روی وابسته به مواد آلی در زمان 63 روز افزایش شدید یافت و به حداکثر مقدار 35/5 میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. دلیل افزایش ناگهانی این جزء از فلز روی می‌تواند به دلیل توسعه کامل ریشه گیاه در ناحیه مرکزی رایزوباکس بوده باشد. در واقع بیشترین ترکیبات آلی توسط گیاه در این زمان ترشح شده است. نهایتاً روی متصل به مواد آلی در زمان 84 روز پس از کاشت به شدت کاهش نشان داد و به حداقل مقدار 18/24 میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. کاهش شدید جزء آلی در زمان پایانی ممکن است به دلیل کاهش شدید ترشحات ریشه ذرت، و همچنین اکسیداسیون شدید مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها باشد. قابل ذکر است که تغییرات جزء روی وابسته به ترکیبات آلی با تغییرات غلظت کربن آلی محلول خاک (DOC) همزمان و هم سو بود. جزء روی باقیمانده در طول دوره رشد روند کاهشی دنبال کرده به نحوی که در زمان 63 روز پس از کاشت از مقدار اولیه 70/78 میلی‌گرم در کیلوگرم به 53/6 میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. تائو و همکاران (2003) در مطالعه جزءبندی فلز مس در ریزوسفر ذرت دریافتند که تغییرات ناشی از ریشه ذرت در کاهش پتانسیل احیایی، افزایش pH، کربن آلی محلول و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، سبب می‌گردد تا فلز مس از اشکالی که قابلیت دسترسی کمی دارند به اجزاء با قابلیت جذب بیشتر انتقال پیدا کند [5, 8]. یو و ژو (2006) دلیل افزایش چهار جزء فلز در طول دوره کاشت را کاهش جزء باقیمانده در ساختمان کانی‌ها در نتیجه ترشحات ریشه گیاه سویا دانستند [8]. در خاک‌های آهکی جزء اندکی از فلز به شکل تبادلی و قابل جذب در خاک وجود دارد اما کاهش در غلظت روی، مس و آهن عصاره‌گیری شده با DTPA تنها نمی‌تواند به دلیل برداشت گیاه باشد بلکه می‌تواند به دلیل انتقال فلز به اشکال با تحرک کمتر باشد. در این شرایط اشکال کربناته و تبادلی روی محلول شده و با اکسیدهای آهن و منگنز پیوند می‌شوند و حلالیت آنها کاهش پیدا می‌کند. کاهش جذب فلزات سنگین توسط گیاه در شرایط اکسیدی بسیار گزارش شده و به همین دلیل غلظت گونه‌های فلزی عصاره‌گیری شده با DTPA در خاک کاهش پیدا می‌کند[3].



شکل ۱- تغییرات زمانی اشکال روی در ناحیه ریزوسفر ذرت. EXC، CAR، OXI، ORG و RES به ترتیب اشکال تبادلی، کربناته، متصل به اکسیدهای آهن و منگنز، وابسته به مواد آلی و باقیمانده روی در ساختمان کانی‌ها . ● و ○ به ترتیب اختلاف معنی‌دار و غیر معنی‌دار نسبت به مقدار اولیه خاک (خط نقطه چین).

اثر اصلی فاصله از ریشه گیاه ذرت برای تمام اشکال روی به غیر از جزء کربناته معنی‌دار گردید. تغییرات جزء روی پیوند شده به سطوح تبادلی در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار و در ناحیه ریزوسفر کمترین مقدار 0/84 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، و در ناحیه نزدیک ریزوسفر بیشترین مقدار1/03 میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری گردید. غلظت جزء روی متصل به اکسیدهای آهن و منگنز در ناحیه خاک توده بیشتر از سه ناحیه دیگر بوده است. جزء روی وابسته به مواد آلی در دو ناحیه ریزوسفر و نزدیک ریزوسفر بیشتر از دو ناحیه خاک توده و ناحیه نزدیک خاک توده بود. بیشترین غلظت جزء باقیمانده در ناحیه خاک توده اندازه‌گیری و با فاصله از این ناحیه و نزدیک شدن به ریزوسفر به صورت منظم کاهش یافت (شکل 2). گودو و همکاران (1980) در مورد کاهش شکل اکسیدی فلز چنین بیان می‌کنند که اکسیدهای آهن و منگنز ممکن است توسط اسیدهای آلی آزاد شده از ریشه احیاء گردند در حالی که افزایش جزء آلی فلز در ریزوسفر می‌تواند به دلیل افزایش مواد آلی مترشحه از ریشه گیاه باشد [1].



شکل2- مقایسه میانگین تغییرات اشکال روی در ناحیه‌های رایزوباکس کشت شده با ذرت

منابع

[1] Godo GH and Reisenauer HM, 1980. Plant effect on soil manganese availability. Soil Sci Soc Am J 44: 993-995.
[2] Hamon RE, Lorenz SE, Holm PE, Christensen TH and McGraph SP, 1995. Changes in trace metal species and other components of the rhizosphere during growth of radish. Cell and Environ 18: 749-756.
[3] Kabata-Pendias A and H Pendias, 2001. Trace Elements in Soils and Plants, CRC Press, Boca Raton, FL,
[4] Romkens PFAM, Bouwman LA and Boon GT, 1999. Effect of plant growth on copper solubility and speciation in soil solution samples. Environ. Pollut 106: 315-321
[5] Tao S, Chen YJ, Xu FL, Cao J and Li BG, 2003. Changes of copper speciation in maize rhizosphere soil. Environ Pollut 122: 447-454.
[6] Tessier A, Campbell PGC and Bisson, 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace-metals. Anal. Chem 51: 844-851.
[7] Youssef RA and Chino M, 1989. Root-induced changes in the rhizosphere of plants II. Distribution of heavy metal across the rhizosphere in soil. Soil Sci. Plant Nutr 35 (4): 609-621.
[8] Yu Y and Zhou QX, 2006. Impacts of soybean growth on Cu speciation and distribution in two rhizosphere soils. Biol Fertil Soils 42: 450-456.