دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه)

بررسی تغییرات شیمیایی روی در ریزوسفر گندم در شرایط کمبود روی با استفاده از ریشه‌دان (Rhizobox)

فرهاد مشیری[1]، محمد مهدی طهرانی[1]، محمد معز اردلان[2]، غلامرضا ثواقبی[3]

1- اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب
2- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تهران
3- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه تهران
Fa_moshiri@yahoo.com

چکیده

استفاده از ژنوتیپ‌های روی کارا راهکار مناسبی برای مقابله با شرایط کمبود روی می باشد که به کار گیری آن مستلزم شناخت بهتر رفتار شیمیایی و تحرک روی در ریزوسفر با استفاده از روش های مناسب و دقیق می باشد. این آزمایش با هدف ارزیابی کارایی استفاده از ابزار ریشه‌دان در درک چگونگی رفتار شیمیایی روی در ریزوسفر گندم رقم پیشتاز انجام شد. گندم در ریشه‌دان محتوی خاک دچار کمبود روی کشت شد. عصاره گیر دنباله ای برای تعیین شکل های شیمیایی روی در فواصل مختلف از ریشه به کار رفت. pH ریزوسفر نیز اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که pH ریزوسفر گندم رقم پیشتاز کمتر از توده خاک است. شکل تبادلی و کربناتی روی با کاهش فاصله نسبت به ریشه کاهش معنی داری یافت. در حالی که روی متصل به کربن آلی در ریشه بیشتر بود. شکل تتمه روی در ریزوسفر گندم تغییر قابل ملاحضه‌ای نداشت. می توان چنین نتیجه‌گیری کرد که ریشه‌دان مورد استفاده در این آزمایش از کارایی بالایی در نشان دادن تغییرات شیمیایی روی در ریزوسفر گندم دارد.

کلمات کلیدی: ریزوسفر، ریشه دان (Rhizobox)، شکل های شیمیایی روی، گندم

مقدمه

کمبود روی در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان یک عامل محدود کننده تغذیه‌ای محسوب می‌شود. کمبود روی در خاک‌های تحت کشت در ایران حدود 55% تخمین زده می‌شود (طهرانی و همکاران، 1389). توجه به ارقام روی کارای گیاهان از اهمیت خاصی در مدیریت مقابله با کمبود روی برخوردار است. تفاوت روی کارایی بین ارقام مختلف به فرایندهای گوناگونی که در ریزوسفر و یا در درون گیاه اتفاق می‌افتد وابسته است. بخش قابل ملاحظه ای از تغییرات حاصل از رشد ریشه‌ها در شکل‌های شیمیایی فلزات معمولا به خاکهای ریزوسفری محدود می‌شود (Bowen و Rovira، 1991). شناخت تغییرات شیمیایی عناصر غذایی در ریزوسفر کمک شایانی به درک چگونگی جذب عناصر بوسیله گیاهان به ویژه در گیاهان متفاوت از لحاظ جذب می نماید. ریزوسفر حجمی از خاک اطراف ریشه‌های زنده است که تحت تأثیر فعالیت ریشه قرار می‌گیرد (Hinsinger، 1998). مطالعه خاک ریزوسفری اغلب با مشکلاتی همراه است زیرا لایه خاکی که مستقیماً تحت تأثیر ریشه قرار می‌گیرد بسیار نازک بوده و از طرف دیگر توزیع ریشه در خاک بسیار گسترده است. این عوامل سبب می‌شود که بخش کوچکی از حجم خاک به خاک ریزوسفری اختصاص یابد. یکی دیگر از مشکلات اصلی فراروی پژوهشگران برای مطالعه ریزوسفر، عدم وجود یک محدوده دقیق بین ریزوسفر و توده خاک است. این مشکلات در جمع آوری خاک ریزوسفری، منجر به ابداع روشهای گوناگونی شده است (Corti و همکاران، 2005). یکی از این روشها استفاده از ریشه دان است که نخستین بار بوسیله Cappy و Brown (1980) طراحی شد. عمده بررسی های انجام شده با استفاده از ریشه‌دان در خاکهای آلوده به فلزات سنگین و در غلظتهای زیاد

انجام شده است. در این بررسی هدف شناخت نحوه تغییرات شکل‌های شیمیایی روی در ریزوسفر گندم و بررسی تغییرات مکانی آن با استفاده از روش مطالع ریشه‌دان و ارزیابی این روش در درک بهتر فرایند جذب روی در گندم می‌باشد.

مواد و روشها

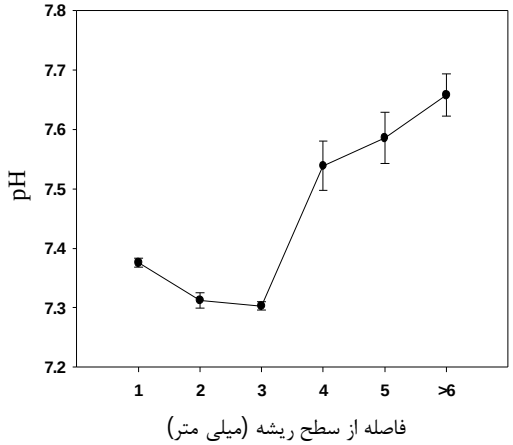
آزمایش در خاک دچار کمبود شدید روی (مقدار روی قابل استفاده 0/2 میلی گرم در کیلوگرم) با کشت گندم روی کارا[1] رقم پیشتاز (مشیری و همکاران، 1389) در ریشه دان معرفی شده توسط Wenzel و همکاران (2001) انجام شد. این سیستم، شامل دو بخش عمده خاک- گیاه و خاک ریزوسفری می‌باشد که به طور عمودی به هم متصل شده و توسط شکاف باریکی در زیر بخش خاک-گیاه با هم در ارتباط می باشند. از میان این شکاف، ریشه‌های گیاه می تواند به طور عمودی به سمت پایین حرکت کرده و یک صفحه ریشه‌ای را تشکیل دهد. بین خاک ریزوسفری و صفحه ریشه ای یک غشای نیمه تراوا از جنس پارچه نایلونی متخلخل با منافذ 40 میکرومتر قرار دارد. این منافذ اجازه عبور سلول‌های ریشه را نداده ولی مولکول‌های آب، مواد غذایی و ترکیبات آلی به راحتی می‌توانند عبور کنند. این سیستم با همکاری موسسه تحقیقات خاک و آب و دانشگاه تهران طراحی و راه اندازی گردید. تعداد 20 عدد بذر در بخش خاک-گیاه کشت شد. پس از 20 روز تعداد 10 عدد گیاه یکنواخت نگه داشته شد. پس از گذشت 4 هفته و هنگامی که ریشه گیاهان در محل شکاف زیرین بخش خاک-گیاه ظاهر شدند، این بخش به قسمت زیرین حاوی خاک ریزوسفری متصل گردید. پس از گذشت 4 هفته، هنگامی که صفحه ریشه‌ای متراکمی تولید شد، بخش‌های مختلف ریشه دان از هم جدا و خاک ریزوسفری در امتداد سطح ریشه، در فواصل یک میلی‌متری تا فاصله 6 میلی‌متر برش داده شد. باقیمانده خاک به عنوان خاک غیر ریزوسفری یا توده خاک در نظر گرفته شد. pH خاک ریزوسفری در محلول 0/01 مولار $CaCl_2$ با نسبت 2/5: 1 (محلول : خاک) تعیین شد. شکل‌های شیمیایی روی به روش عصاره گیری دنباله ای تعیین شد. شکل تبادلی روی با نیترات پتاسیم 0/5 مولار، شکل جذب سطحی شده با آب مقطر، شکل آلی با هیدروکسید سدیم 0/5 مولار، شکل کربناتی با Na_2EDTA 0/05 مولار و شکل سولفیدی یا تتمه با اسید نیتریک 4 مولار به صورت دنباله ای عصاره گیری گردید. (Sposito و همکاران، 1982).

نتایج و بحث

با نزدیک شدن به سطح ریشه، pH ریزوسفر گندم کاهش معنی‌داری یافت (شکل 1). این اثر تا فاصله 3 میلی‌متری از سطح ریشه با شیب زیادی مشاهده شد. در فواصل کمتر از 3 میلی‌متر، افزایش اندکی در pH ریزوسفر مشاهده شد. با آنکه حداکثر مقدار کاهش pH در ریزوسفر تنها 0/18 واحد بود و لی این اختلاف معنی دار گردید. از آنجایی که در این پژوهش از یک خاک آهکی با قدرت بافری زیاد استفاده شد، تغییرات کم در pH خاک قابل انتظار بود. با این حال کاهش pH ریزوسفر در رقم پیشتاز در شرایط کمبود روی می تواند در جذب بیشتر روی توسط این رقم و افزایش روی کارایی آن مؤثر باشد. Youssef (1997) با کشت گندم در یک خاک آهکی با pH برابر 7/6، تا 0/2 واحد کاهش در pH ریزوسفر مشاهده کردند.

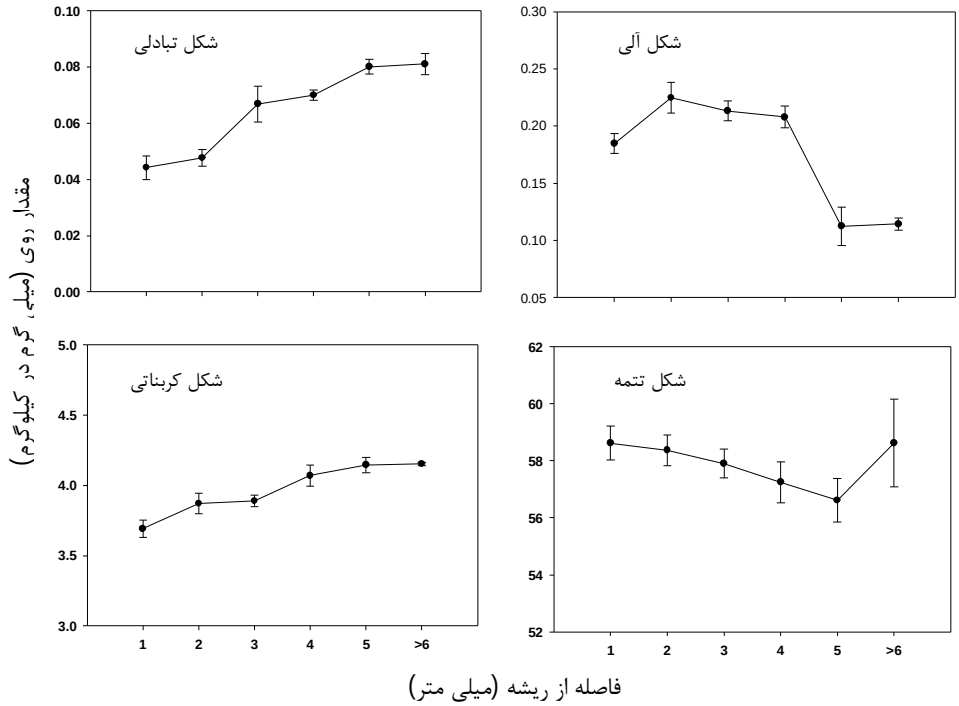
مقدار روی تبادلی با نزدیک شدن به ریشه روند کاهشی نشان داد (شکل 2). در شرایط کمبود روی، در ریزوسفر رقم پیشتاز، با نزدیک شدن به سطح ریشه از فاصله بیش از 6 میلی‌متری، مقدار روی تبادلی خاک با 45/7 درصد کاهش، به 0/044 میلی‌گرم در کیلوگرم در فاصله یک میلی‌متری سطح ریشه رسید. ممکن است سرعت جذب روی توسط ریشه گندم رقم پیشتاز بیش از سرعت فراهمی آنها از طریق فرایند پخشیدگی باشد (Hinsinger و همکاران، 2009).

[1] Zn-efficient



شکل 1- تغییرات pH خاک با افزایش فاصله از ریشه در ریزوسفر گندم رقم پیشتاز در شرایط کمبود روی. میله های خطا (error bars) نمایانگر خطای معیار 3 تکرار برای هر نقطه می باشد.

شکل آلی روی در ریزوسفر در نزدیک ریشه بیشتر بود به گونه‌ای که با نزدیک شدن به سطح ریشه در فاصله 4 میلی‌متری به طور معنی داری افزایش یافت (شکل 2).



شکل 2- تغییرات شکلهای شیمیایی روی با افزایش فاصله از ریشه در ریزوسفر گندم رقم پیشتاز در شرایط کمبود روی. میله های خطا (error bars) نمایانگر خطای معیار 3 تکرار برای هر نقطه می باشد.

این امر ممکن است به دلیل ترشح ترکیبات آلی توسط ریشه و پیوند روی با این ترکیبات باشد. از طرف دیگر، فعالیت میکروبی در نزدیک ریشه به دلیل فراهم بودن مقدار کربن کافی برای رشد، افزایش می‌یابد. مقدار روی در شکل آلی،

در فاصله یک میلی‌متری از سطح ریشه اندکی کاهش یافت. این امر ممکن است به دلیل جذب روی توسط گیاه در فاصله یک میلی‌متری از سطح ریشه و تخلیه روی قابل پیوند با مواد آلی باشد.

مقدار روی کربناتی در نزدیک ریشه کاهش یافت. اثر ریشه بر کاهش مقدار روی کربناتی تا فاصله 3 میلی‌متری مشاهد شد. این امر را می‌توان به کاهش pH ریزوسفر در نزدیک ریشه و توانایی ترشحات ریشه‌ای و فعالیت میکروبی در تشکیل پیوند با روی و خروج آن از شکل کربناتی باشد. Tao و همکاران (2003) نشان دادند که مقدار مس کربناتی در ریزوسفر گیاه ذرت پس از 100 روز، روندی کاهشی به خود گرفت به گونه‌ای که در این زمان، به طور معنی‌داری کمتر از مقدار آن در خاک اولیه گردید. تغییرات شکل تتمه روی در شرایط کمبود روی در فواصل مختلف از ریشه از روند مشخصی تبعیت نمی‌کرد (شکل 2).

نتایج نشان داد که سیستم ریشه‌دان استفاده شده در این آزمایش توانایی نشان دادن تغییرات اندک در شکلهای شیمیایی روی را دارد و می توان از این روش برای درک بهتر و دقیق تر فرایند جذب روی توسط گندم به ویژه در ارقام روی کارا و روی ناکارا استفاده کرد. از طرف دیگر می‌توان بخشی از توانایی گندم در مقابله با کمبود روی را به تغییرات روی در ریزوسفر گیاه و افزایش فراهمی آن نسبت داد.

منابع

طهرانی م م، بلالی م ر، مشیری ف و دریاشناس ع م، 1389. توصیه و برآورد کود در ایران: چالشها و راهکارها. صفحات 1 تا 25، اولین کنگره چالشهای کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

مشیری ف، اردلان، م م، طهرانی، م م و ثواقبی غ ر، 1389. کارایی روی در ارقام متفاوت گندم در یک خاک آهکی دچار کمبود روی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 24، شماره 1، صفحات 145 تا 152.

Bowen GD and Rovira AD, 1991. The rhizosphere. pp. 641-669. In: Waisel Y, et al. (eds.) Plant roots: The hidden half. Marcel Dekker. Inc, New York.

Cappy JJ and Brown DA, 1980. A method for obtaining soil-free, soil-solution grown plant root systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 1321-1323.

Corti G, Agnelli A, Cuniglio R, Sanjurjo MF and Cocco S, 2005. Characteristics of rhizosphere soil from natural and agricultural environments. pp. 57-128. In: Huang PM and. Gobran GR (eds.) Biogeochemistry of trace elements in the rhizosphere. Elsevier, New York.

Hinsinger P, 1998. How do plant roots acquire mineral nutrients? Chemical processes involved in the rhizosphere. Adv. Agron. 64: 225-265.

Hinsinger P, Bengough AG, Vetterlein D and Young IM, 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. Plant Soil 321: 117-152.

Sposito G, Lund LJ and Chang AC, 1982. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in solid phases. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 260-264.

Tao S, Chen YJ, Xu FL, Cao J and Li BG, 2003. Changes of copper speciation in maize rhizosphere soil. Environ. Poll. 122: 447-454.

Wenzel WW, Wieshammer G, Fitz WJ and Puschenreiter M, 2001. Novel rhizobox design to asses rhizosphere characteristics at high spatial resolution. Plant Soil 237: 37-45.

Youssef, R. A. 1997. Study on nickel and manganese dynamics in the rhizosphere of wheat. Soil. Sci. Plant Nutr. 43: 1021-1024.