شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر ریزوسفر و فواصل مختلف ریزوسفر پایه‌های مرکبات بر آهن قابل جذب در یک خاک آهکی

مریم کمالی‌زاده[۱*]، سعید شفیعی[۲]، محسن حمیدپور[۳]، حسین شکفته[۲]، سید محمد علوی‌سینی[۴]

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

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

[۳] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

[۴] استادیار بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

چکیده

مرکبات از جمله درختانی هستند که در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران نیز کشت می‌گردند. در این مناطق خاک‌ها عمدتاً آهکی بوده و گیاهان کشت شده به دلیل pH بالای خاک دارای کمبود آهن می‌باشند. به منظور بررسی اثر ریزوسفر پایه‌های مختلف مرکبات بر قابلیت جذب آهن در خاک‌های آهکی آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. عامل‌های این آزمایش پایه‌های مختلف مرکبات و فواصل ریزوسفری بودند. پایه‌های مختلف مرکبات در جعبه‌های رایزوباکس کشت گردید و پس از گذشت پنج ماه از خاک ریزوسفری و فواصل مختلف ریزوسفری نمونه‌برداری انجام شد. در نمونه‌های برداشت شده آهن قابل جذب به روش DTPA و آهن کربناتی اندازه‌گیری گردید. نتایج تجزیه واریانس مشاهده‌ها نشان داد غلظت آهن قابل جذب و آهن کربناتی بطور معنی‌داری تحت تأثیر خاک ریزوسفری و فواصل مختلف از خاک ریزوسفر قرار گرفتند؛ بطوریکه بیشترین غلظت آهن قابل جذب مربوط به بخش ریزوسفری و کمترین غلظت آهن قابل جذب را بخش دو میلی‌متری متأثر از ریزوسفر داشت. همچنین بخش غیرریزوسفری بیشترین غلظت آهن کربناتی و بخش دو میلی‌متری متأثر از ریزوسفر کمترین مقدار آهن کربناتی را داشت.

کلمات کلیدی: آهن قابل جذب، خاک آهکی، ریزوسفر

مقدمه

مرکبات از مهم‌ترین محصولات باغی در جهان با تولید سالانه‌ی ۱۳۶ میلیون‌تن می‌باشند (FAO، ۲۰۱۴) که بین عرض‌های جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی و جنوبی از خط استوا با خاک مناسب، رطوبت کافی و عدم یخبندان کاشت می‌شوند (Davis and Albrigo, 1994). بنابراین مناطق عمده تولید مرکبات در مناطق نیمه‌گرمسیری بالاتر از ۲۰ درجه شمالی یا جنوبی می‌باشند (Agusti و همکاران ۲۰۰۳). در مناطق کشت مرکبات خاک‌ها عمدتاً آهکی و دارای pH قلیایی و مقدار اندکی مواد آلی می‌باشند. درختان مرکبات در خاک‌های با آهک زیاد از عملکرد بالایی برخوردار نمی‌باشند و با مشکل تغذیه عناصر کم‌مصرف به‌ویژه آهن در این نوع خاک‌ها روبه‌رو هستند (Castle and Nunnallee , 2009). آهن یکی از عناصر ضروری و کم‌مصرف برای گیاه است و نقش اساسی در ساختار و عملکرد کلروپلاست و انتقال الکترون در میتوکندری و چرخه فتوسنتز دارد که به مقدار نسبتاً کم توسط گیاه جذب می‌شود (Marschner, 2012). آهن کربناتی مربوط به آهن محبوس شده در کربنات‌ها می‌باشد (Xing, 2003). وجود کربنات‌ها ممکن است بخش آهن تبادلی را کاهش دهد، زیرا آهن تبادلی در خاک‌های آهکی مستعد رسوب یا محبوس شدن توسط کربنات‌ها می‌باشد (Zuo و همکاران ۲۰۰۷). رایج‌ترین روش‌های عصاره‌گیری مورد استفاده برای اندازه‌گیری آهن قابل جذب خاک عوامل کلات کننده مانند DTPA، NH4HCO3-DTPA، EDTA می‌باشند (Lindsay, 1991). اگر چه مقدار آهن کل در خاک‌های آهکی معمولاً زیاد است، اما مقدار آهن قابل جذب توسط گیاه به‌دلیل بالا بودن pH در برخی خاک‌ها کاهش می‌یابد. گیاهان در پاسخ به کمبود آهن از استراتژی‌های مختلفی برخوردار می‌باشند. مکانیسم پاسخ استراتژی I گیاهی به کمبود آهن که عمدتاً بوسیله افزایش فعالیت ردوکتاز و آزاد شدن پروتون بیشتر بعلاوه تراوش احیاکننده‌ها از ریشه بوده و استراتژی II که مربوط به گیاهانی است که بواسطه دفع سیدروفور به درون ریزوسفر توانایی کسب آهن را دارا هستند. pH بالا، سطوح بالای بیکربنات و ظرفیت بافری در خاک‌های آهکی مانع اسیدی شدن ریزوسفر، احیاء (Fe^{3+}) و به‌تبع آن جذب آهن می‌شود (Zheng, 2010).

* [۱] ایمیل نویسنده مسئول: maryamkamaliz.74@gmail.com

ریزوسفر به عنوان ناحیه دربرگیرنده ریشه‌های فعال مؤثر بر خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک در نظر گرفته می‌شود. خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی متفاوت خاک ریزوسفری نسبت به خاک غیرریزوسفری، می‌تواند بر اجزاء عناصر و قابلیت جذب آن‌ها مؤثر باشد (Chen و همکاران ۲۰۰۶). گیاهان با تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک و همچنین ترشح ترکیبات مختلف در ریزوسفر به جذب آهن اقدام می‌کنند. ترشحات ریشه‌ای در ریزوسفر تثبیت فلزات را به وسیله مواد آلی خاک، اکسیدها، رس‌ها تعدیل کرده و قابلیت جذب آن‌ها را افزایش می‌دهند(Chen, 2003). (Hacisalihoglu, 2003 Kochian and) گزارش نمودند که برخی از گیاهان قادر به آزاد نمودن فیتوسیدروفور از ریشه به خاک ریزوسفری می‌باشند که حلالیت آهن و در نتیجه قابلیت دسترسی آن را برای جذب توسط گیاه افزایش می‌دهند. هم‌چنین اسیدهای آلی به‌طور مؤثری تحرک و جذب آهن را افزایش می‌دهند (Leu و همکاران ۲۰۰۶).

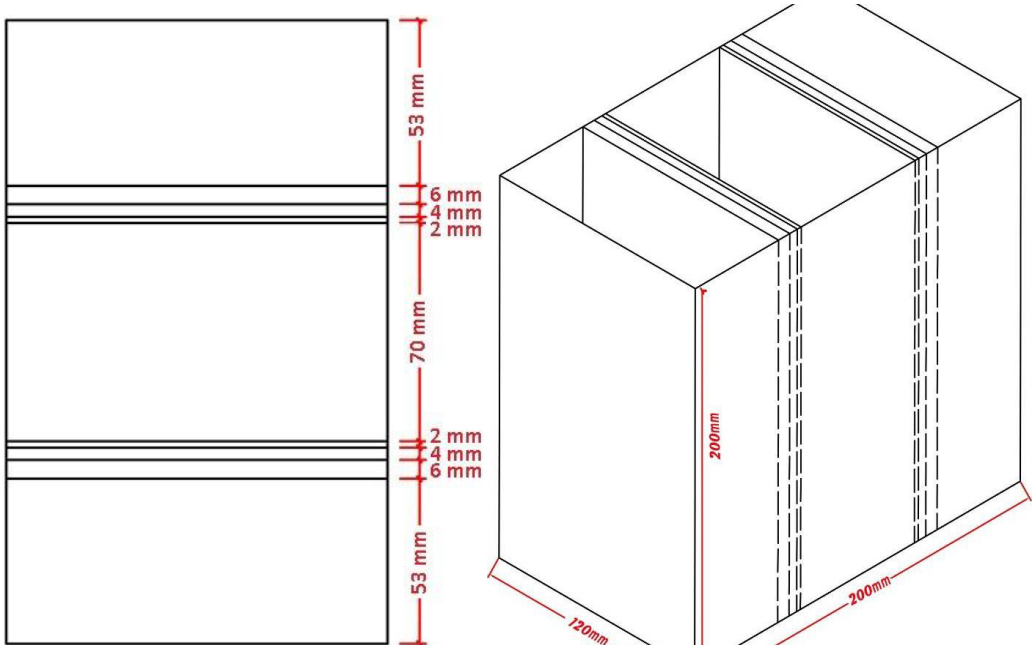
اگرچه پژوهش‌های مختلفی در مورد استراتژی‌های گیاهان بر جذب آهن انجام شده است اما پژوهشی که ریزوسفر و فواصل ریزوسفر پایه‌های مختلف مرکبات را بررسی کند انجام نشده است لذا هدف این پژوهش بررسی اثر ریزوسفر و فواصل مختلف ریزوسفری پایه‌های مختلف مرکبات بر غلظت آهن قابل جذب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش بصورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت به اجرا در آمد. برای این پژوهش از جعبه‌های رایزوباکس استفاده گردید که در این جعبه (شکل ۱) خاک ریزوسفری و فواصل ۲، ۴، ۶ و خاک غیرریزوسفری به‌وسیله توری از یکدیگر جدا گردید. عامل‌های آزمایش شامل پایه‌های مختلف مرکبات (ولکامریانا، پونسیروس، نارنج، بکرایی، تریوسیترنج، سیترملو، رافلمون، کلئوپاترا، رانگ پورلایم)، فواصل ریزوسفری (خاک ریزوسفری، فاصله ۲، ۴ و ۶ میلی‌متر از خاک ریزوسفری و یک خاک غیرریزوسفری) بودند. خاک مورد مطالعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شد. نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. پس از هوا خشک و عبور از الک دو میلی‌متری بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos,1962)، pH با استفاده از pH سنج (Thomas, 1996) و کربنات کلسیم معادل به روش تیتر کردن با اسید (Bashour and Sayegh, 2007) اندازه‌گیری شد. پس از تهیه جعبه‌های رایزوباکس که شامل پنج قسمت بودند یک بخش مرکزی که به‌عنوان ناحیه ریزوسفری، سه قسمت دو، چهار و شش میلی‌متری که در دو طرف ناحیه ریزوسفری قرار داشتند و به‌عنوان خاک متأثر از ریزوسفر در نظر گرفته شدند و یک بخش غیرریزوسفری که در دورترین فاصله از بخش ریزوسفری و در دوطرف قرار داشت، مقدار شش کیلوگرم خاک درون جعبه‌ها ریخته شد و ۱۰ بذر از پایه های مرکبات در عمق دو سانتی‌متری خاک در فواصل یکسان در بخش ریزوس‌فری جعبه‌ها کاشته شد. جعبه‌ها به صورت هفتگی آبیاری و در طول فصل رشد تغذیه به صورت کود آبیاری (بر مبنای تجزیه خاک) دو بار در هفته انجام شد. پس از گذشت پنج ماه نهال‌ها برداشت شد و ریشه‌های باقیمانده در خاک ریزوسفری و متأثر از ریزوسفر با استفاده ازالک و انبرک جدا شد و خاک مربوط به هر بخش از جعبه‌های رایزوباکس به‌طور جداگانه هوا خشک گردید. سپس مقدار آهن قابل جذب به روش عصاره‌گیری با DTPA (Norvell and Lindsay, 1978) و آهن کربناتی با روش (Salbu, 1998) اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس مشاهده‌ها و مقایسه میانگین به روش آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن (در صد)	سیلت (در صد)	رس (در صد)	pH	EC (dS/m)	کربنات کلسیم معادل (در صد)
سیلتی‌لوم	۲۷/۲	۵۰	۲۲/۸	۸/۸	۰/۷۴	۳۵/۶



ب الف

شکل ۱) تصویر شماتیک رایزوباکس با طول ۲۰۰ میلی‌متر، عرض ۱۲۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر (الف)، نمای رایزوباکس از بالا قسمت موسوم به ریزوسفر با ابعاد ۷۰*۱۲۰ میلی‌متر که از هر دو طرف با فواصل ۲، ۴ و ۶ میلی‌متر با استفاده از توری فلزی یا منافذ۳۷ میکرون از خاک غیرریزوسفری (مرسوم به توده خاک) با ابعاد ۵۳*۱۲۰ میلی‌متر جدا شده است (ب).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مشاهده‌ها نشان داد فاصله‌های ریزوسفر پایه‌های مرکبات تأثیر کاملاً معنی‌داری بر غلظت آهن قابل جذب و آهن کربناتی داشت (جدول ۲) بطوریکه مقدار آهن قابل جذب بخش ریزوسفری نسبت به توده خاک بیشتر و بخش دو میلی‌متری متأثر از ریزوسفر کمترین مقدار جذب آهن را داشت. بین دو بخش سه و چهار میلی‌متری متأثر از ریزوسفر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). همچنین بخش غیرریزوسفری (توده خاک) بیشترین مقدار آهن کربناتی و بخش دو میلی‌متری متأثر از ریزوسفر کمترین مقدار آهن کربناتی را داشت (شکل ۳). (McGrath and Bernal, 1994) گزارش کردند که افزایش مقدار روی قابل استفاده در ریزوسفر می‌تواند به دلیل کمپلکس روی با ترکیبات آلی در محلول خاک باشد که عصاره‌گیرها توانایی استخراج این گونه روی را دارند محققین شرایط بیولوژیکی و شیمیایی متفاوت ریزوسفر نسبت به توده خاک را باعث تغییر در اجزاء عناصر در خاک و در نتیجه تغییر در قابلیت جذب عناصر برای گیاه گزارش کردند (Dessureault-Rompre و همکاران ۲۰۰۸). (Dinkelaker و همکاران ۱۹۸۹) گزارش کردند که سیترات ترشح شده در ریزوسفر گیاه در خاک آهکی، می‌تواند با ایجاد رسوب کلسیم - سیترات افزایش معنی‌داری در مقدار روی قابل عصاره‌گیری با DTPA شود.

نتایج پژوهش‌ها در خاک‌های آهکی نشان داد pH، مقدار رس، آهن بلورین ناقص، ماده آلی، کلسیم تبادلی و مقدار کربنات کلسیم معادل مهمترین ویژگی‌های خاک هستند که فراهمی آهن قابل جذب خاک را برای گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهند (Al-Mustafa و همکاران ۲۰۰۱). محققان بیان کردند که افزایش مواد آلی و تجزیه آن در خاک‌ها باعث کاهش pH خاک هر چند موضعی شده و با کاهش pH خاک، مقدار کربنات‌ها در خاک و در نتیجه مقدار آهن پیوسته به کربنات‌ها نیز کاهش می‌یابد (Miodrag و همکاران ۲۰۱۱). دلیل اینکه فراهمی آهن قابل جذب با افزایش ماده آلی افزایش می‌یابد این است که ماده آلی باعث بهبود تهویه خاک، بروز شرایط احیا، تولید اسیدها و عرضه عوامل کلات‌کننده می‌شود اما مهمترین تأثیری

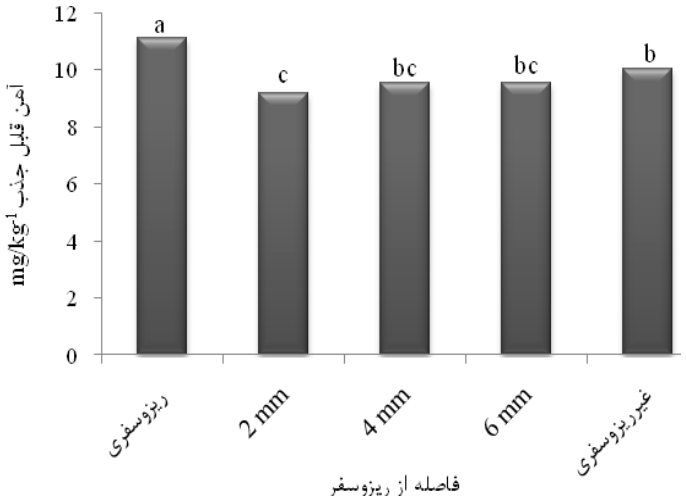
که مواد آلی روی انحلال‌پذیری آهن دارند در توانایی احیای Fe^{3+} به Fe^{2+} ست (تجزیه مواد آلی باعث احیای مکان‌های ریز خاک و در نتیجه افزایش فراهمی آهن برای گیاهان می‌شود) فرآیند احیا در سطح ریشه و ریزوسفر جایی که ترشحات ریشه آزاد می‌شود، عامل مهمی در فراهمی آهن برای گیاهان به حساب می‌آید (Mahashabde and Patel, 2012).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مقدار آهن قابل جذب و آهن کربناتی پایه‌های مختلف در فواصل ریزوسفری

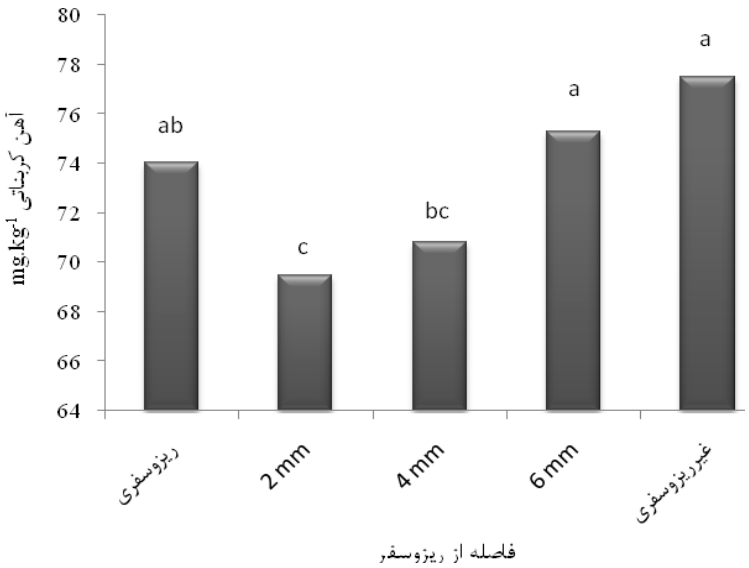
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
		آهن قابل جذب (mg.kg)	آهن کربناتی (mg.kg)
پایه	۴	۲/۴۴۹^{ns}	۶۷/۳۵^{ns}
فاصله از ریزوسفر	۸	۱۵/۲۷۷**	۲۸۸/۸۹**
پایه*فاصله ریزوسفر	۳۲	۱/۴۹۹^{ns}	۳۳/۴۵ ^{ns}
خطای آزمایشی	۹۰	۱/۶۶۹	۳۹/۲۷
ضریب تغییرات (درصد)	_	۱۳/۰۸	۸/۵۳

^{ns} و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

ریشه گیاه ۶۰-۳۰ درصد از کربن خالص فتوسنتز را دریافت می‌کند که حدود ۲۰ درصد را به‌صورت ترشحات به ریزوسفر آزاد می‌کند که می‌تواند در جذب عناصر مؤثر باشد. بنابراین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی توده خاک با خاک ریزوسفری می‌تواند متفاوت باشد و وسعت و میزان این تفاوت و تغییرات بین توده خاک و خاک ریزوسفری به مقدار زیادی به اثرات متقابل بین گونه‌های گیاهی مختلف و خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک بستگی دارد (Hinsinger و همکاران ۲۰۰۹). همچنین (Hinsinger and Gilke, 1996) اظهار داشتند افزایش جذب و فراهمی فلز در ریزوسفر به برآیند شیب‌های بیوژئوشیمیایی pH، DOC، پتانسیل اکسید و احیا و غلظت فلز بستگی دارد.



شکل ۲- اثر فاصله از ریزوسفر بر غلظت آهن قابل جذب



شکل ۳- اثر فاصله از ریزوسفر بر غلظت آهن کربناتی

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت آهن قابل جذب در خاک ریزوسفری نسبت به توده خاک افزایش معنی‌داری داشت. اما غلظت آهن کربناتی در توده خاک و خاک شش میلی‌متری متأثر از ریزوسفر بیشتر از خاک ریزوسفری بود.

منابع

Agusti, M., Almeda V., Juan M., Mesejo C. and Martinez-Fuentes A. 2003. Rootstock influence on the incidence ofrind breakdown in Navelate sweet orange. Journal of Horticultural Science Biotechnology, 78, 554-558.

Bashour, I. and Sayegh, A.A. 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. P. 49-53.

Chen, Y. M., Wang, M. K. and Huang , P. M. 2006. Catechin transformation as influenced by aluminum. J. Agric Food Chem, 54, 212–218.

Davies, F.S. and Albrigo, L.G. 1994. Citrus. Wallingford, UK: CAB International.

Dessureault-Rompré, J., Nowack, B., Schulin, R., Tercier-Waeber, M. L. and Luster, J. 2008. Metal solubility and speciation in the rhizosphere of Lupinus albus cluster roots. Environmental science and technology,*42*(19), 7146-7151.

Hinsinger, P., Bengough, A.G., Vetterlein, D., and Young, I.M. 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistr and ecological relevance. Plant Soil, 321, 1-2, 117-152.

Luo, L., Zhang, S., Shan, X.Q. and Zhu, Y.G. 2006. Oxalate and root exudates enhance thedesorption of p,p´-DDT from soils. Chemosphere, 63, 1273-1279.

Mahashabde, J. P. and Patel, S. 2012. DTPA-Extractable micronutrients and fertility status of soil in Shirpur Tahasil region. Int. J. Chem.Tech. Res, 4(4), 1681-1685.

Marschner, H., and Marschner, P. 2012. Marschner'smineral nutrition of higher plants, (3th ed.). Australia, Academic press.

Miodrag, Ž. J., Jelena, M., Srecko, T. I., Dragisa, S. M. and Srdan, I. 2011. Distribution and forms of iron in the vertisols of Serbia. J. Serb. Chem. Soc, 76(5), 781-794.

Salbu, B. 1998. Characterisation of radioactive particles in the environment. Analyst, 123(5), 843-850.

Zheng, S.J. 2010. Iron homeostasis and iron acquisition in plants: maintenance, functions and consequences. Ann. Bot, 105, 799-800.

Zuo, Y., Ren, L., Zhang F. and Jiang, RF. 2007. Bicarbonate concentration as affected by soil water content controls iron nutrition of peanut plants in a calcareous soil. Plant Physio. Biochem, 45(5), 357-364

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

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

The effect of rhizosphere and different distances of citrus base rhizosphere on absorbable iron in a calcareous soil

Kamali-Zadeh[*1], M., Shafiei[2], S., Hamidpour, M.[3] Shekofteh, H.[2] Alavi-Siney[4], S. M.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran
[4] Assistant Prof., Horticultural and Crop Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran

Abstract

Citrus are usually grown and developed in soils of arid and semi-arid areas iran. In these areas, the soils are mostly limestone and the cultivated plants have iron deficiency due to high soil pH. In order to investigate the rhizosphere effect of various citrus bases on iron absorption in calcareous soils, a factorial experiment was carried out in a completely randomized design. Factors of this experiment were different citrus rootstocks and rhizosphere distances. Different citrus rootstocks were cultivated in Rhizobox, and after five months, sampling was done from rhizosphere soil and different rhizosphere distance. In harvested samples, absorbable and carbonated iron were measured. The results of ANOVA analysis showed that the absorbable and carbonated iron significantly affected the rhizosphere soil and different rhizosphere distances; The highest concentration of absorbable iron was related to the rhizosphere and the lowest iron concentration was related to the 2 mm section of the rhizosphere distance. Also, the highest and lowest carbonated absorbable iron concentrations were related to non-rhizosphere and 2mm distances from the rhizosphere, respectively.**Keywords**: absorbable iron, calcareous soil, rhizospher

[*] Corresponding author, Email: maryamkamaliz.74@gmail.com