دگرگونی در فسفر فراهم و کارکرد آنزیم فسفاتاز در خاک ریزوسفری درکشت برخی از گونه های گیاهان کشاورزی

طاهره رشیدی[1]، علی اکبر صفری سنجانی[2]
1- کارشناسی ارشد بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک دانشگاه بوعلی همدان
2-دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی همدان
E-mail address:Tahere.Rashidi@yahoo.com

چکیده
یک بخش بزرگی از فسفر خاک به ریخت آلی است ولی گیاهان فسفر را تنها به ریخت کانی جذب می‌کنند، بنابراین کارکرد آنزیم فسفاتاز که فسفر آلی را به ریخت کانی درمی آورد، می‌تواند به تغذیه فسفر گونه‌های گیاهی کمک کند. هدف از این پژوهش اندازه‌گیری پیامد برخی گونه‌های گیاهی (گرامینه، سولاناسه، لگومینوز، کروسیفر و کمپوزیته) بر روی کارکرد آنزیم فسفاتاز در خاک ریزوسفری آنها می‌باشد. هر یک از گونه‌های گیاهی در یک خاک در گلخانه کشت شدند. کارکرد آنزیم فسفاتاز با کاهش فسفر فراهم در خاک ریزوسفر همه گونه‌های گیاهی افزایش چشم‌گیری را در برابر خاک ناریزوسفری نشان داد. بیشترین اندازه کارکرد فسفاتاز اسیدی در خاک ریزوسفر گیاه گندم و کمترین آن در خاک ریزوسفر گیاه گوجه فرنگی بدست آمد. بیشترین کارکرد فسفاتاز قلیایی در خاک ریزوسفری شاهی و کمترین آن در خاک ریزوسفری گوجه فرنگی بدست آمد.

کلمات کلیدی: فسفاتاز اسیدی، فسفاتاز قلیایی، فسفر فراهم، ریزوسفر

1- مقدمه

فسفر یک عنصر غذایی مهم برای رشد گیاه می‌باشد. بیشتر از 80 درصد فسفر خاک نافراهم برای گیاهان می‌باشد. زیست فراهمی اندک فسفر خاک یک دشواری بزرگ برای گیاهان در شماری از اکوسیستم‌های کشاورزی در جهان می‌باشد (لیندزی و همکاران، 1989). گیاهان سازوکارهای گوناگون و پیشرفته‌ای برای بدست آوردن فسفر از خاک‌های با فسفر فراهم کم دارند. آن‌ها می‌توانند به خوبی زیست فراهمی فسفر نامحلول خاک را با دگرگونی‌های شیمیایی و بیوشیمیایی خاک ریزوسفر افزایش دهند (جورج و همکاران، 2002). بر این پایه ژنوتیپ‌ها و گونه‌های گیاهی دارای ویژگی‌های ریزوسفری گوناگونی هستند که می‌توانند بر فسفر خاک ریزوسفر پیامد ویژه داشته و اندازه آن را با فسفر توده خاک ناهمانند سازند (ما و همکاران، 2009).

کانی شدن فسفر آلی در خاک ریزوسفری که فسفاتاز رها شده از ریشه‌های گیاه (هلال و دریسلر، 1989)، ریزجانداران خاک (اسمر و همکاران، 1995) و کرم‌های خاکی کارایی بیشتری دارد، تندتر رخ می‌دهد. کمبود فسفر همراه با افزایش کارایی فسفاتاز در ریزوسفر مایه بهبود تغذیه فسفر و افزایش رشد بیشتر گونه‌های گیاهی می‌شود (طرفدار و مارشنر، 1994). از آنجایی که ریشه گیاهان می‌تواند ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیک خاک ریزوسفری را برای کشت بعدی دگرگون سازد، شناخت آن برای گزینش بهترین تناوب گیاهی در کشاورزی سودمند است. این پژوهش با هدف بررسی پیامد کاشت گیاهان گوناگون بر فسفر فراهم و کارکرد آنزیم فسفاتاز در ریزوسفر انجام شد.

2- مواد و روشها

نمونه خاک و گونه‌های گیاهی: از لایه 30-0 سانتی متری یک نمونه خاک کشاورزی در منطقه همدان به روش مرکب نمونه برداری شد. خاک به خوبی آمیخته و از الک 8 میلی متری گذرانده شد. با طرح کاملاً تصادفی دانه‌های پنج گونه گیاهی گندم (***Triticum aestivum***) از خانواده گرامینه، سیب زمینی (***Solanum tuberosum***) از خانواده سولاناسه، خلر (***Lathyrus sativus***) از خانواده لگوم، شاهی (***Lepidium sativum***) از خانواده کروسیفر و آفتابگردان (***Helianthus annuus***) از خانواده کمپوزیته با سه تکرار در شرایط گلخانه کشت شدند و یک گلدان کشت نشده به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک: پیش از تیمار خاک بافت خاک به روش هیدرومتر(گی و بادر، 1986)، اسیدیته خاک در عصاره 5:1 آب به خاک (توماس، 1996)، رسانایی الکتریکی در عصاره 5:1 آب به خاک (رودز، 1990)، کربنات کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون برگشتی با NaOH (سیمز، 1966)، گنجایش تبادل کاتیونی خاک به روش استات آمونیوم (چاپمن، 1995)، کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز، 1996)، ازت کل به روش کجلدال (کلوت، 1986)، پتاسیم فراهم به روش استات آمونیوم (کلوت، 1986)، فراوانی باکتری‌ها در محیط آگار مغذی (N.A) و فراوانی قارچ‌ها در محیط سیب زمینی دکستروز آگار (M.P.D.A) هر دو به روش شمارش کلنی (آلف و نانی پیری، 1955) و ارزیابی کارکرد آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی با روش عیوضی و طباطبایی (1977) انجام شد.

روش جداسازی و بررسی خاک ریزوسفری: برای جداسازی خاک ریزوسفری از توری‌های 25 میکرومتری بهره‌گیری شد. به این منظور از لوله‌های پلیکا با قطر 20 سانتی متر که به دو بخش جداگانه برش داده شده بودند، بهره‌گیری شد. در آغاز لوله‌های پلیکا به دو بلندی 5 و 10 سانتی متری برش داده شدند. لوله 5 سانتی متری از خاک آزمایشی پر شد و بر روی آن توری 25 میکرومتری گذاشته شد و سپس بر روی آن لوله 10 سانتی متری گذاشته و پر از خاک شد و دانه گیاه در این بخش کاشت شد. پس از گذشت دو ماه هنگامی که گیاهان به بیشترین رشد رویشی خود رسیدند برداشت گیاهان انجام شد. برای برداشت خاک ریزوسفری از لایه یک سانتی متری بالایی زیر توری 25 میکرومتری نمونه برداری شد و از خاک شاهد همانند خاک ناریزوسفری نمونه برداری شد.

3- نتایج و بحث

خاک بررسی شده دارای بافت لومی می‌باشد (جدول3-1). پتاسیم فراهم و آهک میانه، فسفر فراهم بالا و کربن و ازت آلی کم می‌باشد. پ-اچ خاک 7/9 که پ-اچ معمول خاک‌های آهکی است. با توجه به اینکه پ-اچ خاک قلیایی است کارکرد آنزیم فسفاتاز قلیایی بیشتر از فسفاتاز اسیدی می‌باشد (عیوضی و همکاران، 1977).

فسفر فراهم در خاک ریزوسفری در کشت همه گونه‌های گیاهی در برابر خاک ناریزوسفری کاهش نشان داد (جدول 3-2). که می‌تواند وابسته به جذب آن در گیاه و یا بی جنبش شدن آن در بدن ریزجانداران باشد. بیشترین کاهش فسفر فراهم در خاک ریزوسفری گیاه گوجه فرنگی ($16/54\ mg\ kg^{-1}$) و کمترین آن در خاک ریزوسفری شاهی ($mg\ kg^{-1}$ 25/21) در برابر خاک ناریزوسفری بدست آمد. از آنجایی که غلظت فسفر در محلول خاک و تندی پخشیدگی آن کم است و سهم جریان توده‌ای در فراهم نمودن فسفر در پیرامون ریشه ناچیز است، تندی جذب فسفر با ریشه‌ها بیشتر از تندی فراهم نمودن آن شده و یک ناحیه تهی شدن فسفر در خاک ریزوسفری پدید می‌آید (هینسینجر، 2001).

بنابراین جذب فسفر با ریشه گیاه سبب کاهش اندازه فسفر فراهم در خاک ریزوسفری در برابر توده خاک می‌شود. صفری سنجانی و شریفی (2007) بیشترین کاهش فسفر فراهم را در خاک ریزوسفری گیاه گوجه فرنگی ($mg\ kg^{-1}$ 15) و کمترین کاهش آن را در خاک ریزوسفری گیاه شوید ($35\ mg\ kg^{-1}$) گزارش کردند که با این یافته‌ها همخوانی

جدول 3-1 برخی از ویژگی‌های خاک بررسی شده

پارامتر	واحد	مقادیر
بافت خاک	-	لوم
رسانایی الکتریکی	$ds\ m^{-1}$	0/18
گنجایش تبادل کاتیونی	$Cmol_c\ kg^{-1}$	20
pH	-	7/9
کربنات کلسیم معادل	%	6/82
کربن آلی	%	1
نیتروژن کل	%	0/12
پتاسیم فراهم	$mg\ kg^{-1}$	368
فسفر فراهم	$mg\ kg^{-1}$	37/08
فراوانی باکتری‌ها	$CFU.g^{-1}Soil$	23×10^{6}
فراوانی قارچ‌ها	$CFU.g^{-1}Soil$	23×10^{3}
فعالیت فسفاتاز اسیدی	$\mu mol\ P.N.P\ g^{-1}\ Soil\ h^{-1}$	1/71
فعالیت فسفاتاز قلیایی	$\mu mol\ P.N.P\ g^{-1}\ Soil\ h^{-1}$	5/15

دارد. کارکرد آنزیم فسفاتاز در خاک ریزوسفری همه گونه‌های گیاهی افزایش چشم‌گیری را در برابر خاک ناریزوسفری نشان داد. بیشترین افزایش کارکرد فسفاتاز اسیدی در خاک ریزوسفری گیاه گندم ($\mu mol\ P.N.P\ g^{-1}\ Soil\ h^{-1}$ 7/64) و کمترین آن در خاک ریزوسفری گیاه گوجه فرنگی ($\mu mol\ P.N.P\ g^{-1}\ Soil\ h^{-1}$ 3/97) بدست آمد. بیشترین کارکرد آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک ریزوسفری گیاه شاهی ($\mu mol\ P.N.P\ g^{-1}\ Soil\ h^{-1}$ 18/58) و کمترین آن در خاک ریزوسفری گیاه گوجه فرنگی ($\mu mol\ P.N.P\ g^{-1}\ Soil\ h^{-1}$ 12/03) بدست آمد. بر پایه گزارش برخی از پژوهندگان، سازندگان فسفاتاز اسیدی و قلیایی در خاک ناهمانند است. گیاهان تنها فسفاتاز اسیدی می‌سازند (طرفدار و مارشنر، 1994). فسفاتاز اسیدی را باکتری‌ها، قارچ‌ها، مخمرها و پروتوزئرها نیز می‌سازند. بنابراین افزایش کارایی فسفاتاز اسیدی در ریزوسفر می‌تواند به گونه مستقیم وابسته به ریشه‌های گیاه یا غیر مستقیم وابسته به برانگیختن فراوانی ریزجانداران باشد. فسفاتاز قلیایی را گیاهان نمی‌سازند و باکتری‌ها، قارچ‌ها و کرم‌های خاکی از سازندگان آن در خاک هستند (هیبرین و نیل، 1990). ناهمانندی در کارکرد آنزیم فسفاتاز در خاک ریزوسفری گیاهان گوناگون می‌تواند وابسته به ناهمانندی آنها در کمیت و کیفیت تراوش‌های ریشه‌ای باشد (باودوین و همکاران،2003). به هر گونه برخی از پژوهندگان کمبود فسفر را دلیل اصلی افزایش کارکرد آنزیم فسفاتاز در خاک ریزوسفری در کشت گیاهان گوناگون بیان کرده‌اند (صفری سنجانی و شریفی،2007؛ طرفدار و مارشنر، 1994).

جدول 3-2. فسفر فراهم ($mg\ kg^{-1}$)، کارکرد فسفاتاز اسیدی و قلیایی ($\mu mol\ P.N.P\ g^{-1}\ Soil\ h^{-1}$) در خاک ریزوسفری

گونه گیاهی	فسفر فراهم	فسفاتاز اسیدی	فسفاتاز قلیایی
گندم	$22/30^{c}$	$7/64^{a}$	$17/24^{b}$
گوجه فرنگی	$16/54^{e}$	$3/97^{d}$	$12/03^{e}$
خلر	$21/75^{c}$	$4/16^{c}$	$14/62^{d}$
شاهی	$25/21^{b}$	$4/65^{b}$	$18/58^{a}$
آفتابگردان	$19/81^{d}$	$4/13^{c}$	$17/03^{c}$
شاهد	$34/36^{a}$	$1/78^{e}$	$5/30^{f}$

منابع

Alef K, Nannipieri P, 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic press, London.

Asmar F, Gahoonia T.S, Nielsen N.E, 1995. Barley genotypes differ in extra-cellular phosphatase activity and depletion of organic phosphorus from rhizosphere soil. Plant Soil 172: 117-122.

Baudoin E, Benizeri E and Guckert A, 2003. Impact of artificial root exudates on the bacterial community composition in bulk soil and maize rhizosphere. Soil Biology and Biochemistry. 35: 1183-1192.

Chapman H.d, 1995. Cation exchange capacity. PP. 891-901. In Black C. A, et al (ed*)* Methods of Soil Analysis. Agron monogr. G. ASA. Madison WI.

Eivazi F, Tabatabai M.A, 1977. Phosphatases in Soil's. Soil Biol. Biochem. 9: 167-172 .

Gee GW and Bauder J.W, 1986. Particle-size analysis, In: Klute A (ed) Methods of soil analysis, part 1: Physical and mineralogical methods. Soil Sci Soc Am Madison Wisconsin USA 383-411.

Georg T. S, Gregory p. j, Robinson J.S, Buresh R.J, 2002. Changes in phosphorus concentrations and pH in the rhizosphere of some agroforestry and crop species. Plant and Soil 246: 65-73.

Hebrien S.A and Neal J.L, 1990. Soil pH and phosphates activity. Communications in Soil Science and Plant Analysis 21: 439 - 456.

Helal H.M and Dressler A, 1989. Mobilisation and turnover of soil phosphorus in the rhizosphere. Z.Pflanzenern. Bodenk. 152: 175-180.

Hinsinger P, 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes. A review. Plant Soil, 237: 173-195.

Klut A, 1986. Method of Soil Analysis : Physical, Chemical and Mineralogical Methods. SSSA. Madison, Wisconsin, USA.

Lindsay W.L, Velke P.L.G, Chein S.H, 1989. Posphate minerals. pp. 1089-1130. In: Dixon J.B, Weed S.B. (eds.). Minerals in soil environments. Second edition, SSSA Book Series No.1, Madison, WI. USA.

Ma B, Zhou Z.Y, Zhang C.P, Zhang G, Hu Y.J, 2009. Inorganic phosphorus fractions in the rhizosphere of xerophytic shrubs in the Alxa Desert. Jornal of Arid Environments. 73: 55-61.

Nelson D. W and Somers L. E, 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. PP. 961-1010. Madision, Wisconsin. USA.

Roades J. D, 1990. Salinity, electrical conductivity and total dissolved solids. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods". PP. 417-436. Madision. Wisconsin, USA.

Safari Sinegani A.A and Sharifi Z, 2007. Changes of available phosphorus and phosphatase activity in the rhizosphere of some field and vegetation crops in the fast growth stage. J. Appl. Sci. Environ. Manage. 11(3): 113-118.

Sims J.T, 1996. Lime requirement method of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. PP. 491-516. Madision, Wisconsin, USA.

Tarafdar J.C and Marschner H, 1994. Phosphatase activity in the rhizosphere and hyphosphere of VA mycorrhizal wheat supplied with inorganic and organic phosphorous. Soil Biology and Biochemistry 26: 387- 395.

Thomas G.W, 1996. Soil pH soil acidity . In:L Sparks (Eds), Methods of soil analysis. Part 3, Chemical methods. ASA, Madison, WI.