

## روابط همبستگی فسفر قابل جذب و شکل‌های فسفر معدنی با رشد، غلظت فسفر و مقدار

### فسفر بخش هوایی برنج در خاک‌های شالیزاری شمال ایران

نصرت اله نجفی<sup>۱\*</sup> و حسن توفیقی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup>دانشیار گروه علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

#### مقدمه

فسفر به عنوان یک عنصر غذایی پرمصرف بوسیله گیاهان، در خاکها به شکل‌های معدنی و آلی وجود دارد؛ اما به وسیله گیاهان به صورت فسفر معدنی جذب می‌شود [۷]. با بررسی رابطه شکل‌های فسفر معدنی با رشد گیاه و جذب فسفر می‌توان عصاره‌گیر جدیدی برای تعیین فسفر قابل جذب انتخاب کرد [۵]. بنابراین، محققان تلاش کرده‌اند رابطه فسفر قابل جذب و شکل‌های فسفر معدنی با رشد، غلظت فسفر و مقدار فسفر گیاهان مختلف را تعیین نمایند [۱، ۳، ۸، ۹، ۱۰]. ولی مطالعات انجام شده در این زمینه در خاک‌های شالیزاری در دنیا محدود است [۸، ۹] و در خاک‌های شالیزاری شمال ایران نیز مطالعه‌ای یافت نشد. لذا، این تحقیق به منظور تعیین رابطه فسفر قابل جذب و شکل‌های فسفر معدنی با رشد، غلظت فسفر و مقدار فسفر بخش هوایی برنج در خاک‌های شالیزاری شمال ایران انجام شد.

#### مواد و روشها

تعداد ۴۰ نمونهٔ مرکب خاک از عمق ۲۰-۰ سانتیمتر از خاک‌های شالیزاری استانهای گیلان، مازندران و گلستان برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. خاکها پس از هواخشک شدن، کوبیده و از الک دو میلیمتری عبور داده شدند. بر اساس ویژگی‌هایی از قبیل pH، بافت، درصد آهک و میزان فسفر قابل جذب، ۱۴ نمونه خاک (۱۰ خاک آهکی و چهار خاک غیرآهکی) از بین آنها برای مطالعه حاضر انتخاب شد. سپس آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با دو تکرار شامل نوع خاک در ۱۴ سطح (۱۰ خاک آهکی و چهار خاک غیرآهکی)، کشت گیاه در دو سطح (با و بدون کشت برنج) و کود فسفر در دو سطح (۰ و ۴۰ میلیگرم فسفر بر کیلوگرم خاک از منبع مونوکلسیم فسفات) انجام شد. بذرهاى جوانه‌دار شدهٔ برنج رقم خزر به گلدانهای تیمار باکشت انتقال یافت. پس از استقرار گیاه در خاک، پنج سانتیمتر آب در سطح خاک قرار داده شد. تمام شرایط اعمال شده بر گلدانهای کشت شده به گلدانهای کشت نشده نیز همزمان اعمال شد. گیاهان پس از سه ماه نگهداری در شرایط گلخانه برداشت شدند و وزن خشک، غلظت فسفر و مقدار فسفر اندامهای هوایی آنها تعیین گردید [۲]. هنگام برداشت گیاهان، از گلدانهای با کشت (خاک رایزوسفر) و بدون کشت (توده خاک) به روش خاصی نمونه خاک تهیه گردید و بلافاصله فسفر قابل جذب آنها به روش اولسن [۶]، شکل‌های فسفر معدنی در خاک‌های آهکی به روش عصاره‌گیری متوالی جیانگ و گو [۴] و در خاک‌های غیرآهکی به روش عصاره‌گیری متوالی کیو [۶] تعیین گردید. شکل‌های فسفر در خاک‌های آهکی شامل دی کلسیم فسفات (Ca<sub>2</sub>-P)، اکتاکلسیم فسفات (Ca<sub>8</sub>-P)، فسفات آلومینیوم (Al-P)، فسفات آهن (Fe-P)، فسفر محلول در احیا کننده (CBD-P)، آپاتایت (Ca<sub>10</sub>-P) و در خاک‌های غیرآهکی شامل فسفر به سهولت محلول (NH<sub>4</sub>Cl-P)، فسفات آلومینیوم (Al-P)، فسفات آهن (Fe-P)، فسفر محلول در احیا کننده (CBD-P) و آپاتایت (Ca<sub>10</sub>-P) بود. غلظت فسفر در عصاره‌های مختلف با روش اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شد [۶]. روابط پارامترهای گیاهی با فسفر قابل جذب و شکل‌های فسفر معدنی یک‌بار در خاک رایزوسفر و یک‌بار در توده خاک تعیین گردید. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل آماری گردید.

## نتایج و بحث

۱) در خاکهای آهکی، همبستگی ساده ماده خشک بخش هوایی برنج با فسفر قابل جذب و شکل‌های Al-P، Ca<sub>8</sub>-P، CBD-P، Ca<sub>10</sub>-P معنی‌دار نبود ولی با شکل‌های Ca<sub>2</sub>-P و Fe-P معنی‌دار بود. رگرسیون چندمتغیره با روش گام به گام نشان داد که رابطه ماده خشک بخش هوایی برنج و شکل‌های فسفر معدنی در دو تیمار با و بدون کشت برنج به ترتیب به صورت زیر بود:

$$\text{Dry Matter (g/pot)} = 51.336 - 2.083 (\text{Ca}_2\text{-P}) + 0.276 (\text{Ca}_8\text{-P}), \quad R = 0.827^{***}$$

$$\text{Dry Matter (g/pot)} = 51.642 - 1.059 (\text{Ca}_2\text{-P}) + 0.297 (\text{Ca}_8\text{-P}), \quad R = 0.734^{***}$$

۲) در خاکهای غیرآهکی، همبستگی ساده ماده خشک بخش هوایی برنج با فسفر قابل جذب و شکل‌های NH<sub>4</sub>Cl-P، CBD-P، Ca<sub>10</sub>-P معنی‌دار نبود ولی با شکل‌های Al-P و Fe-P معنی‌دار بود. رگرسیون چندمتغیره با روش گام به گام نشان داد که رابطه ماده خشک بخش هوایی برنج و شکل‌های فسفر معدنی در دو تیمار با و بدون کشت برنج به ترتیب به صورت زیر بود:

$$\text{Dry Matter(g/pot)} = 25.613 - 0.131 (\text{Al-P}), \quad r = -0.827^{**}$$

$$\text{Dry Matter(g/pot)} = 23.584 - 0.029 (\text{Fe-P}), \quad r = -0.801^{**}$$

معنی‌دار نبود Ca<sub>10</sub>-P و Ca<sub>8</sub>-P در خاکهای آهکی، همبستگی ساده غلظت فسفر بخش هوایی برنج با شکل‌های معنی‌دار بود. رگرسیون چندمتغیره با روش گام CBD-P، Fe-P، Al-P، Ca<sub>2</sub>-P ولی با فسفر قابل جذب و شکل‌های به گام نشان داد که رابطه غلظت فسفر بخش هوایی برنج و شکل‌های فسفر معدنی در دو تیمار با و بدون کشت برنج به صورت زیر بود:

$$\text{(mg P/kg dw)} = 134.949 + 64.311(\text{Ca}_2\text{-P}) + 1.316(\text{Ca}_{10}\text{-P}) + 39.459(\text{Fe-P}), \quad R = 0.944^{***}$$

$$\text{(mg P/kg dw)} = 615.814 + 34.469 (\text{Ca}_2\text{-P}), \quad r = 0.888^{***}$$

۴) در خاکهای غیرآهکی، همبستگی ساده غلظت فسفر بخش هوایی برنج با فسفر قابل جذب خاک کشت نشده معنی‌دار بود ولی با شکل‌های فسفر معدنی در خاک رایزوسفر و توده خاک معنی‌دار نبود.

۵) در خاکهای آهکی، همبستگی ساده مقدار (جذب) فسفر بخش هوایی برنج با شکل‌های Ca<sub>8</sub>-P و Ca<sub>10</sub>-P معنی‌دار بود ولی با سایر شکل‌های فسفر معنی‌دار نبود. رگرسیون چندمتغیره با روش گام به گام نشان داد که رابطه مقدار فسفر بخش هوایی برنج و شکل‌های فسفر معدنی در دو تیمار با و بدون کشت برنج به ترتیب به صورت زیر بود:

$$\text{P Uptake (mg P/pot)} = 35.138 + 0.054 (\text{Ca}_{10}\text{-P}), \quad r = 0.494^*$$

$$\text{P Uptake (mg P/pot)} = 15.871 + 0.275(\text{Ca}_8\text{-P}) + 0.049(\text{Ca}_{10}\text{-P}), \quad R = 0.713^{**}$$

۶) در خاکهای غیرآهکی، همبستگی ساده مقدار (جذب) فسفر بخش هوایی برنج با شکل‌های Fe-P و CBD-P معنی‌دار بود ولی با سایر شکل‌های فسفر معنی‌دار نبود. رابطه مقدار فسفر بخش هوایی برنج و شکل‌های فسفر معدنی در خاک رایزوسفر به صورت  $\text{(mg P/pot)} = 43.221 - 0.112(\text{Fe-P}) + 0.043(\text{Ca-P}) + 0.247(\text{Al-P}), \quad R = 0.983^{**}$  بود.

## منابع

- Cajuste, L.J., R.J. Laird, D.J. Cruz, & L. Cajuste Jr. 1994. Phosphate availability in tropical soils as related to phosphorus fractions and chemical tests. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25: 1881-1889.
- Gupta, P.K. 2000. *Soil, Plant, Water, and Fertilizer Analysis*. Agrobios, New Delhi, India.
- Henriquez, C., F. Bertsch, & R. Killorn. 2004. Sugarcane production and changes in soil phosphorus forms after organic and inorganic fertilization. *Better Crops*, 88: 28-31.
- Jiang, B.F., & Y.C. Gu. 1989. A suggested fractionation scheme for inorganic phosphorus in calcareous soils. *Fertilizer Res.* 20: 159-165.

- Kamprath, E.J., & M.E. Watson. 1980. Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status soils. pp. 433-469. In: Khasawneh et al. (eds). The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Kuo, S. 1996. Phosphorus. P. 869-919. In: D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 3<sup>rd</sup> edition, SSSA Book Series No. 5. Madison, WI. USA
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press, London.
- Saleque, M.A., U.A. Naher, A. Islam, A.B.M.B.U. Pathan, A.T.M.S. Hossain, & C.A. Meisner. 2004. Inorganic and organic phosphorus fertilizers effects on the phosphorus fractionation in wetland rice soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 1635-1644.
- Samrit, P., C. Jongruk, S. Chairerk, & T. Nipon. 2002. Changes of some chemical properties, inorganic phosphate fractions and available P in some paddy soils in Thailand. 17<sup>th</sup> WCSS, Bangkok, Thailand.
- Yang, J.E., & J.S. Jacobsen. 1990. Soil inorganic phosphorus fractions and their uptake relationships in calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 1666-1669.