



## اثر سطوح مختلف کود فسفر بر اجزاء نیتروژن معدنی خاک در خاک چسبیده به ریشه و توده خاک برای کشت گندم

سعیده سعادت‌تی فر<sup>۱</sup>، رضا خراسانی<sup>۲</sup>، امیر لکزیان<sup>۳</sup>  
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

### چکیده

نیتروژن معدنی در توده خاک و خاک چسبیده به ریشه رفتار متفاوتی دارد. به منظور بررسی تغییرات نیتروژن معدنی (نیترات و آمونیوم) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در ۳ سطح فسفر (۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و دو بخش توده خاک و خاک چسبیده به ریشه در انجام شد. نتایج مطالعه حاکی از آن بود که مقدار اجزاء نیتروژن معدنی در خاک چسبیده به ریشه کمتر از توده خاک بود. با افزایش غلظت فسفر، غلظت نیتروژن معدنی، نیترات و آمونیوم در هر دو بخش توده خاک و خاک چسبیده به ریشه کاهش یافت. این بدلیل تغییر در تراوشات ریشه و برداشت گیاه است. واژه‌های کلیدی: خاک چسبیده به ریشه، تراوشات ریشه، نیترات و آمونیوم.

### مقدمه

فعالیت ریشه گیاهان بر ویژگی‌های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی خاک مجاور ریشه تاثیر می‌گذارد. وضعیت این ناحیه که ریزوسفر نامیده می‌شود، بطور قابل توجهی با توده خاک متفاوت است. ضخامت این ناحیه از ۰.۱ تا بیش از ۲ میلی متر بسته به طول و وفور تارهای کشته تغییر می‌کند (Russell, ۱۹۷۷). از آنجایی که مطالعه‌ی خاک ریزوسفر مشکل است، می‌توان از خاک چسبیده به ریشه<sup>۱</sup> که بیانگر شرایط ریزوسفر است استفاده کرد (قریشی و همکاران، ۲۰۱۴؛ Emnova et. al, ۲۰۱۲؛ Garcia-Salamanca et. al, ۲۰۱۲؛ Czarnes et. al, ۱۹۹۴ و Kodama et. al, ۲۰۰۰). البته خاک چسبیده به ریشه را نمی‌توان دقیقاً خاک ریزوسفری تصور کرد (Hinsinger et. al., ۲۰۰۵).

گیاهان از طریق طیف وسیعی از فرایندها که شامل اسیدی شدن از طریق خروج پروتون و انتشار تراوشات مختلف ریشه است، بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و ترکیب بیولوژیکی ریزوسفر تاثیر می‌گذارند. همراه با تغییرات pH خاک، تراوشات ریشه به طور مستقیم بر فراهمی عناصر غذایی اثر می‌گذارند و یا اثرات غیرمستقیم از طریق تعامل با میکروارگانیسم‌های خاک دارند (Richardson et al., ۲۰۰۹). بررسی وضعیت عناصر غذایی و ویژگی‌های این منطقه، درک بهتری از شرایط گیاه در خاک و فرایندهای موجود در آن را فراهم می‌کند. نیتروژن بیشترین اهمیت را در بین عناصر غذایی برای رشد محصولات دارد. همچنین نیتروژن جزء اساسی از کلروفیل، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و... است (Hoffman, ۲۰۰۴). نیتروژن در خاک به شکل‌های آلی و معدنی می‌باشد. شکل‌های معدنی مهم نیتروژن در خاک نیترات، نیتريت، آمونیوم هستند. تراوشات ریشه گیاهان حاوی اسیدهای آلی، قندها، آمینو اسیدها و... می‌باشند (Dakora and Donald, ۲۰۰۲). این تراوشات می‌توانند در مقدار نیتروژن ریزوسفر تغییر ایجاد کنند (Landi et al., ۲۰۰۶).

مقدار فسفر می‌تواند بر مقدار نیتروژن در خاک و گیاه اثر بگذارد (De Groot et al., ۲۰۰۳). میزانتغییرات اجزاء معدنی نیتروژن، تحت تاثیر فسفر می‌تواند در دو حالت خاک چسبیده به ریشه توده‌ی خاک متفاوت باشد. در سالهای اخیر تحقیق درباره ریزوسفر و خصوصیات آن بیش تر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این پژوهش مطالعه‌ی اثر سطوح مختلف فسفر بر مقدار نیتروژن معدنی و اجزاء آن در خاک چسبیده به ریشه است.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق بصورت یک آزمایش گلدانی در خاکی با فسفر قابل استفاده نسبتاً کم انجام گرفت. آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی برای گیاه گندم در دو بخش توده خاک و خاک چسبیده به ریشه در ۳ سطح غلظت فسفر فراهم شده از  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  در سه تکرار با افزایش فاکتوریل انجام شد. سه سطح غلظتی فسفر صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم در نظر گرفته شد. عناصر N و K بر اساس آنالیز خاک و نیاز گیاه، به مقدار لازم، به همهی تیمارها اضافه شد. آبیاری در طول رشد گیاهان در حد ظرفیت زراعی (حدود ۱۴ درصد وزنی) انجام شد. سطح گلدان‌ها با ۱۰۰ گرم ماسه‌ی شسته شده جهت کاهش تبخیر و یکنواختی آبیاری پوشانده شد. به منظور محاسبه‌ی نیاز کودی نیتروژن کل به روش کج‌دال (Bremner, ۱۹۹۶) و فسفر قابل استفاده به روش اولسن تعیین شدند (Olsen et al., ۱۹۵۴). بعد از اتمام دوره‌ی کشت، برای برداشت، اندام هوایی گیاه از محل طوقه جدا گردید. سپس شن روی گلدان کنار زده شد و به آرامی و با دقت، با برس کردن خاک چسبیده به ریشه جدا شد (قریشی و همکاران، ۲۰۱۴؛ Emnova et. al, ۲۰۱۲؛ Garcia-Salamanca et. al, ۲۰۱۲؛ Czarnes et al., ۲۰۰۰ و Kodama et. al, ۱۹۹۴). آمونیوم و مجموع نیترات و نیتريت در خاک اندازه گیری شد (Keeney and Nelson, ۲۰۰۰).

<sup>۱</sup>Root-adhering soil

## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

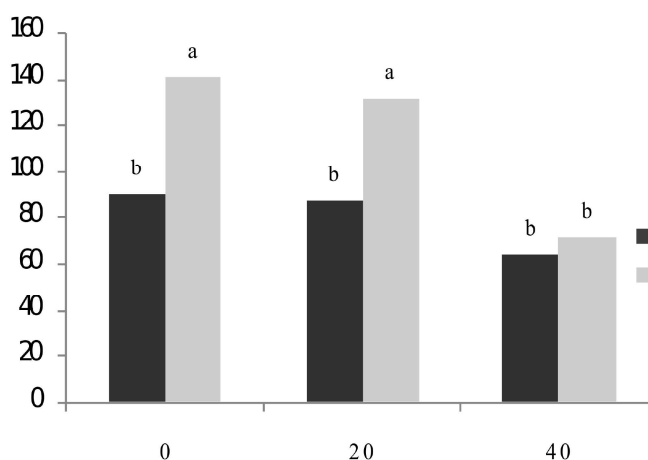
سپس مقدار نیتروژن معدنی از مجموع آمونیوم و نیترات و نیتريت محاسبه گردید. جدول شماره ۱ برخی از خصوصیات خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

**جدول ۱- برخی خصوصیات خاک مورد مطالعه**

Total N(mg/kg)	P (mg/kg)	CaCO <sub>3</sub> %	pH	EC(dS/m)
۵۰/۵۵۷	۴۰/۹	۵۰/۱۴	۴۸/۷	۶۰/۱

### نتایج و بحث

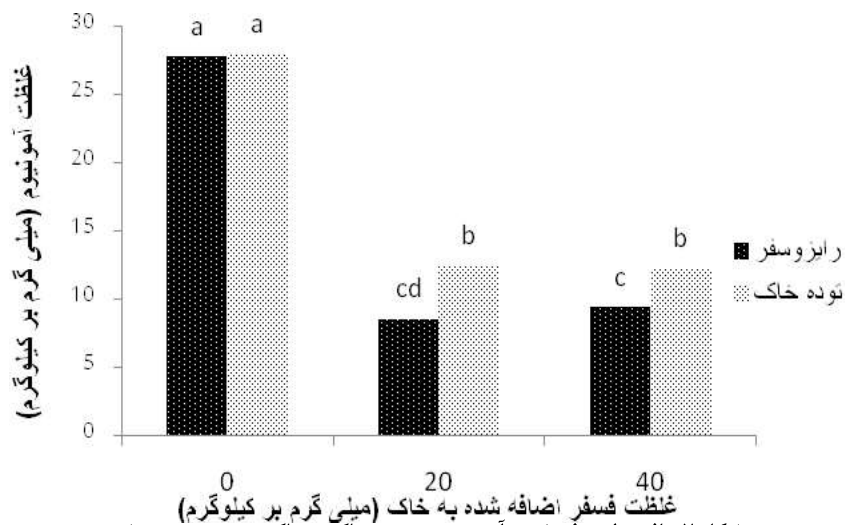
با افزایش سطح فسفر مقدار نیترات در هر دو بخش کاهش یافت. به شکل ۱ مراجعه نمایید. میزان کاهش نسبت به شاهد (سطح اول فسفر) در توده ی خاک برای سطوح ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر، به ترتیب ۹ و ۶۹ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در خاک چسبیده به ریشه تغییرات نیتروژن معدنی نسبت به سطح صفر کاهش ناچیز حدود ۳ میلی گرم بر کیلوگرم در سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم و ۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم در سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم را نشان داد که از نظر آماری معنی دار نبود.



شکل ۱- اثر سطوح فسفر بر مجموع نیترات و نیتريت توده ی خاک و خاک چسبیده به ریشه

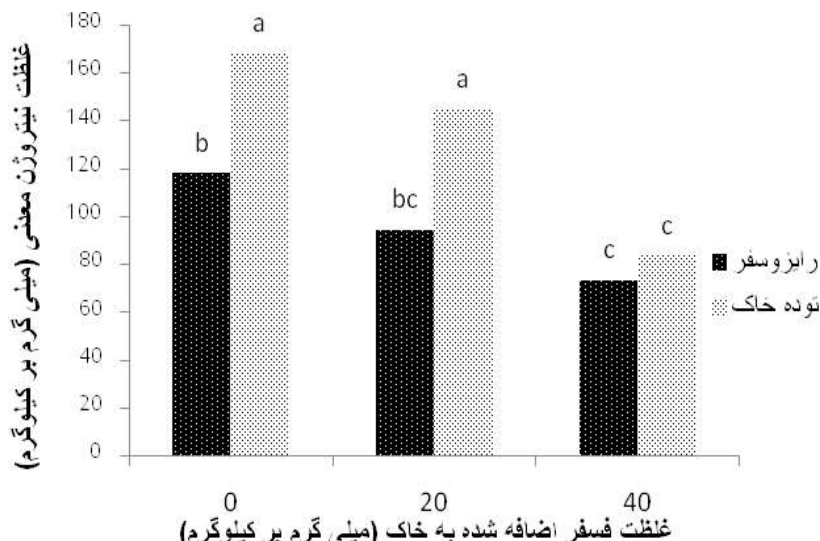
در بررسی مقادیر آمونیوم در دو بخش خاک در سطح اول تفاوت معنی داری مشاهده نشد. به شکل ۲ مراجعه نمایید. در هر دو تیمار فسفر مقدار آمونیوم در سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر در توده ی خاک ۵ / ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم و در سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم ۸ / ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم کاهش یافت. کاهش مقدار آمونیوم در خاک چسبیده به ریشه برای دو سطح بالای فسفر به ترتیب ۶۹ و ۶۶ درصد بود.

## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه



شکل ۲- اثر سطوح فسفر بر آمونیم توده ی خاک و خاک چسبیده به ریشه

غلظت نیتروژن معدنی در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر اضافه شده به خاک در دو بخش خاک چسبیده به ریشه و توده خاک، در شکل ۳ نشان داده شده است. مقدار نیتروژن معدنی در هر دو خاک روند کاهشی را نشان می دهد. بیشترین مقدار آن مربوط به شاهد در توده خاک و کمترین مقدار متعلق به سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر در خاک چسبیده به ریشه است. کاهش غلظت نیتروژن معدنی در توده ی خاک در سطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم نسبت به شاهد حدود ۵۰ درصد می باشد، همچنین کاهش غلظت نیتروژن معدنی در خاک چسبیده به ریشه نسبت به شاهد، براسطح ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب حدود ۲۶ درصد است. در شاهد و سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر همانطور که مشاهده می شود. به شکل ۳ مراجعه نمایید. اختلاف بین دو بخش خاک معنی دار است، بطوریکه میزان نیتروژن معدنی حدود ۳۵ درصد در توده ی خاک بیش تر از خاک چسبیده به ریشه است.



شکل ۳- اثر سطوح فسفر بر نیتروژن معدنی توده ی خاک و خاک چسبیده به ریشه

باتوجه به شکل های ۱، ۲ و ۳ میزان نیتروژن معدنی، آمونیم و نیترات (Prendergast-Miller et al., ۲۰۱۱) در خاک چسبیده به ریشه کمتر از توده ی خاک است. مقدار نیتروژن معدنی و اجزاء آن روند مشابهی را نشان می دهند، با افزایش محدودیت فسفر میزان نیتروژن معدنی افزایش می یابد. بدنبال کاهش تغذیه ی فسفر میزان تراوش ترکیبات نیتروژن دار مثل آمینواسیدها از ریشه افزایش می یابد (



## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

Bowen, ۱۹۶۹؛ Ratnayake et al., ۱۹۷۸). کمبود فسفر در خاک پیامدهایی از جمله افزایش ترکیبات نیتروژن دار و کاهش جذب نیتروژن از خاک (De Groot et al., ۲۰۰۳) دارد.

کاهش نیتروژن معدنی می‌تواند ناشی از افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه و کاهش ترکیبات نیتروژن دار آزاد شده از ریشه‌ی آن باشد. باتوجه به اینکه با افزایش فسفر میزان رشد و نمو (وزن خشک، به ترتیب ۵/۴، ۳/۷ و ۵/۱۰ گرم) گیاه افزایش می‌یابد. بنابراین تقاضا برای نیتروژن بیش‌تر خواهد شد. این مسأله باعث می‌شود که میزان نیتروژن معدنی در تیمارهای زیاد فسفر در هر دو بخش خاک کاهش پیدا کند. با توجه به مقادیر نیترات و آمونیوم، در تیمار ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم معملت کاهش نیتروژن معدنی در خاک عمدتاً مربوط به کاهش آمونیوم بوده است، اما در تیمار ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر سهم نیترات و آمونیوم در کاهش نیتروژن معدنی تقریباً با هم برابر است. به عبارت دیگر در تیمار ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر میزان نیترات نسبت به سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر کاهش بیش‌تری داشته است. براساس پژوهش‌های انجام گرفته با افزایش فسفر خاک میزان ترکیبات آمونیوم‌دار تراوش شده کمتر می‌شود (Bowen, ۱۹۶۹؛ Ratnayake et al., ۱۹۷۸). بنابراین از سطح صفر فسفر به سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر مقدار آمونیوم به علت برداشت گیاه و کاهش ترکیبات آمونیوم‌دار کاهش می‌یابد. مجموع این دو عامل باعث کاهش نیتروژن معدنی خاک می‌شود. در تیمار ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر بواسطه‌ی تولید عملکرد زیاد نیاز گیاه به نیتروژن افزایش می‌یابد. از آنجایی که میزان ترکیبات آمونیومی نیز کم‌تر می‌شود و سطح آمونیوم در خاک کاهش می‌یابد، بنابراین گیاه افزایش نیاز به نیتروژن را از طریق جذب نیترات تامین می‌کند. لذا باعث می‌شود نیترات خاک در تیمار ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم کاهش یابد.

### منابع

- Bowen G. D. ۱۹۶۹. Nutrient status effects on loss of amides and amino acids from pine roots. *Plant and Soil* ۲۰: ۱۳۹-۱۴۲.
- Bremner, J. M. ۱۹۹۶. Nitrogen\_Total, in: *Methods of Soil Analysis, part ۳*, Sparks, D. L.(eds), Madison, Wasconsin, USA.
- C. De Groot C., Marcelis L. F. M., Boogaard R., Kaiser W. M. and Lambers H. ۲۰۰۳. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. *Plant and Soil*, ۲۴۸: ۲۵۷-۲۶۸.
- Czarnes S., Bartoli F., Dexter A.R. ۲۰۰۰. Wetting and drying cycles in the maize rhizosphere under controlled conditions. *Mechanics of the root-adhering soil. Plant and Soil*, ۲۲۱: ۲۵-۲۷۱.
- Dakora F. D. and Donald A. P. ۲۰۰۲. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. *Plant and Soil*, ۲۴۵: ۳۵-۴۷.
- Emnova E., Toma S., Daraban O., and Druta I.,. ۲۰۱۲. Enzyme activity in soybean root-adhering soil in dependence on nutrition and water content condition. *Lucr ri tiin ifice . Chisinau*.
- Garcia-Salamanca A. Molina-Henares M. A. van Dillewijn P. Solano J., Pizarro-Tobias P., Roca A. Duque E. and Ramos J. L. ۲۰۱۲. Bacterial diversity in the rhizosphere of maize and the surrounding carbonate-rich bulk soil. *Microbial Biotechnology*, ۶: ۳۶-۴۴.
- Hinsinger P. Gobran G. R. Gregory P. J. and Wenzel W. W. ۲۰۰۵. Review: Rhizosphere geometry and heterogeneity arising from root-mediated physical and chemical processes. *New Phytologist*, ۱۶۸: ۲۹۳-۳۰۳
- Hofman G. ۲۰۰۴. [www.betuco.be](http://www.betuco.be), soil and plant nutrient.
- Keeney D. R. and D. W Nelson. ۱۹۸۲. Nitrogen inorganic forms. In Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part ۲ -Chemical and microbiological properties.* (۲nd edition). Agronomy, ۹: ۶۴۳-۶۹۸.
- Kodama H. Nelson S. Fook Yang. A. and Kohyama N. ۱۹۹۴. Mineralogy of rhizospheric and non-rhizospheric soils in corn field. *Clays and Clay Minerals*, ۴۲(۶): ۷۵۵-۷۶۳.
- Landi L. Valori F. Ascher J. Renella G. Falchini L. and Nannipieri P. ۲۰۰۶. Root exudate effects on the bacterial communities, CO<sub>2</sub> evolution, nitrogen transformations and ATP content of rhizosphere and bulk soil. *Soil Biology & Biochemistry*, ۳۸: ۵۰۹-۵۱۶.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA, Circular Nr ۹۳۹, US Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Prendergast-Miller M. T., Duvall M., Sohi S. P. ۲۰۱۱. Localisation of nitrate in the rhizosphere of biochar-amended soils. *Soil Biology & Biochemistry*, ۴۳: ۲۲۴۳-۲۲۴۶
- Qureshi S., Ruqia A., Sultana V. Ehteshamul-Haque S. ۲۰۱۴. Nematicidal potential of culture filtrates of soil fungi associated with rhizosphere and rhizoplane of cultivated and wild plants. *Pak. J. Bot.*, ۴۴(۳): ۱۰۴۱-۱۰۴۶.
- Ratnayake M. Leonard R. T. and Menge A. ۱۹۷۸. Root exudation in relation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal infection. *New Phytol*, ۸۱: ۵۴۳-۵۵۲



## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

Richardson A. E. Barea J. M. McNeill A. M. and Prigent-Combaret C. ۲۰۰۹. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant Soil*, ۳۲۱: ۳۰۵-۳۳۹  
Russell R. S. ۱۹۷۷. *Plant root systems: Their functions and inter action within the soil*. McGraw Hill Book Company, London.

### **Abstract:**

Inorganic nitrogen has different behavior in bulk and root-adhering soils. In order to investigate the changes of inorganic nitrogen concentration (nitrate and ammonium), three concentrations of Phosphorus (۰, ۲۰, and ۴۰ mg/kg) in two parts of bulk and root-adhering soils, were used in greenhouse experiment with a completely randomized design with ۳ replicates. The results indicated that the concentration of inorganic nitrogen speciation in root-adhering soils was less than bulk soils. The concentration of inorganic nitrogen, nitrate and ammonium reduced with increase in concentration of phosphorus in the both parts of soils (bulk soil and root-adhering soils). This is due to changes in root exudates and plant uptakes.