شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

**محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی**

# اثر فسفر و پتاسیم خاک بر گره زایی ریشه یونجه

مجتبی یحیی‌آبادی*

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

## چکیده

تثبیت نیتروژن در لگومها با تشکیل گره‌ها شروع میشود. در بررسی علل مختلف محدود کننده گره‌زایی ریشه یونجه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین جمعیت ریزوبیوم‌های خاک و درجه گره‌زایی ریشه، در ده منطقه از استان اصفهان اندازه‌گیری شد. تعیین درجه گره‌زایی ریشه و جمعیت ریزوبیوم‌های خاک با استفاده از روش Vincent انجام شد. جهت تعیین سهم هریک از عوامل مؤثر، از روش رگرسیون استپ وایز جلو رونده استفاده گردید. نتایج نشان داد که میزان فسفر خاک با جمعیت ریزوبیوم‌های خاک در سطح یک درصد و با درجه گره‌زایی ریشه در سطح پنج درصد همبستگی مثبت داشته است . همچنین میزان فسفر خاک، بر تشکیل گره، تعداد، حجم و وزن گره‌ها، رشد گیاهان میزبان و فرآیند تثبیت ازت اثر مثبت داشته است. نتایج حاصله حاکی از همبستگی مثبت پتاسیم کل خاک با درجه گره سازی ریشه و جمعیت باکتریهای ریزوبیوم در سطح یک درصد می‌باشد. لزوم توجه به میزان فسفر و پتاسیم خاک، در بهبود تثبیت نیتروژن و افزایش عملکرد یونجه بسیار مهم است.

**کلمات کلیدی**: یونجه، فسفر، پتاسیم، ریزوبیوم

## مقدمه

تراکم بوته یونجه بلافاصله بعد از استقرار گیاه، زیاد است و با گذشت زمان کاهش می یابد. تصور می شود که تغذیه مناسب پتاسیم و فسفر باعث افزایش طول عمر این گیاه خواهد بود. Berg و همکاران (۲۰۰۷)، معتقدند که باروری فسفر و پتاسیم برای حفظ عملکرد بالا در یونجه مهم است و به دلیل اینکه این عملکرد با گذشت زمان کاهش می یابد، عملکرد دانه تحت تاثیر اجزای مختلفی قرار می گیرد که قبلا در یونجه نسبتا جوان یافت می شود. فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز باکتری‌های ریزوبیوم است تا بتوانند ازت اتمسفری را به آمونیوم مورد نیاز گیاهان تبدیل کنند( Drevon and Hartwig 1997). نیاز شدید به فسفر نشان دهنده نقش حیاتی آن در تأمین انرژی (ATP) در تثبیت ازت می‌باشد. از این رو فسفر بر توسعه گره‌های ریشه، نقش مهمی دارد. فسفر ناکافی در خاک، رشد و توسعه ریشه را محدود میکند و بر عمل فتوسنتز و تمام فرایندهایی که بطور مستقیم یا غیر مستقیم در تثبیت ازت موثر هستند، اثر نامطلوب می‌گذارد (Tang و همکاران، ۲۰۰۱). تحقیقات فراوان حاکی از تأثیر فسفر بر رشد گره‌ها و تثبیت ازت توسط لگومها میباشد. Jacobsen (۱۹۸۵) نشان داد که فسفر و پتاسیم موجب تشکیل سریعتر گره‌ها می‌شود. در خاک‌هایی با فسفر بالا، غده‌ها یازده روز پس از جوانه‌زدن بذر، روی ریشه تشکیل شدند (Ribet J and Drevon, 1995). در خاکهایی که با کمبود فسفر مواجه بوده‌اند، کاربرد کودهای فسفره باعث افزایش تعداد غده‌ها و وزن خشک آنها شد، همچنین رنگ غده‌ها از سبز به صورتی(رنگ غده فعال) گرایید. مطالعات دیگری نشان داده‌اند که افزودن کودهای فسفره و پتاس به خاک‌هایی که کمبود فسفر و پتاسیم دارند، موجب افزایش درصد ازت در یونجه و وزن خشک محصول تولیدی می‌گردد و این مبین آنست که لگوم‌های وابسته به تثبیت ازت در مقایسه با علوفه وابسته به کودهای ازته، نیاز فسفره و پتاسیم بیشتری دارند(Robson و همکاران، ۱۹۸۱) . از طرفی در مطالعات دیگر نشان داده شد که هر گونه محدودیت در رشد و توسعه ریشه، کمبود عناصری مانند فسفر و مولیبدن، زیادی اسیدیته خاک یا محدودیت فتوسنتز، باعث کاهش غده‌سازی ریشه و تثبیت ازت مولکولی می‌گردد(Almeida, 2000).

* ایمیل نویسنده مسئول: yahyabadi@gmail.com

همچنین Alniemi و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که غلظت فسفر در غده‌های سالم معمولا دو تا سه برابر فسفر موجود در ریشه گیاه است. بنابراین لگوم‌ها به فسفر قابل استفاده فراوان نیاز دارند. در شرایطی که تنش‌های محیطی وجود دارد، بیشتر لگوم‌های تثبیت کننده ازت قادر به افزایش فعالیت متابولیکی غده‌های موجود در ریشه گیاه بوده و در این شرایط ، تأمین فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه، این توانایی را دو برابر میکند (Walsh, 1995). بدلیل تفاوت در خصوصیات خاک و مدیریت مزرعه در مناطق مختلف، سیستم همزیستی لگوم- ریزوبیوم از کیفیت و درجه گره بندی متفاوتی برخوردار می‌باشد. این تحقیق با هدف ارزیابی ارتباط میزان پتاسیم و فسفر خاک با درجه گره سازی ریشه یونجه در تعدادی از مزارع یونجه استان اصفهان پیشنهاد و به مورد اجرا گذاشته شد.

## مواد و روش‌ها

به منظور اندازه‌گیری برخی از خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک و همچنین شمارش جمعیت ریزوبیوم‌های خاک، ده منطقه مختلف از استان اصفهان انتخاب گردید و نمونه‌های خاک و گیاه یونجه همراه ریشه از این مناطق تهیه شد. نمونه برداری ها عمدتاً از مزارع یونجه دو یا سه ساله و در ابتدای گل دهی انجام پذیرفت. پس از شستشوی ریشه‌ها، غده‌های ریشه‌ای با دقت بوسیله پنس جدا شدند و پس از شستشو و استریل شدن ( با الکل ۹۶٪ و کلرید جیوه ۰/۱ درصد) در محیط سیلیکاژل نگهداری شدند. در ادامه کار، برخی خصوصیات خاک مثل وزن مخصوص ظاهری، بافت خاک، EC،pH، درصد کربن آلی ، مقادیر عناصر ازت کل، فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری شد. درجه گره‌بندی بندی ریشه گیاهان یونجه، با استفاده از جدول طبقه‌بندی وینسنت تعیین شد(Vincent, 1982). شمارش ریزوبیوم های خاک هر منطقه به روش MPN و براساس روش وینسنت انجام گردید. از نمونه خاک، شش سری رقت و هر سری در سه تکرار تهیه شد. در این روش رقت‌های تهیه شده از خاک به لوله‌های حاوی بذر جوانه زده یونجه دراسلنتdilworth تلقیح شده و لوله‌هایی که گرهک در آنها تشکیل شده به عنوان لوله مثبت در نظر گرفته شدند. پس از دو هفته انکوبه کردن لوله‌های تلقیح شده در اتاقک رشد، لوله‌های مثبت هر سری قرائت و MPN آنها با استفاده از جدول وینسنت تعیین شد. تجزیه آماری با نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد و یک انجام گردید.

## نتایج و بحث

میزان فسفر خاک از ۹/۸ mg/kg در شاهین شهر تا ۳۱/۵ mg/kg در شهرستان داران متغییر بود . نتایج حاصل از بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که اثر فسفر خاک با جمعیت ریزوبیوم‌های خاک در سطح یک درصد و با درجه غده‌سازی ریشه در سطح پنج درصد همبستگی مثبت داشته است. مقدار پتاسیم خاک نیز به میزان ۱۱۰ mg/kg در منطقه اردستان تا ۳۱۲ mg/kg در منطقه داران مشاهده شد. نتایج حاصله حاکی از همبستگی مثبت پتاسیم کل خاک با درجه گره سازی ریشه و جمعیت باکتریهای ریزوبیوم در سطح یک درصد می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و درجه غده سازی و جمعیت ریزوبیومها

| پارامترها | EC dS/m | pH | OC | N | P | K | Clay % | BD g/cm$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | | mg/kg | | | |
| درجه غده سازی ریشه | -۰/۲۲ | -۰/۰۴ | ۰/۴۱* | ۰/۴۳* | ۰/۴۳* | ۰/۴۶** | ۰/۱۶ | -۰/۴۱* |
| جمعیت ریزوبیومها(MPN) | -۰/۳۲* | -۰/۱۶ | ۰/۳۷* | ۰/۳۹* | ۰/۵۶** | ۰/۶۲** | ۰/۲۰ | -۰/۴۰* |

** و * -بترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار است

براساس ضرایب همبستگی ساده بدست آمده بین خصوصیات مختلف خاک و درجه غده‌بندی ریشه و جمعیت ریزوبیومها، پارامترهایی مثل وزن مخصوص ظاهری خاک و میزان فسفر و پتاسیم خاک، اثرات معنی‌دارتری از خود نشان دادند. براساس آنالیز رگرسیون چندمرحله‌ای ( استپ وایز) نتایج،

میزان پتاسیم خاک در سطح یک درصد و مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در سطح پنج درصد با درجه گره‌سازی ریشه معنی‌دار می‌باشد(جدول۱). معادله استپ وایز بین مقادیر BD,Kو درجه گره سازی بصورت ذیل محاسبه شد(Y نمایانگر درجه گره سازی ریشه می‌باشد).

$$Y= ۴/۸۶۶+۰/۰۰۳\ K-۲/۵۳۵BD$$

همچنین معادله استپ وایز بین مقادیر K وBD و جمعیت ریزوبیوم‌ها به روش MPN با استفاده از آنالیر رگرسیون چند مرحله‌ای بصورت ذیل محاسبه گردید. (Y نمایانگر جمعیت ریزوبیومها در واحد وزن خاک می‌باشد.)

$$Y= ۱۴۴۲۱/۸۸۲+۳۳/۳۳۰K-۱۳۵۷۳/۶۸۵BD$$

براساس داده‌های فوق ، مقدار پتاسیم خاک اثر مهمی برگره سازی ریشه و جمعیت ریزوبیوم‌ها دارد. اثر پتاسیم بر همزیستی لگوم‌ریزوبیوم بصورت غیر مستقیم و از طریق تاثیر بر فیزیولوژی گیاه میزبان می‌باشد. نقش مهم پتاسیم عمدتاً در فتوسنتز ، انتقال مواد هیدروکربنی، تشکیل ترکیبات ازته و تبدیل آنها به پروتئین است. به نظر می‌رسد که پتاسیم از طریق افزایش ذخیره هیدرات‌های کربن در گره‌های ریشه‌ای و متعاقباً افزایش انرژی قابل استفاده جهت احیاء و جذب ازت ، نقش مفیدی بر تثبیت ازت داشته باشد(Collins و همکاران، ۱۹۸۶). آنالیز رگرسیون چند مرحله‌ای نشان داد که فسفر نیز تأثیر معنی‌داری بر جمعیت ریزوبیوم دارد. معادله استپ وایز بین مقادیر فسفر خاک و جمعیت ریزوبیوم‌ها با استفاده از آنالیر رگرسیون چند مرحله‌ای بصورت زیر محاسبه گردید.

$$Y= ۴۷۱۵۶۰۱۱\ p+\ ۳۴۹۱۶۵۲$$

کمبود فسفر یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تثبیت ازت مولکولی محسوب می‌شود. گیاهانی که قادر به تثبیت ازت مولکولی هستند، در مقایسه با گیاهان مصرف کننده ازت معدنی، به مقادیر بیشتری از عنصر فسفر نیازمندند. این نیاز شدید به فسفر نشان دهنده نقش حیاتی آن در انتقال انرژی در تثبیت ازت می‌باشد(Walsh,1995). فسفر در گره بندی، تعداد، حجم و وزن گره، رشد گیاهان میزبان و فرآیند تثبیت اثر داشته و در صورت وجود مقادیر کافی فسفر در گیاه، تثبیت ازت مولکولی به سرعت شروع شده و با افزایش میزان این عنصر در گیاه ، مقدار ازت نیز افزایش می‌یابد (James و همکاران، ۱۹۹۵ ). درصورت برقراری یک همزیستی سه گانه، بین گیاه میزبان، ریزوبیوم و قارچهای میکوریزا، تشکیل غده و فعالیت نیتروژناز تحریک می‌شود. آثار سودمند قارچ میکوریزا بر روی جذب فسفر و فرآیند تثبیت ازت معمولاً در خاکهای مواجه با کمبود فسفر بیشتر نمود پیدا می‌کند (Sprent, 1990).

## نتیجه‌گیری

لگومها مانند سایر گیاهان برای رشد خود به عناصر غذایی مختلف نیاز دارند. مدیریت کود دهی مزارع یونجه نیز در استقرار یونجه و تشکیل گره‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. رشد یونجه به طور مستمر باعث تخلیه عناصر غذایی خاک می‌شود. هر تن یونجه خشک برداشت شده شامل ۲۳ کیلوگرم ازت، ۵ کیلوگرم فسفر (P2O5) و ۳۰ کیلوگرم پتاسیم (K2O) می‌باشد. برای تعیین وضعیت عناصر غذایی خاک بویژه فسفر، آزمون خاک بصورت سالیانه و حداقل دو ماه قبل از کاشت الزامی است. این کار، زمان لازم برای کسب نتایج آزمایش خاک را فراهم کرده و باعث در آمیختن کافی کود درخاک می‌شود. از آنجایی که فسفر در خاک براحتی حرکت نمی‌کند، افزودن فسفر به لایه شخم و همچنین بصورت سرک در زمان بروز کمبود لازم است. پتاسیم خاک نیز بویژه درخاکهای با بافت سبک باید تأمین شود. پتاسیم مستقیماً بر فعالیت گره‌ها مؤثر است و بطور غیر مستقیم در فتوسنتز دخالت دارد. در تمام مناطق مورد مطالعه، مدیریت کوددهی مزارع یونجه، محدود به استفاده زیاد اوره یا نیترات آمونیم می‌باشد که از دلایل مهم پایین بودن کارآیی تثبیت ازت می‌باشد.

**منابع**

Almeida JPF, Hartwig UA, Frehner M, Nösberger J, Lüscher A. 2000. Evidence that P deficiency induces N feedback regulation of symbiotic N2 fixation in white clover (Trifolium repens L.). Journal of Experimental Botany 51: 1289–1297.

Al-Niemi TS, Kahn ML, McDermott TR. 1998. Phosphorus uptake by bean nodules. Plant and Soil 198: 71–78.

Berg, W.K., Cunningham, S. M., Brouder, S.M., Joern, B.C., Johnson, K.D., Santini, J.B. and Volence, J.J. 2007. The Long-Term Impact of Phosphorus and Potassium Fertilization on Alfalfa Yield and Yield Components. Crop Science, Vol. 47, 2198-2209.

Collins, M., D. J. Lang and K. A. Kelling. 1986. Effects of phosphorus, potassium and sulfur on alfalfa nitrogen fixation under field condition. Agron. J. 78: 959-963.

Drevon J-J, and Hartwig UA. 1997. Phosphorus deficiency increases the argon-induced decline of nodule nitrogenase activity in soybean and alfalfa. Planta 201: 463–469.

Jacobsen I. 1985. The role of phosphorus in nitrogen fixation by young pea plants (Pisum sativum). Physiologia Plantarum 64: 190–196.

James, D.W., T.A. Tindall, C.J. Hurst, and A.N. Hussein. 1995. Alfalfa cultivar responses to phosphorus and potassium deficiency: Biomass. J. Plant Nutr. 18:2431-2445.

Ribet, J., and Drevon, J.J. 1995. Phosphorus deficiency increases the acetylene-induced decline in nitrogenase activity in soybean (Glycine max (L.) Merr.). Journal of Experimental Botany 46: 1479–1486.

Robson AD, O'Hare GW, Abbott LK. 1981. Involvement of phosphorus in nitrogen fixation by subterranean clover (Trifolium subterraneum L.). Australian Journal of Plant Physiology 8: 427–436.

Sprent, Janet I. 1990. Nitrogen fixing organisms. Chapman and Hall.

Tang C, Hinsinger P, Drevon J-J and Jaillard B. 2001. Phosphorus deficiency impairs early nodule functioning and enhances proton release in roots of Medicago truncatula L. Annals of Botany 88: 131–138.

Vincent, J. M. 1982. Enumeration and determination of growth. Pp.35-45 in Vincent, J. M.(Ed). Nitrogen Fixation in Legums. Wiley, Sydney.

Walsh KB. 1995. Physiology of the legume nodule and its response to stress. Soil Biology and Biochemistry 27: 637–655.

16th Iranian Soil Science Congress

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

**Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers**

# Effect of soil phosphorus and potassium on alfalfa root nodulation

Mojtaba Yahyaabadi *

Member of scientific board, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

**Abstract**

Nitrogen fixation in the legumes begins with the formation of nodes. In studying different causes of limiting alfalfa root nodulation factors, soil physical and chemical properties, as well as soil rhizobium population and root nodulation degree, in ten regions of Isfahan province were measured. Root nodulation degree and soil rhizobium population was determined based on Vincent method. A stepwise regression method was used to determine the contribution of each of the effective factors. Also, soil phosphorus had a positive effect on nodule formation, number, volume and weight of nodules, host plants growth and nitrogen fixation process. The results alo showed a positive correlation of soil total potassium with root nodulation and with population of rhizobium bacteria at 1% level. It is important to pay attention to the amount of phosphorus and potassium in improving nitrogen fixation and alfalfa yield.

**Keywords**: Alfalfa, Phosphorous, Potassium, Rhizobium.

* Corresponding author, Email: yahyabadi@gmail.com