پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

بررسی اثر تلقیح قارچ *Piriformospora indica* بر عملکرد گندم در شرایط کمبود فسفر

داود رحمانی ایرانشاهی[۱*]، امیرحسین خوشگفتارمنش[۲] و حمیدرضا عشقی زاده[۳]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناس ارشد سابق و دانشیار علوم خاک، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۳. استادیار زراعت و اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

* Email: Da8512043@gmail.com

چکیده

با توجه به نقش قارچ‌های میکوریزی در افزایش جذب فسفر و عملکرد در گیاهان زراعی به ویژه گندم، تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر قارچ شبه میکوریزی *Piriformospora indica* بر عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی گندم رقم آزادی (*Triticum aestivum* L.) تحت شرایط کمبود فسفر و در قالب طرح کاملاً تصادفی و آرایش فاکتوریل در محیط کشت هیدروپونیک اجرا گردید. نتایج نشان داد در شرایط کمبود فسفر، تلقیح قارچ *P.indica* به ریشه گندم موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک شاخساره و غلظت فسفر شاخساره نسبت به تیمار شاهد شد. حضور قارچ اندوفیت *P.indica* در شرایط کفایت فسفر موجب کاهش معنی‌دار غلظت آهن شاخساره نسبت به تیمار فاقد آلودگی قارچ گردید. نتایج تحقیق نشان داد اثرهای مثبت یا منفی قارچ *P.indica* در جذب عناصر کم مصرف به ویژه آهن تحت تأثیر سطوح مختلف فسفر می‌باشد، هر چند جهت تثبیت نتایج به مطالعات تکمیلی به ویژه در شرایط طبیعی نیاز است.

کلمات کلیدی: قارچ اندوفیت، عناصر غذایی، کشت بدون خاک

مقدمه

فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی در تغذیه گیاهان است اما جذب آن توسط گیاه مشکل است و کمبود آن باعث افت شدید عملکرد می‌شود. از این رو کشاورزان برای پایدار ماندن عملکرد، هر ساله باید کودهای فسفاته زیادی مصرف کنند (Wang and Zhang, 2009). مهم‌ترین نقش فسفر در گیاه شرکت در فرآیندهای ذخیره انرژی، انتقال انرژی و رشد زایشی است. تحقیقات نشان داده است که مصرف زیادی کودهای فسفره سبب به هم زدن تعادل عناصر غذایی کم مصرف به ویژه آهن و روی و در نتیجه کاهش جذب آن‌ها توسط گیاه می‌شود (Agastian *et al.*, 2000). همزیستی ریشه گیاهان با قارچ‌های مفید خاکزی قدمتی ۴۰۰ میلیون ساله دارد. قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* به دلیل دارا بودن ویژگی‌های بسیار مشابه با قارچ‌های میکوریزی، قارچ شبه میکوریزی نیز نامیده می‌شود (Oelmüller *et al.*, 2009). قارچ *P. indica* با برقراری رابطه همزیستی با دامنه وسیعی از گیاهان میزبان و با افزایش جذب عناصر غذایی توسط ریشه به عنوان یک قارچ محرک رشد گیاه شناخته می‌گردد و در تحریک و افزایش رشد گیاهان میزبان به ویژه در شرایط تنش نقش مهمی بر عهده دارد (Artursson *et al.*,2006). با توجه به تحقیقات انجام شده به نظر می‌رسد که استفاده از قارچ‌های میکوریزی مفید همزیست به عنوان زاد مایه زیستی می‌تواند جذب فسفر را افزایش دهد و با کاهش مصرف کودهای شیمیایی فسفره اهداف کشاورزی پایدار را محقق سازد. بنابراین با توجه به نقش این ریز جانداران در افزایش عملکرد و کارایی مصرف کودهای فسفره در گیاهان زراعی به ویژه گندم، تحقیق حاضر نیز به منظور بررسی اثر قارچ شبه میکوریزی *Piriformospora indica* بر عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی گندم رقم آزادی، تحت شرایط کمبود فسفر انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و آرایش فاکتوریل در محیط کشت بدون خاک اجرا گردید. تیمارها شامل دو سطح قارچ اندوفیت (عدم تلقیح قارچ ، تلقیح قارچ) و دو سطح محلول غذایی جانسون (سطح کفایت، سطح کمبود) در سه تکرار بر روی رقم آزادی گندم (*Triticum aestivum* L.) در گلخانه مرکز پژوهشی کشت بدون خاک دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. بذور گندم پس از ضد عفونی، جوانه‌دار شدند. بذور جوانه‌دار با $۱۰^{۶}\times$ ۵ عدد اسپور قارچ *P.indica* در هر میلی‌لیتر زاد مایه، تلقیح و به تعداد ۴ عدد در هر گلدان سه کیلوگرمی حاوی مخلوطی از شن و پرلیت استریل شده با نسبت حجمی ۲:۱ کشت شدند. گلدان‌ها در طی رشد با محلول غذایی تغذیه و به صورت روزانه با آب مقطر آبیاری شدند. جهت اعمال تیمار کمبود فسفر از محلول غذایی حاوی فسفر تقلیل یافته به میزان ۵۰٪ استفاده شد و گلدان‌های شاهد، محلول غذایی کامل از نظر مقدار فسفر را دریافت کردند. پس از ۶۰ روز گیاهان برداشت شده و پس از اندازه‌گیری وزن خشک شاخساره، مقدار فسفر آن با استفاده از دستگاه طیف‌سنج مدل PD-303 و مقدار عناصر آهن و روی شاخساره نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل PERKIN ELMER 3030 اندازه گیری شد. نتایج بدست آمده، با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS و MSTATC تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با برنامه اکسل انجام گردید.

نتایج و بحث

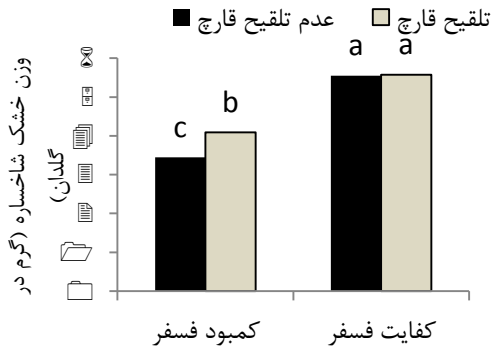
نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد برهمکنش اثرهای قارچ و فسفر بر وزن خشک شاخساره و غلظت عناصر فسفر، آهن و روی شاخساره در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات پارامترهای اندازه گیری شده

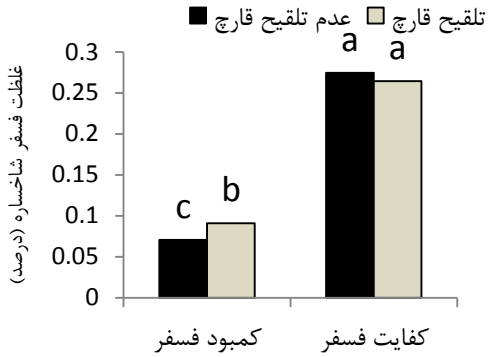
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک شاخساره	فسفر	آهن	روی
فسفر	۱	۹/۶۳ **	۰/۱۰۶۹**	۲۲۶۸ **	۸۸ **
قارچ	۱	۰/۳۳ *	۰/۰۰۰۰۷	۲۷۰ *	۰/۰۲
فسفر×قارچ	۱	۰/۲۹ *	۰/۰۰۰۷ *	۳۶۳ *	۶/۰۲ *
خطای آزمایشی	۶	۰/۰۴	۰/۰۰۰۰۵	۴۱	۰/۸۵

** و * به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار

در شرایط کفایت فسفر، وزن خشک و غلظت فسفر شاخساره بین گیاهان تلقیح یافته و تلقیح نیافته با قارچ *P. indica* دارای اختلاف معنی‌داری نبود، اما در شرایط کمبود فسفر، تلقیح قارچ به ریشه گیاه گندم رقم آزادی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و غلظت فسفر شاخساره شد (شکل‌های ۱ و ۲).

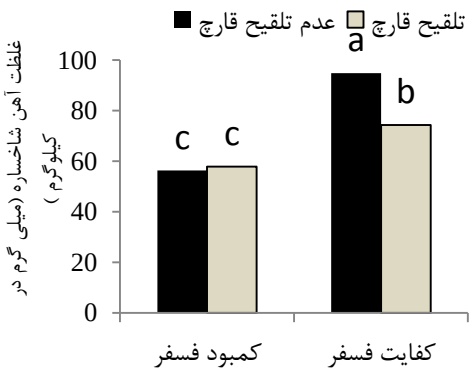


شکل ۱- اثر قارچ *P. indica* در سطوح مختلف فسفر بر وزن خشک شاخساره گندم

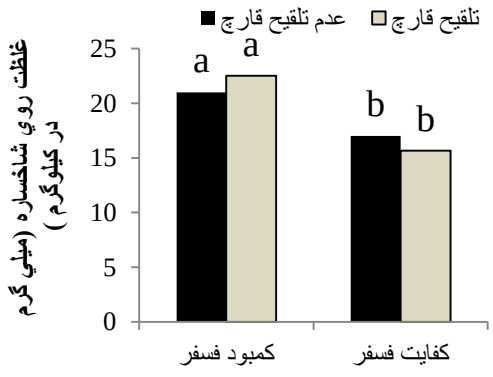


شکل ۲- اثر قارچ *P. indica* در سطوح مختلف فسفر بر غلظت فسفر شاخساره گندم

این نتیجه با تحقیقات آکاتز و همکاران (۲۰۱۰) که نشان دادند اثر مثبت قارچ اندوفیت *P.indica* مستقل از سطح فسفر بود و اثر تحریک کنندگی قارچ *P.indica* بر عملکرد گیاه مستقل از عرضه کم فسفر در محیط است، تناقض دارد. با توجه به شرایط این آزمایش می‌توان بیان نمود که رفتار قارچ اندوفیت *P.indica* ناشی از عوامل مختلفی از جمله فراهمی و مقدار فسفر موجود در محیط کشت است و این مسأله در نوع پاسخ گیاه به تلقیح قارچ نقش دارد. به بیان بهتر، در شرایط کشت هیدروپونیک با فراهمی عناصر غذایی از جمله فسفر، کارایی قارچ *P.indica* در بهبود رشد گیاه همزیست کاهش می‌یابد. در حالی که این قارچ توانست در شرایط تنش با بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه میزبان موجب افزایش عملکرد آن شود. بر خلاف شرایط کفایت فسفر، در شرایط کمبود این عنصر تلقیح قارچ اندوفیت *P. indica* غلظت فسفر شاخساره را نیز در مقایسه با گیاهان فاقد آلودگی قارچی (شاهد) افزایش داد (شکل ۲). یاداو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که قارچ *P. indica* با انتقال فسفر به گیاه ذرت، به طور قابل توجهی بر رشد گیاه به ویژه در شرایط کمبود این عنصر تأثیر مثبت می‌گذارد و به گیاه جهت مقابله با شرایط تنش کمبود فسفر در خاک کمک می‌کند. تلقیح ریشه با قارچ اندوفیت *P. indica* در شرایط کمبود فسفر هرچند موجب افزایش جذب عناصر آهن (شکل ۳) و روی (شکل ۴) نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح قارچ) شد اما این اختلاف معنی‌دار نبود.



شکل ۳- اثر قارچ *P. indica* در سطوح مختلف فسفر بر غلظت آهن شاخساره گندم



شکل ۴- اثر قارچ *P. indica* در سطوح مختلف فسفر بر غلظت روی شاخساره گندم

حضور قارچ اندوفیت در شرایط کفایت فسفر موجب کاهش معنی‌دار غلظت آهن نسبت به تیمار فاقد آلودگی قارچ (شاهد) گردید (شکل ۴). تأثیر قارچ *P. indica* بر جذب عناصر کم مصرف و پر مصرف در اندام هوایی گیاه بیانگر توانایی متفاوت این قارچ در جذب عناصر توسط ریشه و انتقال آن‌ها به اندام‌های هوایی نسبت به تیمارهای شاهد بود. لیو و همکاران (۲۰۰۰) جذب عناصر روی، مس، منگنز و آهن در گیاه ذرت مایه‌زنی شده با قارچ میکوریز را بررسی و گزارش نمودند که اثرهای مثبت یا منفی

قارچ‌های میکوریزی در جذب عناصر کم مصرف به ویژه روی به صورت معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف فسفر می‌باشد. همچنین آنها گزارش نمودند که قارچ‌های میکوریزی به لحاظ تولید میسیلیوم‌های قارچی بیشتر در سطوح پایین فسفر، نسبت به سطوح بالای این عنصر نقش مهم‌تری در افزایش جذب عناصر روی و مس در شرایط کمبود فسفر دارند.

اهمیت قارچ اندوفیت *P. indica* در بهبود تغذیه گیاهان توسط محققین مختلف گزارش شده است (Kumar *et al*., 2009. Waller *et al*., 2000)، که اغلب این پژوهش‌ها به تأثیر ریز جانداران همزیست بر وضعیت رشد و تغذیه گیاه در شرایط وجود منابع نامحلول یا کم محلول عناصر غذایی می‌پردازند و تحقیقات صورت گرفته در سیستم‌های کشت بدون خاک که از فراهمی نسبتاً بالای عناصر غذایی برخوردارند، بسیار محدود می‌باشد. نکته مهم قابل ذکر این است که در اغلب سیستم‌های کشت هیدروپونیک به علت فراهمی عناصر ممکن است، تمایل گیاه به تشکیل رابطه همزیستی با ریز جانداران کاهش یابد و همچنین به دلیل حذف فازهای تبادلی و جامد خاک و در نتیجه کاهش کارایی مکانیسم‌های افزایش جذب عناصر، تأثیر ریز جانداران از جمله قارچ‌های اندوفیت مانند *P. indica* در جذب عناصر غذایی کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، وجود همزیست‌های میکروبی در مجاورت سیستم ریشه‌ای گیاه در شرایط محیطی مطلوب و فاقد تنش، به دلیل رقابت با گیاه برای جذب عناصر غذایی که غالباً با مصرف ترکیبات فتوسنتزی گیاه توأم است، موجب کاهش رشد و عملکرد گیاهان میزبان می‌شود. با این وجود در مطالعات تغذیه گیاه استفاده از سیستم‌های کشت هیدروپونیک برای حذف فاکتورهای محیطی لازم می‌باشد هر چند جهت تثبیت نتایج به مطالعات تکمیلی به ویژه در شرایط طبیعی نیاز است.

منابع

Achatz B., Rüden S., Andrade D., Neumann E., Kogel K.H., Franken P. and Waller F. 2010. Root colonization by *Piriformospora indica* enhances grain yield in barley under diverse nutrient regimes by accelerating plant development. Plant Soil, 333: 59–70.

Agastian P., Kingsley S.j. and Vivekandan M. 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in *mulberry* genotypes. Photosynthetica, 38(2): 287-290.

Artursson V., Finlay R.D. and Jansson J.K. 2006. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. Environmental. Microbiology, 8: 1-10.

Kumar M., Yadav V., Tuteja N, and Johri A.K. 2009. Antioxidant enzyme activities in maize plants colonized with *Piriformospora indica*. Microbiology, 150: 780-90.

Liu A., Hamel C., Hamilton R.I., Ma B.L, and Smith D.L. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. Mycorrhiza, 9: 331-336.

Oelmüller R., Sherameti I, and Varma A. 2009. *Piriformospora indica*, a cultivable root endophyte with multiple biotechnological applications. Symbiosis, 19: 1-19.

Waller F., Achatz B., Baltruschat H., Fodor J., Becker K., Fischer M., Heier T.R., Huckelhoven R, and Kogel K.H. 2005. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 102: 13386-13391.

Wang Y, and Zhang Y. 2009. Soil-phosphorus distribution and availability as affected greenhouse subsurface irrigation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 000: 1-8.

Yada V., Kumar M., Deep D.K., Kumar H., Sharma R, and Tripathy T. 2010. A phosphate transporter from a root endophytic fungus *Piriformospora indica* plays a role in the phosphate transfer to the plants. Journal of Biological Chemistry, 285: 26532-44.

Inoculation effects of fungus *Piriformospora indica* on wheat yield under phosphorus deficiency

D. rahmani iranshahi[*1], A.H. khoshgoftarmanesh[2] and H.R. eshghizadeh[3]

[1]. Master of Science Student of Soil Science, Dept. of Soil Sci., Colleg of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
[2]. Professor of Soil Science, Dept. of Soil Sci., Colleg of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
[3]. Assistant Professor of Agronomy and Plant Breeding, Dept. of Agro. and Plant Breed., Colleg of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: da8512043@Gmail.com

Abstract

Due to the role of mycorrhizal fungi in P uptake and yield increases in crops, especially wheat, this study to evaluate the effect of mycorrhizal fungi *Piriformospora indica* on yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) under phosphorus deficiency and in a completely randomized design and factorial arrangement in a hydroponic experiment was done. The results showed that under phosphorus deficiency, inoculum *P.indica* fungi to the roots of plants significantly increased shoot dry weight and shoot phosphorus concentration compared to the control. The presence of the endophytic fungi *P.indica* sufficient in terms of P Reduces the concentration of iron shoots towards the treatment of fungal infection was lacking. The results showed a positive or negative effect on the absorption of micronutrients *P.indica* absorption of micronutrients, particularly iron under different levels of phosphorus. Although the consolidation of the results of the additional studies are needed, especially in natural conditions.

Keywords: endophytic fungus, nutrients, soilless culture