تأثیر ریزجانداران حل کننده فسفات بر کارایی جذب و مصرف فسفر گندم و جو

زهرا اشکیود[1*]، ابراهیم سپهر[2]، عباس صمدی[2]، میرحسن رسولی صدقیانی[2]، رقیه موسوی[1]

[1.] کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ارومیه

[2.] اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

جهت بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر گیاهان گندم و جو، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی با دو گیاه شامل گندم و جو و تیمارهای کودی مختلف شامل مصرف سنگ فسفات (RP)، تلقیح با قارچ‌های حل کننده فسفات (RP+F)، تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات (RP+B)، تلقیح با مخلوط باکتری‌ها و قارچ های حل کننده فسفات (RP+FB) و مصرف فسفر محلول (PS) در سه تکرار اجرا گردید. گیاهان پس از برداشت، وزن خشک اندام هوایی و میزان فسفر آن اندازه‌گیری و شاخص‌های کارایی محاسبه شد. نتایج نشان داد بین گیاهان و تیمارهای کودی از لحاظ عملکرد اندام هوایی (SDW) و غلظت فسفر (PC) و مقدار فسفر کل گیاه (TP) و کارایی جذب فسفر (PACE) و مصرف فسفر (PUTE) اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در بین تیمارهای تلقیحی، عملکرد اندام هوایی در تلقیح گیاهان با قارچ‌های حل کننده فسفات، تأثیر بیشتری نسبت به سایر تیمارهای میکروبی داشت. عملکرد اندام هوایی در تیمار تلقیح قارچ‌های حل کننده فسفات در گیاه گندم و جو نسبت به شاهد عملکرد بیشتری تولید کرد. بنابراین تلقیح میکروبی بویژه تلقیح قارچی میزان جذب فسفر توسط گیاه از سنگ فسفات را افزایش داده و نیز فسفرکارایی گیاهان را بطور معنی داری افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی: میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات، کارایی مصرف و جذب فسفر، فسفرکارایی

مقدمه

فسفر از عناصر غذایی پرمصرف گیاهان که غلظت آن بین ۰/۱ تا ۰/۵ درصد ماده خشک گیاه است (Tisdale و همکاران، ۱۹۸۵). روش متداول در کشور برای تأمین نیاز فسفری گیاهان زراعی مصرف کودهای شیمیایی فسفر بوده (حیاتی و همکاران، ۱۳۹۰) اما به دلیل شیمی پیچیده در خاک‌های آهکی به مقدار زیادی به وسیله واکنش‌های جذب و رسوب در سطوح کانی‌های کربنات یا در نتیجه قابلیت جذب آن به شدت کاهش می‌یابد (Freeman و همکاران، ۱۹۸۱). پیش بینی شده منابع سهل الوصول کودهای فسفاته در دنیا رو به پایان است و طی ۸۰-۷۰ سال آینده تمام می‌شود (Vance و همکاران، ۲۰۰۳) و از طرف دیگر مشکلات زیست محیطی از قبیل پدیده یوتریفیکاسیون و کمبود عناصر غذایی بویژه روی به علت مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته و همچنین پرهزینه بودن تولید کودهای فسفاته، باعث شده محققین به دنبال جایگزینی برای کودهای شیمیایی باشند که از آن جمله می‌توان به استفاده از منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی وتوانایی ریزجانداران حل کننده فسفات[1](PSMs) در انحلال فسفات‌های تجمع یافته در خاک برای افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک اشاره نمود.

از آنجایی که حلالیت و تحرک کودهای فسفاته پایین است و همچنین مصرف زیاد کودهای شیمیایی اثرات سوئی بر خاک خواهد داشت بنابراین به دنبال سهل‌الوصول‌تر شدن جذب فسفر توسط گیاهان، در این مطالعه به تأثیر قارچها و باکتری‌های حل کننده سنگ فسفات بر فسفرکارایی گیاهان گندم و جو جهت کاهش مصرف کودهای فسفاته از خاک بویژه در خاک‌های با فسفر قابل دسترس کم در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی توسط گیاهان گندم و جو، با ۵ تیمار کودی شامل مصرف سنگ فسفات (RP)، تلقیح با قارچهای حل کننده فسفات (RP+F)، تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات (RP+B)، تلقیح با مخلوط باکتری‌ها و قارچهای حل کننده فسفات (RP+FB) و مصرف فسفر محلول (PS) در بستر ۲۵ به ۷۵ شن و خاک با حاصلخیزی پایین در سه تکرار در گلخانه دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. عناصر غذایی براساس آزمون خاک و تیمارهای فسفر به میزان ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از دو منبع سنگ فسفات (RP) و فسفات پتاسیم (PS) محاسبه گردید و به خاک اضافه شد. در هر گلدان ۱۵ بذر قرار کشت و بعد از جوانه زنی به ۷ بوته کاهش یافت. در تیمارهای تلقیح میکروارگانیسم‌ها نیز قارچ و باکتری تلقیح شد. مراقبت‌های زراعی لازم برای تمامی تیمارها به طور یکنواخت اعمال و آبیاری به صورت وزنی به هنگام رسیدن رطوبت گلدان‌ها به ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) انجام گرفت و بعد از ۹ هفته شاخساره‌ها برداشت و پس از شستشو برای بدست آوردن وزن خشک شاخساره، به آزمایشگاه منتقل و در آون در دمای ۷۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد خشک گردید. عصاره گیاه به روش تر جمع‌آوری و غلظت فسفر در گیاه به روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد.

مقدار فسفر کل (TP) که از حاصلضرب غلظت فسفر (PC) در وزن خشک شاخساره (SDW) بدست آمد.

---

[1]. Phosphate solubilizing microorganisms

ashkyoud@yahoo.com*

$$TP = SDW \times PC$$

برای حذف نقش پتانسیل ژنتیکی ارقام در میزان فسفر جذب شده از اصطلاح جذب نسبی فسفر به عنوان شاخص کارایی جذب فسفر (PACE) استفاده گردید (Sepehr و همکاران، ۲۰۰۹).

$$PACE = \frac{TP \text{ in } P0}{TP \text{ in } PS}$$

کارایی مصرف فسفر (PUTE) که بیانگر تولید ماده خشک به ازاء واحد فسفر جذب شده می‌باشد.

$$PUTE = \frac{SDW}{TP}$$

فسفر کارایی (PE) که از نسبت ماده خشک ارقام در شرایط محدودیت فسفر به مقدار آن در شرایط فراهمی فسفر محاسبه گردید (Sepehr و همکاران، ۲۰۰۹).

$$PE = \frac{SDW \text{ in } P0}{SDW \text{ in } PS}$$

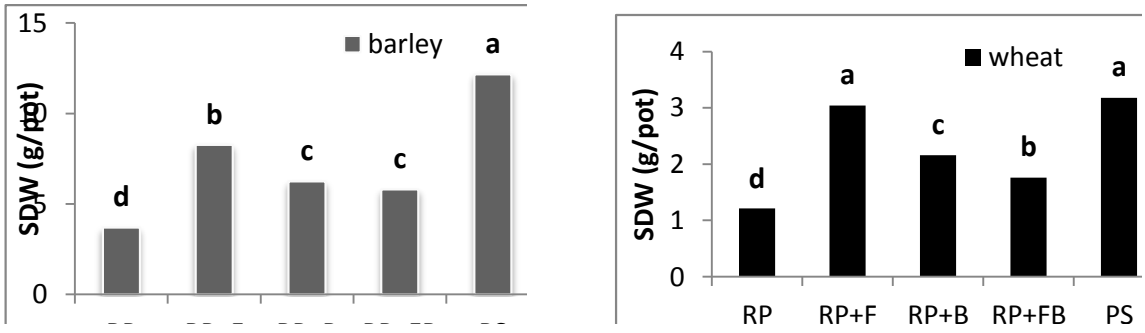
و کارایی محاسبه شده (CPE) که از حاصلضرب کارایی جذب و مصرف فسفر محاسبه شد.

$$CPE = PACE \times PUTE$$

اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون LSD، برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد اندام هوایی (SDW): با بررسی عملکرد اندام هوایی در گندم و جو (شکل ۱) تیمار مصرف فسفر محلول (PS) در بالاترین سطح آماری قرار گرفت بعبارتی با مصرف فسفر بصورت محلول (KH_2PO_4) وزن خشک اندام هوایی گندم و جو بطور معنی دار افزایش یافت که می‌توان به اهمیت عنصر فسفر در رشد گیاهان و تولید محصول نسبت داد. تیمارهای میکروبی نیز SDW گیاهان را به طور معنی‌دار افزایش دادند که قارچ‌های حل کننده فسفات نقش بالایی در افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاهان داشتند Asea و همکاران (۱۹۸۸) در آزمایش گلخانه‌ای در یک خاک آهکی افزایش ۱۶ درصدی در وزن خشک گندم و افزایش ۱۴ درصدی در مقدار فسفر جذب شده در نتیجه تلقیح با *Penicillium bilaii* بیان کردند.



شکل (۱) مقایسه تیمارها بر عملکرد اندام هوایی گندم، جو. RP (سنگ فسفات)، PF+F (سنگ فسفات همراه با قارچ های حل کننده فسفات)، RP+B (سنگ فسفات همراه با باکتری های حل کننده فسفات) و RP+FB (سنگ فسفات همراه با باکتری و قارچ‌های حل کننده فسفات). حروف غیرمشابه روی ستون ها بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بین تیمارها.

تأثیر تلقیح میکروبی بر تعداد پنجه زنی گندم و جو: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، بین گیاهان و تیمارهای تلقیح میکروبی در تعداد پنجه اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود دارد. در بین گیاهان گندم و جو، میزان پنجه زنی در جو بیشتر از گندم بود بطوری که بالا بودن وزن خشک اندام هوایی جو را می‌توان به توانایی جو در پنجه زنی نسبت داد جدول (۱).

جدول (۱) تجزیه واریانس تعداد پنجه زنی در گندم و جو

منابع تغییرات	میانگین مربعات (MS)	
SOV	درجه آزادی	NT
بلوک (تکرار)	۲	۸۱/۰۰ ns
گیاه	۱	۲۴۴۸/۰۳ **
تیمار	۴	۲۲۶/۷۸ **
گیاه × تیمار	۴	۶۲/۶۱ **
خطا (E)	۴	۲۴/۴۶
ضریب تغییرات (CV)		۶/۳۷

NT تعدا پنجه در گندم و جو، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و۱ درصد ، ns معنی‌دار نیست.

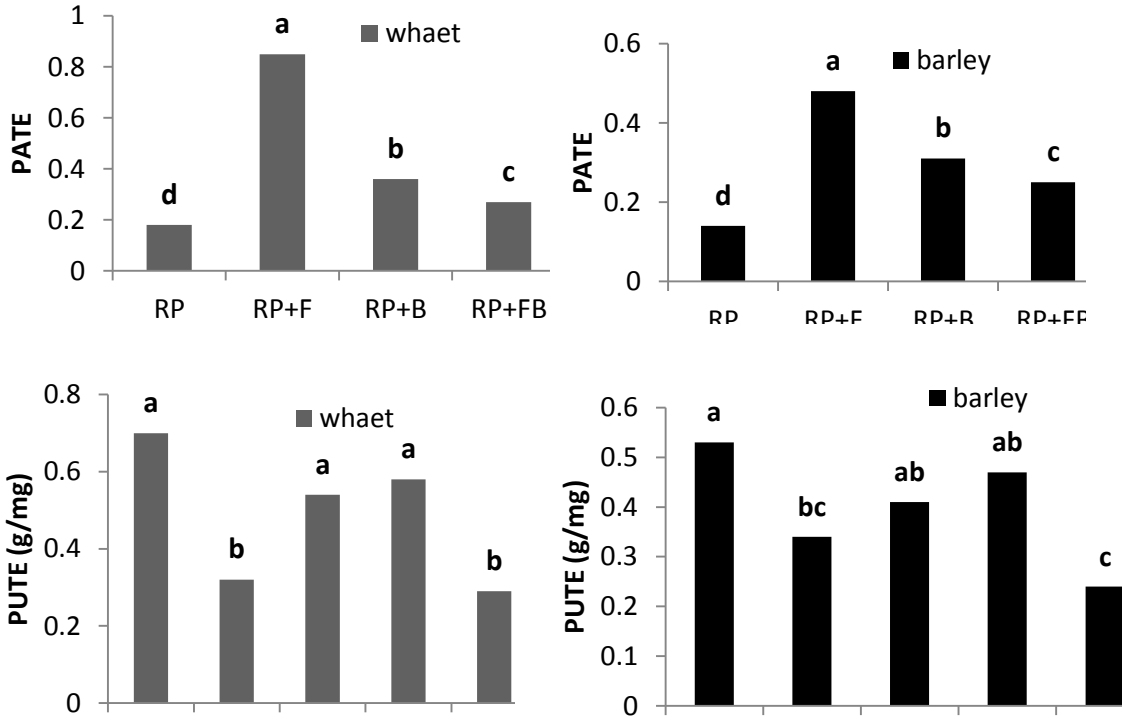
تأثیر تلقیح میکروبی بر غلظت فسفر (PC) و فسفر کل جذب شده (TP) در گیاهان گندم و جو: بین گندم و جو اختلاف معنی‌داری در غلظت فسفر وجود نداشت. در بین تیمارهای میکروبی قارچ بیشترین تأثیر را داشت. حتی گندم در سطح آماری یکسان با تیمار فسفر محلول قرار گرفت و سایر تیمارهای میکروبی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. بر اساس نتایج تأثیر تیمارهای آزمایش بر مقدار فسفر کل گیاه معنی‌دار بود و در بین تیمارهای میکروبی تلقیح قارچی بالاترین تأثیر را نشان داد (جدول ۲). در تحقیقات انجام شده توسط Kohler و همکاران (۲۰۰۷) بیان شد که در نتیجه تلقیح میکروبی حل کننده‌های فسفات غلظت فسفر در گیاهان مختلف به طور چشمگیری افزایش یافت. Whitelaw (۱۹۹۷) در نتایج حاصل از آزمایشات گلخانه‌ای گندم نشان داد تلقیح قارچ *Penicillium radicum* باعث افزایش جذب فسفر به میزان ۱۰ درصد و عملکرد به مقدار ۹ درصد گردید.

جدول (۲) مقایسه غلظت فسفر در اندام هوایی (mg P/gSDW) در گیاهان گندم و جو در حضور ریز جانداران حل کننده فسفات

تیمار	گندم	جو
RP	۱/۵۶ ab,b	۱/۹۳ a,c
RP +F	۳/۱۰ a,a	۲/۹۷ a,b
RP +B	۱/۸۵ ab,b	۲/۴۸ a,bc
RP+FB	۱/۷۳ a,b	۲/۲۰ a,c
PS	۳/۴۸ ab,a	۴/۲۱ a,a
میانگین	۲/۳۴ b	۲/۷۶ a

RP (سنگ فسفات)، F (قارچ‌های حل کننده فسفات)، B (باکتری‌های حل کننده فسفات)، FB (قارچ همراه با باکتری‌های حل کننده فسفات)، PS (فسفر محلول)، حروف غیرمشابه سمت راست بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها (مقایسه ستونی) و حروف غیرمشابه سمت چپ بیانگر اختلاف معنی‌دار بین گیاهان (مقایسه ردیفی).

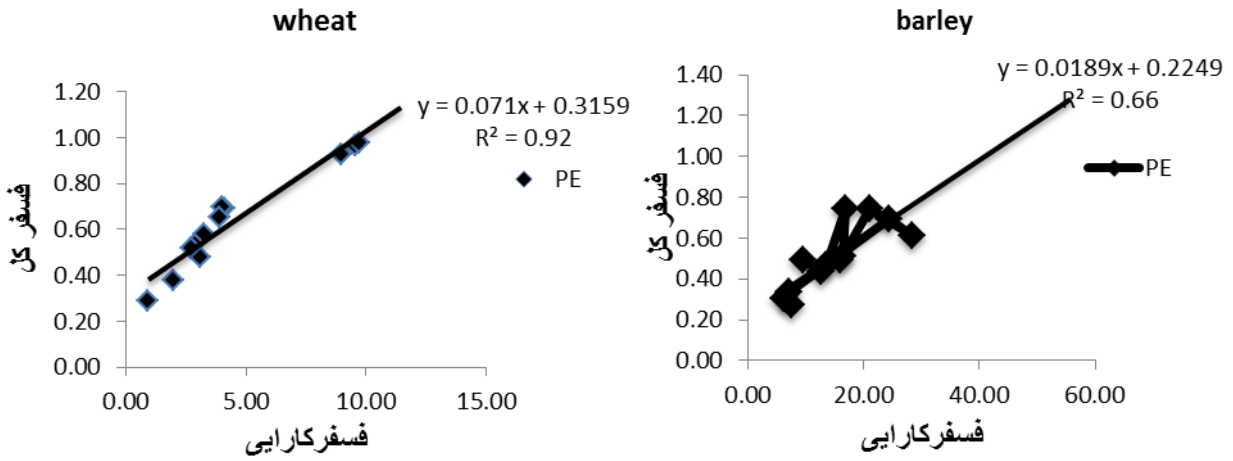
بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر شاخص کارایی جذب (PACE) و مصرف (PUTE) فسفر در گیاهان گندم و جو: با بررسی نتایج حاصل از تلقیح میکروبی در گیاهان گندم و جو در خصوص شاخص‌های کارایی جذب فسفر، در بین تیمارهای میکروبی تیمار (RP+F) کارایی جذب فسفر را در گیاه گندم و جو (با میانگین ۰/۶۷) افزایش داد. در تیمار (RP+F) گیاه گندم در جذب فسفر با ۰/۸۵ کاراترین بدست آمد که می‌تواند به توانایی این ریزجانداران در افزایش حلالیت فسفر و برقراری روابط سینرژیستی با ریشه این گیاه مرتبط باشد.



شکل (۲) مقایسه تیمارها بر شاخص کارایی جذب (PACE) مصرف (PUTE) فسفردر اندام هوایی گندم، جو. RP (سنگ فسفات)، PF+F (سنگ فسفات همراه با قارچهای حل کننده فسفات)، RP+B (سنگ فسفات همراه با باکتری‌های حل کننده فسفات) و RP+FB (سنگ فسفات همراه با باکتری و قارچهای حل کننده فسفات). حروف غیرمشابه روی ستون ها بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بین تیمارها.

در تحقیقات انجام شده توسط Vance و همکاران (۲۰۰۳) در خصوص جذب فسفر بین ارقام مختلف جو و گندم گزارش دادند که اختلاف معنی‌داری از لحاظ جذب فسفر بین ارقام مختلف جو و گندم به دلیل تشکیل ریشه‌های ریز و ترشحات ریشه‌ای مشاهده شد. Horst و همکاران (۱۹۹۳) گزارش دادند که خصوصیات مرفولوژی ریشه از قبیل طول ریشه بلند، وجود ریشه‌های نازک و تارهای ریشه زیاد در رقم *Cosir* (گندم جدید) منجر به افزایش کارایی جذب فسفر در مقایسه با ارقام *Peragis* (گندم بومی) شد.

تأثیر تلقیح میکروبی بر فسفر کارایی (PE) گندم و جو: با بررسی فسفرکارایی گندم و جو در حالت کاربرد تلقیحات میکروبی، فسفرکارایی گندم و جو در شرایط تلقیح با قارچهای حل کننده فسفات نسبت به شاهد با اختلاف ۰/۵۸ در گندم و در جو با اختلاف ۰/۳۸ بیشترین کارایی را در بین تیمارهای میکروبی دارد. کاربرد تلقیح توأم باکتری و قارچهای حل کننده فسفات نیز در گندم و جو به ترتیب با احتساب ۰/۵۵ و ۰/۴۸ کارایی کمتری را نسبت به سایر تیمارهای میکربی بدست آوردند.



شکل (۳) ضریب همبستگی بین فسفرکارایی و فسفر کل در گیاه گندم و جو

نتیجه گیری

با بررسی نتایج حاصل از این مطالعه استفاده از ریزجانداران حل کننده فسفات بر روی همه شاخص‌های کارایی تأثیر معنی‌داری نشان داد و باعث افزایش عملکرد اندام هوایی و غلظت و مقدار فسفر کل اندام هوایی و نیز شاخص کارایی جذب فسفر گیاهان شدند بطوریکه در بین تیمارهای میکروبی، تلقیح قارچ های حل کننده فسفات در میزان غلظت فسفر و فسفرکل بخش هوایی در سطح یکسان با تیمار مصرف فسفر محلول (PS) قرار گرفت. بنابراین تلقیح‌های میکروبی می تواند کارایی جذب فسفر را افزایش دهد بطوریکه تیمار قارچی در مقایسه با سایر تیمارهای میکروبی در بالاترین سطح آماری قرار گرفت. با مطالعه تلقیح میکروبی در شاخص‌های کارایی جذب فسفر و فسفرکارایی تلقیح باکتری‌ها و قارچ‌های حل کننده تأثیرشان بارزتر بود اما تیمار مصرف توأم قارچها و باکتری‌ها افزایش معنی‌داری در فسفرکارایی نشان نداد. در نهایت میتوان نتیجه‌گیری کرد که تلقیح میکروبی بویژه تلقیح قارچی میزان جذب فسفر توسط گیاه از سنگ فسفات را افزایش داده و در نتیجه فسفر کارایی گیاهان را بطور معنی‌دار افزایش می‌دهد لذا استفاده از سنگ فسفات به همراه تلقیح میکروبی بویژه تلقیح با قارچ‌های حل کننده فسفات در شرایط مزرعه با انجام آزمایشات لازم قابل اجرا می‌باشد.

منابع

حیاتی. م، قلی زاده.ع، فلاح. ع، رضوانی. م. ۱۳۹۰. تأثیر باکتری *Bacillus coagulans* و منابع مختلف سنگ فسفات بر گیاه کلزا (*Brassica napus L.*). مجله دانش آب و خاک. جلد ۲۱. شماره ۱.

قورچیانی. م، اکبری. غ، علیخانی. ج، دادی. ا، زارعی. م. ۱۳۹۰. ویژگی های بلال *Pseudomonasfluorescence* اثر قارچ میکوریز آربسکولار و باکتری، میزان کلروفیل و عملکرد گیاه ذرت در شرایط تنش رطوبتی. مجله دانش آب و خاک. جلد ۲۱. شماره ۱.

Asea, P. E. A., R. M. N. Kucey and J.M. W. B. B. Stewart. 1988. Inorganic phosphate solubilization by two penicillium species in solution culture and Soil. Soil Biology. 20: 459-464.

Freeman, J.S., and D.L. Rowell. 1981. The adsorption and precipitation of phosphate onto calcite. 32:75–84.

Kohler, J., Caravaca, F., Carrasco, L., and Rolda´n, A. 2007. Interactionsbetween a plant growth-promoting rhizobacterium, an AM fungus and aphosphate-solubilising fungus in the rhizosphere of Lactuca sativa. AppliedSoil Ecology, 35: 480-487.

Sepehr, E., Zed, R., Esfandiar, F., Sadaghiani, M.H. 2011.Differential capacity of wheat cultivars and white lupin to acquire P from rock phosphate, phytate and soluble P sources.

Vance, C., Uhde-Stone, C., Allan, D,L. 2003. Phosphorus acquisition and use:critical adaptations by plants for securing anonrenewable resource. New Phytol. 157: 423-447.

Whitelaw. M.A., T. J. Harden and G,L. Bender. 1997. Plant Growth Promotion of wheat inoculated with Penicillium. Soil Biology and Biochemistry. 31: 655-665.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Study phosphorus acquisition and utilization efficiency of barley and wheat genotypes in the presence of phosphate solubilizing microorganisms

Zahra Ashkiud[†1], Ebrahim Sepehr[2], Abbas Samadi[2], Mirhassan rasouli Sadaghiani[2], Roghayeh Moosavi[1]

[1.]Msc. In soil science, Urmia University
[2.]Faculty members, Urmia University

Abstract

Course survey efficacy inoculation bacterial in plants wheat and barley, a factorial greenhouse experiment carried out as completely randomized block design in three replicates with tow plants including wheat and barley and five P treatments including rock phosphate (RP), RP inoculated with the fungi solubilizing phosphate (RP+F), RP inoculated of phosphate solubilizing bacteria (RP+B), RP with phosphate solubilizing bacteria and fungi (RP+FB) and soluble P (PS). Results showed that, there were significant differences between plants and fertilizer treatments in relation to shoot dry weight (SDW), and P concentration (PC), total P absorbed (TP), and P acquisition (PACE) and P utilization efficiency (PUTE). As shoot dry weight (SDW) increased in treatments including fungi in Wheat and barley (in average 3.8 g/SDW) toward instance(in average 2.5 g/SDW). Between index efficacy P show that microbial inoculation fungi increased (PACE) in plant wheat to 0.85 toward barley to 0.48. Finally it can be concluded that microbial inoculation, especially fungal inoculation increased the P absorption by plants from RP which in turn increased PE of plant. As a result, the application of RP in combination to microbial inoculation especially with RP+F can be applied in fields in order to meet the needs of plants P. However further studies are required.

Keywords: Wheat, Barley, Phosphate solubilizing microorganisms, Phosphorus efficiency, Phosphorus uptake

* Corresponding author, Email: ashkyoud@yahoo.com