



بهبود برخی صفات رویشی برنج (رقم طارم محلی) تحت تأثیر ریزجانداران افزایش دهنده رشد در

مقادیر مختلف کود پتاسیم

زهرا گیلانی^۱، همت‌اله پیردشتی^۲ و اسماعیل بخشنده^{۳*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۲- دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۳ و * - نویسنده مسوول: استادیار پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

(آدرس پست الکترونیک: bakhshandehesmail@gmail.com و e.bakhshandeh@sanru.ac.ir)

چکیده

به منظور ارزیابی ریزجانداران افزایش دهنده رشد بر برخی صفات رویشی برنج (رقم 'طارم محلی') در سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود سولفات پتاسیم در چهار سطح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان کرت اصلی و تیمار تلقیح در چهار سطح شاهد (بدون تلقیح)، تلقیح با قارچ اندوفیت *Piriformospora indica*، تلقیح با باکتری افزایش دهنده رشد *Pantoea ananatis* و تلقیح توأم (قارچ و باکتری) با ریشه گیاهچه برنج به‌عنوان کرت فرعی بودند. براساس یافته‌ها، تمام صفات مورد مطالعه تحت تأثیر سطوح مختلف کود پتاسیم و تیمارهای تلقیح قرار گرفتند. تلقیح با باکتری، تلقیح با قارچ و تلقیح توأم قارچ و باکتری به ترتیب باعث کاهش ۲، ۲ و ۳/۲ درصدی روز تا گرده‌افشانی و افزایش ۴/۱، ۴/۳ و ۳/۷ درصدی ارتفاع بوته، ۸/۷، ۸/۷ و ۲۲/۷ درصدی تعداد پنجه در بوته، ۱۱/۲، ۷/۳ و ۱۱/۸ درصدی تعداد برگ در ساقه اصلی، ۲/۳، ۲/۸ و ۴/۳ درصدی تعداد کل برگ در بوته و ۱۵، ۱۲/۱ و ۲۷/۳ درصدی سطح برگ نسبت به شرایط شاهد (بدون تلقیح) شد. همچنین، افزایش مصرف کود پتاسیم از صفر تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد برگ در ساقه اصلی، تعداد کل برگ در بوته، سطح برگ به ترتیب ۵/۵، ۲۰/۱، ۶/۸، ۱/۱، ۴۲/۹ و کاهش ۲/۳ درصدی تعداد روز تا گرده‌افشانی نسبت به شرایط شاهد (بدون مصرف کود) شد. اگرچه با افزایش مقدار کود تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش ناچیزی در برخی از صفات مشاهده شد اما این اختلاف‌ها معنی‌دار نبودند. در نتیجه، بالاترین مقادیر در صفات در زمان کاربرد توأم قارچ و باکتری به همراه مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: برنج، ریزجانداران افزایش دهنده رشد، سولفات پتاسیم، صفات رویشی

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از اصلی‌ترین منابع تأمین نیاز غذایی میلیون‌ها نفر در جهان به شمار می‌رود. سطح زیرکشت این گیاه در دنیا حدود ۱۶۴ میلیون هکتار و در ایران ۵۹۰ هزار هکتار با تولید ۲/۶ میلیون تن می‌باشد (فائو، ۲۰۱۴). در ایران، بیش از ۷۵ درصد از اراضی زیر کشت برنج در استان‌های شمالی کشور (گیلان و مازندران) قرار دارد که حدود ۸۰ درصد برنج کشور را تولید می‌کنند. برای رسیدن به خودکفایی در تولید برنج یکی از راه‌کارها رعایت نکات به‌زراعی یعنی استفاده مناسب و بهینه از کودهای شیمیایی و زیستی می‌باشد. باکتری‌های ریزوسفری افزایش دهنده رشد به گروه از باکتری‌های ریزوسفری اطلاق می‌شود که با



استفاده از یک یا چند سازوکار خاص موجب بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه می‌گردند. این ریزجانداران از طریق تولید اسیدهای آلی، آنزیم‌ها و هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد موجب بهبود جوانه‌زنی، رشد، نمو و در نهایت عملکرد دانه خواهند شد (بخش‌شده و همکاران، ۲۰۱۵). پتاسیم بعد از نیتروژن و فسفر، یکی از مهم‌ترین عناصر پرمصرف برای گیاهان محسوب می‌شود. اهمیت این عنصر در مزارع برنج برابر با عنصر نیتروژن و بسیار فراتر از عنصر فسفر می‌باشد (منا و همکاران، ۲۰۱۶). در نتیجه، برای دستیابی به نظام کشاورزی پایدار، بهره‌گیری از نهاده‌های تجدیدپذیر از جمله ریزجانداران افزایش‌دهنده رشد با سودمندی‌های اکولوژیکی بالا و آسیب‌های زیست‌محیطی پایین امری ضروری می‌باشد. در همین راستا، این پژوهش با هدف ارزیابی برخی ریزجانداران افزایش‌دهنده رشد بر صفات رویشی برنج (رقم 'طارم محلی') اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی بهبود برخی صفات رویشی برنج (رقم 'طارم محلی') تحت تأثیر ریزجانداران افزایش‌دهنده رشد در مقادیر مختلف کود پتاسیم در روستای لاریم شهرستان جویبار و به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح کود سولفات پتاسیم (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان کرت اصلی و چهار سطح تلقیح (شاهد، تلقیح نشاء تنها با باکتری *Pantoea ananatis*، تلقیح نشاء تنها با قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* و تلقیح نشاء با باکتری و قارچ به صورت توأم) به عنوان کرت فرعی بودند. ریزجانداران مورد مطالعه از پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان تهیه شدند. برای کشت *P. ananatis* از محیط کشت نیتروژن‌براث و برای کشت اندوفیت *P. indica* از محیط کشت کفر استفاده گردید. براساس نتایج آزمون خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری)، قبل از کاشت ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل و تیمارهای مختلف کود سولفات پتاسیم مصرف گردید. ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره نیز در دو مرحله، قبل از نشاء‌کاری (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و مرحله غلاف‌دهی برنج (۵۰ کیلوگرم در هکتار) به زمین اضافه شد. بافت خاک محل آزمایش لومی‌شنی بود. تلقیح ریشه گیاهچه برنج (۳۰ روز سن و به‌طور میانگین ۴-۵ برگ) بعد از کندن نشاءها و قبل از نشاء‌کاری انجام شد. برای این کار از سوسپانسیون باکتری و قارچ به ترتیب با جمعیت 10^8 و 10^9 سلول زنده در هر میلی‌لیتر به مدت ۱۲ ساعت و به‌روش غوطه‌وری ریشه استفاده گردید. در تیمار شاهد تنها از محیط کشت بدون باکتری و یا قارچ استفاده شد. هر کرت آزمایشی شش متر طول، ۲/۵ متر عرض و شامل ۱۶ خط کشت با فاصله 20×20 سانتی‌متر بود (چهار گیاهچه در هر کپه). آزمایش در شرایط مطلوب مدیریتی اجرا شد. بنابراین، کلیه مدیریت‌های زراعی از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها برای همه کرت‌ها به‌صورت یکنواخت انجام گردید. برای تعیین روز تا گرده‌افشانی بازدید روزانه از هر کرت انجام و زمانی که ظهور خوشه در هر کرت به ۵۰ درصد رسید، آن تاریخ به عنوان مرحله گرده‌افشانی ثبت شد. صفات رویشی مانند تعداد برگ در ساقه اصلی، کل برگ در بوته و ارتفاع بوته (با استفاده از خط‌کش) در مرحله گرده‌افشانی و تعداد پنجه در مرحله حداکثر پنجه‌زنی اندازه‌گیری شد. جهت تعیین حداکثر سطح برگ (مرحله گرده‌افشانی) از معادله پیشنهاد شده توسط بخش‌شده و همکاران (۱۳۹۵) به شکل زیر استفاده گردید:

$$\text{وزن خشک برگ سبز} \times \frac{254}{63} = \text{سطح برگ} \quad (1)$$

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.



نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی صفات مورد مطالعه به طور معنی داری تحت تأثیر سطوح مختلف کود پتاسیم و تیمارهای تلقیح قرار گرفتند. علاوه بر این، اثرات متقابل در تمامی صفات معنی دار شد (جدول ۱). با افزایش مصرف کود پتاسیم از صفر تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع بوته از ۱۴۲/۱ تا ۱۵۱/۱ سانتی متر (۶/۳ درصد)، تعداد پنجه در بوته از ۹/۲ تا ۱۱/۱ عدد (۲۰/۱ درصد)، تعداد برگ در ساقه اصلی از ۸/۵ تا ۹/۳ عدد (۹/۳ درصد)، تعداد کل برگ در بوته از ۶۴/۲ تا ۶۶/۲ عدد (۳/۱ درصد) و سطح برگ از ۳/۹ تا ۵/۶ (۴۲/۹ درصد) افزایش و تعداد روز تا گرده افشانی از ۵۷/۶ تا ۵۶/۷ روز (۱/۶ درصد) نسبت به شرایط شاهد (بدون مصرف کود) کاهش یافت. البته در تمامی صفات مورد مطالعه بین مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری از لحاظ آماری وجود نداشت. تلقیح با باکتری، تلقیح با قارچ و تلقیح توأم قارچ و باکتری به ترتیب باعث افزایش ۴/۱، ۴/۳ و ۳/۷ درصدی ارتفاع بوته و ۸/۷، ۸/۷ و ۲۲/۷ درصدی تعداد پنجه در بوته و ۱۱/۲، ۷/۳ و ۱۱/۸ درصدی تعداد برگ در ساقه اصلی، ۲/۳، ۲/۸ و ۴/۳ درصدی تعداد کل برگ در بوته و ۱۵، ۱۲/۹ و ۲۷/۳ درصدی سطح برگ و کاهش ۲، ۲ و ۳/۲ درصدی روز تا گرده افشانی نسبت به شرایط شاهد (بدون تلقیح) شد. اکبرلو (۱۳۹۲) نشان داد که بیشترین تعداد پنجه برنج مربوط به تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم (۳۰۵/۴۰ عدد در مترمربع) و کمترین آن مربوط به تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار (۲۸۲/۲۰ عدد در مترمربع) بود. به عبارت دیگر، مصرف کود تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار باعث تعداد افزایش ۸/۲۲ درصدی تعداد پنجه شد. به طور مشابه، اصغری و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که تلقیح ریشه گیاهچه برنج با باکتری *Pseudomonas fluorescens* Strain 41 باعث افزایش حدود دو برابری تعداد پنجه در بوته و ۲۵/۱۱ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شرایط شاهد گردید. علاوه بر این، بیشترین سطح برگ در تیمار تلقیح ریشه گیاهچه برنج با باکتری *P. fluorescens* (۴۴۰ سانتی متر مربع) و کمترین آن نیز در تیمار شاهد بدون کود (۱۹/۵ سانتی متر مربع) مشاهده شد. وزن خشک ساقه، پنجه دهی و تعداد دانه در خوشه برنج با کاربرد *P. indica* به ترتیب به میزان ۱۰/۹۶، ۱۹/۱۶ و ۷/۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (عبدالهی و زارع، ۱۳۹۳). در مجموع، کاربرد توأم قارچ و باکتری به همراه مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم را می توان جهت تولید عملکرد مطلوب برای این منطقه پیشنهاد نمود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان و دانشگاه علوم کشاورزی منابع طبیعی ساری به خاطر حمایت های مالی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع مورد استفاده

- اشرف عبدالهی ع و زارع م ج، ۱۳۹۳. تأثیر قارچ های میکوریز و اندوفیت ریشه در شرایط خزانه مرطوب و نیمه مرطوب بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد برنج. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ۸، شماره ۱. صفحه های ۲۲۳ تا ۲۳۰.
- اصغری ج، احتشامی س.م.ر، رجبی درویشان ز و خواواری ک، ۱۳۹۲. مقایسه محلول پاشی با تلقیح ریشه ای باکتری های محرک رشد و متابولیت های آن ها بر ویژگی های مرفوفیزیولوژیک، صفات کیفی و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی. مجله فرایند و کارکرد گیاهی، جلد ۲، شماره ۲. صفحه های ۲۵ تا ۴۰.
- اکبرلو ر، ۱۳۹۲. تأثیر پتاسیم و روش کشت بر عملکرد و برخی صفات زراعی برنج (*Oryza sativa* L.) گرده محلی خوی. مجله پژوهش در علوم زراعی، سال ۵، شماره ۱۹. صفحه های ۱ تا ۹.



بخش شده، ا. حسینی م، فرزین ن و پیردشتی ه، ا. ۱۳۹۵. معرفی یک روش ساده و سریع برای برآورد سطح برگ برنج، هدفهمین همایش ملی برنج کشور، بهمن ماه، ساری، ایران (پذیرش شده).

Bakhshandeh E, Rahimian H, Pirdashti H and Nematzadeh GA, 2015. Evaluation of phosphate solubilizing bacteria on the growth and grain yield of rice (*Oryza sativa* L.) cropped in northern Iran. Journal of Applied Microbiology. 119:1371-1382.

FAO, 2014. Available online at: <http://faostat.fao.org>.

Meena VS, Maurya BR, Verma JP and Meena RS, 2016. Potassium Solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture. Springer, New Delhi. doi: 10.1007/978-81-322-2776-2.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در رقم برنج طارم محلی تحت تأثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم و روش های مختلف تلقیح.

| آماره های توصیفی | روز تا گرده افشانی | ارتفاع بوته (سانتی متر) | تعداد پنجه در بوته | تعداد برگ در ساقه اصلی | تعداد کل برگ در بوته | سطح برگ |
|------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|---------|
| تعداد مشاهده | ۴۸ | ۴۸ | ۴۸ | ۴۸ | ۴۸ | ۴۸ |
| حداقل | ۵۵ | ۱۴۰/۴۰ | ۸۰/۰ | ۷۸۰ | ۶۱۷۰ | ۳/۶۸ |
| حداکثر | ۵۸ | ۱۵۴/۵۰ | ۱۳۰/۰ | ۱۰/۴۰ | ۶۸۱۲۰ | ۶/۵۴ |
| میانگین | ۵۶/۸ | ۱۴۷/۰۷ | ۱۰/۴۶ | ۸/۹۴ | ۶۵/۲۰ | ۴/۹۲ |
| انحراف معیار | ۰/۱۴ | ۰/۶۸ | ۰/۱۸ | ۰/۱۰ | ۰/۲۰ | ۰/۱۳ |
| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
| کود پتاسیم | ۳ | ۳/۷۴* | ۲۰۵/۷۲** | ۹/۴۷* | ۱/۴۵* | ۸/۵۵** |
| کود زیستی | ۳ | ۷/۵۲** | ۱۰۴/۲۸** | ۹/۶۳** | ۲/۴۱** | ۲/۷۹** |
| کود پتاسیم × کود زیستی | ۹ | ۰/۳۹* | ۱۱/۰۲** | ۰/۶۵** | ۰/۲۳* | ۰/۲۳** |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۵/۲۳ | ۶/۱۱ | ۴/۲۱ | ۵/۰۳ | ۹/۳۸ |
| تیمار | | مقایسه میانگین ها [†] | | | | |
| کود پتاسیم | تیمارها | شاهد | فارچ | باکتری | فارچ × باکتری | |
| ۰ | شاهد | ۵۷/۵۸ ^b | ۱۴۲/۰۸ ^d | ۹/۱۶ ^b | ۸/۵۲ ^b | |
| ۶۰ | فارچ | (-۱/۱۶) ^{ab} | (+۲/۲۷) ^c | (+۱۵/۵۰) ^a | ۸/۷۹ (+۳/۱۶) ^{ab} | |
| ۱۲۰ | باکتری | ۵۶/۹۱ | ۱۴۵/۳۱ | ۱۰/۵۸ | ۹/۱۰ (+۶/۸۰) ^{ab} | |
| ۱۸۰ | فارچ × باکتری | ۵۶/۲۵ (-۲/۳۰) ^a | (+۵/۴۸) ^{ab} | (+۲۰/۰۸) ^a | ۹/۱۰ (+۶/۸۰) ^{ab} | |
| | | ۱۴۹/۸۸ | ۱۴۹/۸۸ | ۱۱/۰۰ | ۹/۳۱ (+۹/۲۷) ^a | |
| | | ۵۶/۶۶ (-۱/۵۹) ^a | (+۶/۲۸) ^a | (+۲۰/۹۶) ^a | ۹/۳۱ (+۹/۲۷) ^a | |
| | | ۱۵۱/۰۱ | ۱۵۱/۰۱ | ۱۱/۰۸ | ۹/۳۱ (+۹/۲۷) ^a | |
| تیمارها | شاهد | فارچ | باکتری | فارچ × باکتری | | |
| ۴/۳۲ ^d | ۵۷/۹۱ ^c | ۴/۳۲ ^d | ۴/۳۲ ^d | ۵/۵۷ (+۲۷/۳۸) ^a | | |
| ۶۳/۶۷ ^c | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | ۶۳/۶۷ ^c | ۶۳/۶۷ ^c | ۶۶/۶۴ (+۴/۳۵) ^a | | |
| ۸/۳۰ ^b | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | ۸/۳۰ ^b | ۸/۳۰ ^b | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| ۹/۵۰ ^c | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | ۹/۵۰ ^c | ۹/۵۰ ^c | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| ۱۴۲/۶۹ ^d | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | ۱۴۲/۶۹ ^d | ۱۴۲/۶۹ ^d | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| (+۴/۳۹) ^a | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | (+۴/۳۹) ^a | (+۴/۳۹) ^a | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| ۱۴۸/۹۶ | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | ۱۴۸/۹۶ | ۱۴۸/۹۶ | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| (+۴/۱۴) ^b | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | (+۴/۱۴) ^b | (+۴/۱۴) ^b | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| ۱۴۸/۶۱ | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | ۱۴۸/۶۱ | ۱۴۸/۶۱ | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| (+۳/۳۷) ^c | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | (+۳/۳۷) ^c | (+۳/۳۷) ^c | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |
| ۱۴۸/۰۲ | ۵۶/۷۵ (-۲/۰۰) ^b | ۱۴۸/۰۲ | ۱۴۸/۰۲ | ۹/۲۸ (+۱۱/۸۰) ^a | | |

***، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک، پنج درصد و عدم معنی دار به روش آزمون LSD می باشد.

[†] حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد می باشد. اعداد داخل پرانتز بیانگر درصد افزایش (+) یا کاهش (-) هر یک از تیمارها نسبت به شرایط شاهد می باشد.