

بررسی تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفر، تلقیح ریزوبیوم و محلول‌پاشی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.) رقم کتول در گلستان

صدیقه غنایی

هیئت علمی، دانشگاه پیام نور گنبدکاووس

پست الکترونیک نویسنده مسئول: s.ghanae2000@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۵

چکیده

این مطالعه جهت ارزیابی تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفر، تلقیح با ریزوبیوم و محلول‌پاشی روی بر سویا رقم کتول، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه کنترل‌شده در دلند (استان گلستان) اجرا شد. عامل‌های این آزمایش شامل باکتری‌های حل‌کننده فسفر (PSB) در دو سطح شامل (بدون تلقیح و تلقیح با باکتری‌های حل‌کننده فسفر)، تلقیح با ریزوبیوم ژاپونیکم در دو سطح شامل: (بدون تلقیح ریزوبیومی و تلقیح با ریزوبیوم) و در نهایت فاکتور سوم محلول‌پاشی روی در سه سطح (بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ و ۳ در هزار سولفات روی) بود. نتایج نشان داد، اثرات باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، درصد آماس برگ، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن معنی‌دار بود. تلقیح بذر سویا با ریزوبیوم نیز بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، درصد آماس برگ، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن تأثیر معنی‌داری داشت. عملکرد دانه مربوط به تیمار تلقیح با باکتری حل‌کننده فسفر با ۲۹۵۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم تلقیح با ۲۷۵۲ کیلوگرم برتری معنی‌دار داشت. همچنین محلول‌پاشی روی با غلظت ۳ در هزار با عملکرد ۲۹۹۰ کیلوگرم بر عدم محلول‌پاشی با ۲۶۸۴ کیلوگرم برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: درصد روغن، سولفات روی، عملکرد دانه، وزن هزاردانه

مقدمه

سویا یکی از منابع مهم تأمین پروتئین و روغن بوده و به دلیل برخورداری از اسیدهای چرب اشباع‌نشده، قابلیت هضم بالای روغن، مرغوبیت کنجاله، تثبیت بیولوژیک نیتروژن از طریق ایجاد همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم و افزایش حاصلخیزی خاک از اهمیت زیادی برخوردار است (سید شریفی، ۱۳۸۸). نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان در مقادیر زیادی مورد نیاز است به طوری که اساس تشکیل پروتئین و نوکلئیک اسید می‌باشد، ولی مصرف زیاد کودهای شیمیایی نیتروژنه یکی از دلایل اصلی آلودگی چرخه آب در طبیعت بوده و تولید آن‌ها گران و پرهزینه می‌باشد؛ در حالی که جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی نقش مهمی را ایفا می‌کند (چاندراسکار^۱ و همکاران، ۲۰۰۵). اهمیت تثبیت زیستی نیتروژن در سویا به وسیله باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم توسط تعداد زیادی از محققین که جنبه‌های مختلف این ارتباط را بررسی می‌کنند، شناخته شده است. بعد از آلوده شدن ریشه سویا به وسیله ریزوبیوم ژاپونیکوم، گره‌ها در پوسته خارجی ریشه به وجود می‌آیند. درون گره تشکیل شده باکترئوئیدهای حاوی آنزیم تثبیت‌کننده نیتروژن یعنی نیتروژناز وجود دارد که با محلول قرمز رنگ لگ هموگلوبین احاطه شده است، نقش آن تسهیل انتشار اکسیژن به باکترئوئیدها است (شیرانی‌راد، ۱۳۷۳). تثبیت زیستی نیتروژن طی همزیستی گیاهان خانواده لگوم با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از خانواده *sinorhizobiaceae* به عنوان منبعی پایدار جهت تأمین نیتروژن در سامانه‌های کشاورزی مطرح می‌باشد. تثبیت نیتروژن طی همزیستی علاوه بر رفع نیاز گیاه میزبان به نیتروژن با کم‌ترین هزینه از ایجاد آلودگی‌های نیتراته ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی جلوگیری می‌کند (هانگ‌ریا و مجیاس^۲، ۲۰۰۱). همچنین در پژوهش‌های انجام‌گرفته توسط سایر پژوهشگران (ماسکی و باتاری^۳، ۲۰۰۱؛ ماتیاس^۴ و همکاران، ۱۹۷۸) مشخص شده است که با تغییر در عملیات کشاورزی، از

جمله عدم برداشت بقایای گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن می‌توان نیاز به نیتروژن را در گیاهان بعدی نیز تا حدود زیادی مرتفع نمود. پتانسیل تثبیت نیتروژن توسط گیاه، علاوه بر عوامل محیطی همانند ویژگی‌های خاک، اقلیم و عامل مدیریت، به مقدار زیادی تحت تأثیر دو عامل سویه باکتری و ژنوتیپ‌های گیاهی قرار دارد. به طوری که با انتخاب و کاربرد مناسب این دو عامل می‌توان بخش عمده‌ای از نیاز نیتروژن گیاه را برطرف نمود. بر اساس یافته‌های محققین اثرات متقابل گیاه لگوم و سویه باکتری همزیست بر روی سامانه همزیستی در تثبیت نیتروژن مولکولی به‌اندازه‌ای اختصاصی می‌باشد که ارزیابی دقیق تثبیت بیولوژیک نیتروژن یک لگوم یا یک سویه باکتری بدون در نظر گرفتن شرایط محیطی و مشخص بودن ژنوتیپ طرف همزیست با آن امکان‌پذیر نمی‌باشد (سناراتن^۵ و همکاران، ۱۹۸۷). فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و یکی از مهم‌ترین عناصر در تولید محصول می‌باشد، همچنین فسفر در تشکیل بذر نقش اساسی دارد و به مقدار زیاد در میوه و بذر یافت می‌شود (باتجس^۶، ۱۹۹۷). روش متداول جهت برطرف کردن کمبود فسفر، استفاده از کودهای فسفاته است، متأسفانه مصرف غیراصولی و بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفره، تأثیر زیان‌باری بر جامعه کشاورزی تحمیل نموده است و نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش مصرف کودهای فسفره طی سال‌های اخیر عملکرد محصولات زراعی را چندان افزایش نداده است (ساروخانی و همکاران، ۱۳۷۹). به گفته سینگ^۷ و همکاران (۲۰۰۵) علاوه بر این افزایش جذب فسفر می‌تواند در نهایت به بهبود شاخص برداشت فسفر در گیاه منجر شود که خود عامل مهمی در بهبود عملکرد گیاه به شمار می‌رود.

تران^۸ و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که مصرف توأم سویه‌های باکتری سودوموناس فلورسنس و پوتیدا و برابندی ریزوبیوم باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام سویا گردید.

⁵ Senaratne

⁶ Batjes

⁷ Singh

⁸ Tran

¹ Chandrasekar

² Hungria and Megias

³ Maskey and Bhattarai

⁴ Mathias

محدوده معمولی روی در خاک بین ۱۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک است به طوری که میانگین مناسب روی در خاک ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. هدف این پژوهش بررسی راه‌کارهای جایگزینی کودهای زیستی بجای ترکیبات شیمیایی می‌باشد. تا علاوه بر دستیابی به محصول سالم به حفظ محیط‌زیست نیز کمک گردد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۳ در شهر دلد (استان گلستان) و در مزرعه کنترل‌شده، با ارتفاع ۸۵ متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه طول جغرافیایی اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای این آزمایش شامل باکتری‌های حل‌کننده فسفر (*Phosphate solubilizing bacteria*) در دو سطح شامل (بدون تلقیح و تلقیح با باکتری‌های حل‌کننده فسفر کود بیولوژیکی با نام تجاری بارور ۲ که از انواع کودهای باکتریایی فسفره با جمعیت 10^8 CFU/g *Pantoea agglomerance* strain P13 و *strain P 5 Pseudomonas potida* بود. انتخاب و به صورت محلول به خاک و در مجاور بذور اضافه شد.

تلقیح با ریزوبیوم ژاپونیکم در دو سطح شامل (بدون تلقیح ریزوبیومی و تلقیح با ریزوبیوم) و فاکتور سوم محلول‌پاشی روی (بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ و ۳ در هزار سولفات روی) بود. هر واحد آزمایشی شامل یک کرت با ابعاد ۳×۵ متر بود. تعداد ۵ ردیف کاشت در هر کرت با فواصل بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت برای تعیین عناصر غذایی موجود در خاک، نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش نشان می‌دهد که خاک شور نبوده و pH آن کمی قلیایی می‌باشد. میزان فسفر، پتاسیم، آهن بر و کلسیم خاک کافی ولی مقدار روی قابل استفاده آن کم بود (جدول ۱). در فاصله

این گروه از باکتری‌ها قادرند به کمک تغییر میزان اسیدیته اطراف خود و نیز به کمک فرایندهای آنزیمی فسفر نامحلول خاک را به صورت اسیدهای آلی فسفره آزاد کرده و تحرک این عنصر را در خاک افزایش دهند (صالح راستین، ۱۳۸۰). روی در سنتز اسیدآمینه تریپتوفان یک عنصر حیاتی است، اسید آمینه تریپتوفان پیش ماده سنتز هورمون ایندول استیک اسید است. از طرفی، روی می‌تواند نقش مهمی در فعال‌سازی تولید هورمون اکسین باشد (آلوو^۱، ۲۰۰۴). عنصر روی برای یکپارچگی غشای سلولی و سامانه تنظیم آرایش ساختاری ماکرومولکول‌ها و نیز انتقال یون لازم است. روی با گروه‌های فسفو لیپیدی و سولفیدریل پروتئین‌های غشاء عکس‌العمل نشان داده و نهایتاً منجر به پایداری غشا می‌گردد (کاکماک^۲، ۲۰۰۰). چوهان^۳ و همکاران (۲۰۱۳) اثر پتاسیم، گوگرد و روی را در طی دو سال متوالی بر رشد،

عملکرد و محتوای روغن سویا مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که با کاربرد ۲۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، ۲۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و ۵ کیلوگرم روی در هکتار تعداد گره، عملکرد دانه و درصد روغن در هر دو سال به طور قابل توجهی افزایش یافت. تیواری^۴ و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که کاربرد ۵ کیلوگرم روی در هکتار عملکرد دانه سویا را از ۲۹ تا ۳۳/۹ درصد افزایش داده است. حیدریان و همکاران (۲۰۱۱) اثر محلول‌پاشی عنصر روی و آهن و نیز ترکیب روی و آهن را بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که تیمار روی و آهن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، تعداد دانه در گیاه و وزن هزار دانه داشت. همچنین زمان محلول‌پاشی نیز بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه تأثیر بسزایی داشت. سینگ^۵ و سینگ (۱۹۹۵) نیز گزارش کردند که ترکیب پتاسیم، پتاسیم، گوگرد و روی اثرات قابل ملاحظه‌ای بر رشد و نمو گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد و اجزای عملکرد محصول دارد. تیواری و همکاران (۲۰۰۶) بیان کرد که

¹ Alloway

² Cakmak

³ Chauhan

⁴ Tiwari

⁵ Singh and Singh

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای تحقیق در سال ۱۳۹۳

بافت	فسفر					نیتروژن	کربن		هدایت الکتریکی	اسیدیته خاک	
	پتاسیم	آهن	روی	بر	لومی سیلتی		درصد اشباع	کلسیم آلی			
	(mg.kg ⁻¹)						(/)		(dS.m ⁻¹)		
	۳۸۰	۲/۳	۰/۵	۲	لومی سیلتی	۰/۱۵	۵۷	۱/۵۶	۱۸	۰/۵۲	۷/۹

فسفر (PSB) بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی (۴/۳۱ شاخه فرعی) از تیمار باکتری‌های حل‌کننده فسفر (PSB) و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی در بوته از تیمار بدون باکتری‌های حل‌کننده فسفر (PSB) با ۳/۶۴ شاخه فرعی به دست آمد (جدول ۳). افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته سویا با کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفر (PSB) در هماهنگی با استوتی و وحیودی^۱ (۲۰۱۰) و راوی^۲ و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. تعداد غلاف در بوته سویا نیز یکی از اجزای مهم عملکرد سویا می‌باشد؛ بنابراین هر عاملی که باعث بهبود این صفت شود، بر عملکرد دانه نیز اثر خواهد گذاشت. اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل ریزوبیوم و روی نیز بر این صفت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد غلاف از تیمار استفاده از باکتری‌های (PSB) با ۴۹/۲۵ غلاف و کم‌ترین تعداد غلاف از تیمار بدون مصرف باکتری با ۴۵/۷۰ به دست آمد (جدول ۳). این یافته در هماهنگی با نتایج استوتی و وحیودی (۲۰۱۰) بود.

تعداد دانه در غلاف یک از شاخص‌های مؤثر در عملکرد دانه می‌باشد و با افزایش آن امکان افزایش عملکرد دانه فراهم می‌شود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تلقیح ریزوبیومی بر تعداد دانه در غلاف در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در این بخش بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف از تیمار تلقیح ریزوبیومی (۱/۹۱) و کمترین تعداد دانه در غلاف از تیمار عدم تلقیح با ۱/۶۴ دانه حاصل شد (جدول ۳).

زمانی بین کاشت تا برداشت مراقبت‌های لازم شامل: وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و پخش کود سرک برای همه تیمارها به‌طور یکسان انجام شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب‌شده و صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف ثبت شد. برداشت از سه خط وسط با حذف نیم متر از هر طرف صورت گرفت. عملکرد بیولوژیک با توزین کل وزن بوته‌های برداشت‌شده در واحد سطح تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم وزن خشک دانه بر وزن خشک کل اندام هوایی محاسبه شد. درصد روغن دانه با استفاده از روش سوکسله در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان انجام شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، ولی اثر روی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). بیش‌ترین ارتفاع بوته را تیمار باکتری‌های حل‌کننده فسفر (۶ درصد بیشتر) از تیمار عدم استفاده از باکتری حل‌کننده فسفر داشت (جدول ۳). اثر ریزوبیوم بر قطر ساقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر قطر ساقه معنی‌دار بود. به طوری که بیش‌ترین قطر ساقه مربوط به تیمار مصرف باکتری PSB (۵/۶۹ میلی‌متر) و کم‌ترین قطر ساقه مربوط به تیمار عدم مصرف باکتری (۴/۷۹ میلی‌متر) بود (جدول ۳). تران و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند کاربرد باکتری PSB، قطر ساقه سویا را افزایش می‌دهد. اثر باکتری‌های حل‌کننده

¹ Astuti and Wahyudi

² Ravi

³ Elhadi

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر متقابل باکتری‌های حل‌کننده فسفر، تلقیح ریزوبیوم و محلول‌پاشی روی بر عملکرد، اجزای عملکرد سویا

میانگین مربعات							منابع تغییرات
تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	طول غلاف	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	ارتفاع بوته	درجه آزادی	
۷۴/۳۵۵	۷۴/۳۵۲	۰/۵۵۴	۰/۹۶۷**	۳/۹۳۰**	۲۷/۹۵۱**	۲	تکرار
۴۸/۵۳۴**	۴۸/۵۳۴**	۰/۸۳۹**	۶/۵۴۰ ^{ns}	۷/۸۶۸**	۱۹۴/۲۳۰**	۱	باکتری (PSB)
۳۶۳/۴۱۰ ^{ns}	۳۶۳/۴۰۱**	۰/۰۱۸۳ ^{ns}	۱/۸۱۹**	۰/۰۴۹*	۲۰/۷۶۲*	۱	ریزوبیوم
۱۵۴/۸۴۴ ^{ns}	۱۵۴/۸۴ ^{ns}	۰/۰۴۳۵ ^{ns}	۰۰/۰۵۲۳ ^{ns}	۰/۰۶۸ ^{ns}	۵/۰۹۹ ^{ns}	۲	روی
۶۲/۱۹۹ ^{ns}	۶۲/۱۹۹ ^{ns}	۰/۴۱۷ ^{ns}	۰/۰۲۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۳/۸۰۲ ^{ns}	۱	باکتری × ریزوبیوم
۴۶/۶۳۷ ^{ns}	۴۶/۶۲۷ ^{ns}	۱۰۰/۱۹۷ ^{ns}	۰/۱۵۱۵ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۱/۳۸۹ ^{ns}	۲	باکتری × روی
۱۹۴/۸۰۷ ^{ns}	۱۹۴/۸۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۱۴۹ ^{ns}	۲	ریزوبیوم × روی
۱۶/۱۶۸ ^{ns}	۱۶/۶۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۳۵۸ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۹۱۲ ^{ns}	۲	باکتری × ریزوبیوم × روی
۲۸/۷۲۷	۲۸/۷۲۸	۰/۰۹۷	۰/۰۹۶۱	۰/۰۸۹	۳/۴۵۷	۲۲	اشتباه
۱۰/۶۵	۵/۲۶	۶/۹۵	۵/۲۶	۵/۲۱	۲/۱۱	-	ضریب تغییرات (/)

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار

یادگاری (۱۳۸۶) می‌باشد. نتایج نشان داد که اثر محلول‌پاشی کود سولفات روی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

بیشترین وزن هزار دانه از محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار معادل ۱۹۱/۰۷ گرم و کمترین مقدار از تیمار عدم محلول‌پاشی با ۱۸۳/۳۲ گرم به دست آمد. این نتیجه با گزارش‌های کاکماک (۲۰۰۰) همسو بود. شکل (۱) اثرات متقابل روی و ریزوبیوم در سطح یک درصد بر صفت وزن هزار دانه معنی‌دار شد. شکل مقایسه میانگین اثرات متقابل روی و ریزوبیوم را نشان می‌دهد. بالاترین وزن هزار دانه از تیمار ترکیبی (تلقیح ریزوبیومی) و (محلول‌پاشی روی با غلظت ۳ در هزار) به دست آمد.

همچنین بین تیمارهای تلقیح و عدم تلقیح ریزوبیومی از نظر این صفت و در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴).

بیشترین عملکرد دانه در این بخش از تیمار تلقیح ریزوبیومی با ۳۰۳۷ کیلوگرم در هکتار بوده و تیمار عدم تلقیح کمترین عملکرد دانه (۲۶۶۹ کیلوگرم بر هکتار) را داشت (جدول ۵).

این نتیجه همسو با گزارش‌های الهادی (۱۹۹۹) و یادگاری (۱۳۸۳) بود.

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود که تلقیح ریزوبیومی تأثیر معنی‌داری بر طول غلاف نداشت (جدول ۳). تأثیر استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر صفت طول غلاف معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین طول غلاف از تیمار استفاده از باکتری (۴/۷۶) سانتی‌متر و کمترین طول غلاف از تیمار عدم استفاده از باکتری (۴/۲۰) سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۳). یکی از اجزای بسیار مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه سویا، وزن هزار دانه آن می‌باشد. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر وزن هزار دانه و در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). تیمار استفاده از باکتری بالاترین وزن هزار دانه معادل (۱۹۰/۰۴۶ گرم) و تیمار بدون محلول‌پاشی با (۱۸۵/۲۸۹ گرم) پایین‌ترین وزن هزار دانه را دارا بودند (جدول ۵). گزارش‌های راوی و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان می‌دهد، نتایج این پژوهش همسو با نتایج آن‌ها می‌باشد. وزن هزار دانه تحت تأثیر معنی‌دار تلقیح ریزوبیوم در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین وزن هزار دانه از تیمار تلقیح ریزوبیومی با ۱۹۱/۳۹۶ گرم و پایین‌ترین وزن هزار دانه از تیمار بدون تلقیح معادل ۱۸۳/۹۴۵ گرم به دست آمد (جدول ۵). این نتیجه همسو با نتایج محققانی از جمله

غناپی: بررسی تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفر، تلقیح ریزوبیوم و محلول‌پاشی روی ...

جدول ۳- مقایسه میانگین ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، قطر ساقه (سانتی‌متر)، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف (سانتی‌متر) سویا تحت تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفر، ریزوبیوم و محلول‌پاشی روی

تیمارها	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	طول غلاف	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته
تلقیح با (pSB)	۹۰/۲ a	۳/۴۶ a	۴/۷۹ b	۴/۲ b	۴۹/۰۵ b	۱/۸۰ a
عدم تلقیح با (pSB)	۸۵/۳ b	۴/۳۱ a	۵/۶۹ a	۴/۷۶ a	۵۱/۳۸ a	۱/۷۵ b
تلقیح با ریزوبیوم	۸۸/۴۶ b	۳/۷۳ b	۴/۹۹ b	۴/۴۵ a	۴۷/۰۳ b	۱/۶۴ a
عدم تلقیح با ریزوبیوم	۸۶/۹۴ a	۴/۰۳ a	۵/۴۶ a	۴/۵ a	۵۲/۳۹ a	۱/۹۱ a
بدون محلول‌پاشی روی	۸۷/۰۹ a	۳/۹۳ a	۵/۱۲ a	۵/۵۴ a	۴۶/۵۵ a	۱/۸۲ a
سولفات روی با غلظت ۱/۵ در هزار	۸۷/۶۱ a	۳/۹۰ a	۵/۲۶ a	۴/۴۷ a	۵۰/۳۶ a	۱/۷۷ a
سولفات روی با غلظت ۳ در هزار	۸۸/۳۶ a	۳/۸۱ a	۵/۱۳ a	۴/۴۲ a	۵۲/۷۳ a	۱/۷۶ a

اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند.

نتایج استوتی و وحیودی (۲۰۱۰) می‌باشد. این نتیجه در صد پروتئین تحت تأثیر محلول‌پاشی قرار گرفته و در سطح ۱ در صد معنی‌دار شد. بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار مصرف محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار معادل (۳۸/۵۷ در صد) و پایین‌ترین میزان پروتئین از تیمار بدون مصرف روی ۳۸/۳ درصد بود (جدول ۵).
بنکس^۲ (۱۹۸۲) نیز با محلول‌پاشی سولفات روی افزایش معنی‌دار پروتئین مشاهده کرد. همان‌طوری که در جدول تجزیه واریانس می‌بینیم، اثر ریزوبیوم بر کلروفیل برگ در سطح ۱ در صد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های صفت موردنظر در جدول (۵) آورده شده است. نیتروژن یکی از اجزای کلروفیل بوده و کاربرد آن تسریع رشد و سبزیگی اندام هوایی را به همراه دارد. نیتروژن می‌تواند میزان فتوسنتز در گیاهان را افزایش دهد. افزایش میزان فتوسنتز با استفاده از مصرف نیتروژن می‌تواند در اثر افزایش مقدار رنگ‌دانه‌های کلروفیل باشد، زیرا نیتروژن یکی از ترکیبات اصلی کلروفیل است (کالیسکان^۳ و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج به دست آمده توسط برگلوند^۱ (۲۰۰۹) نیز مؤید این نتیجه بود. اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی روی بر عملکرد دانه و در سطح یک در صد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که تیمار (محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار) بیشترین عملکرد دانه را معادل (۱۹۹۰ کیلوگرم در هکتار) داشته و تیمار شاهد (بدون مصرف روی) عملکرد معادل (۲۶۸۴ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد دانه را داشت. اثر متقابل ریزوبیوم و روی معنی‌دار شد شکل (۲). یکی از صفات مهم در دانه‌های روغنی، درصد روغن می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر محلول‌پاشی روی بر درصد روغن سویا و در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین درصد روغن از تیمار محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار معادل ۲۱/۴۶ درصد و کمترین آن از تیمار شاهد معادل ۲۰/۴۸ درصد به دست آمد (جدول ۵). منطبق با یافته‌های سینک و سینک (۱۹۹۵) می‌باشد. مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) درصد پروتئین تحت تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داده شده است. این دستاورد همسو با

² Banks

³ Caliskan

¹ Berglund

نشریه تولید گیاهان روغنی / سال سوم / شماره اول / بهار و تابستان ۱۳۹۵

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر متقابل باکتری‌های حل‌کننده فسفر، تلقیح ریزوبیوم محلول‌پاشی روی بر عملکرد، اجزای عملکرد سویا

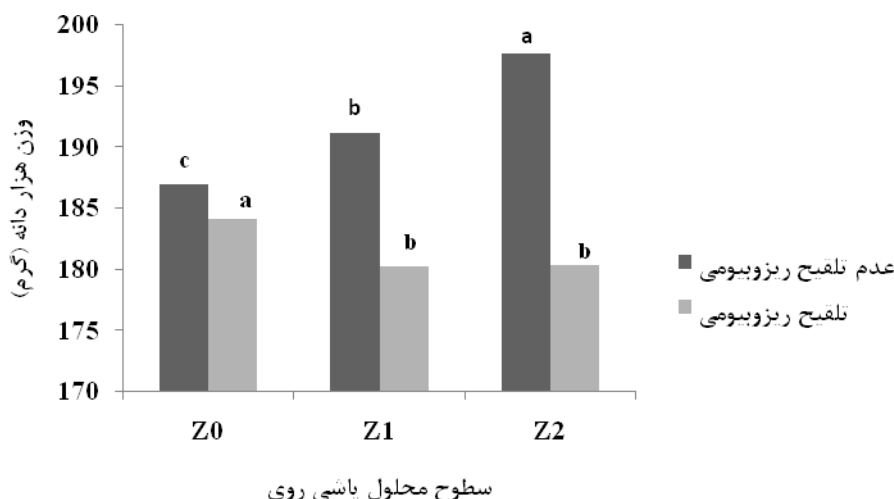
میانگین مربعات						منابع تغییرات
کلروفیل	در صد پروتئین	درصد روغن	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	درجه آزادی	
۰/۰۲۳	۰/۰۴۲۴	۰/۹۲۰	۱۲۰۹۱/۰۸ ^{NS}	۸۹/۷۰۰	۲	تکرار
۰/۱۸۰۶**	۲/۱۲۲**	۰/۴۶۰ ^{NS}	۲۳۸۱۸۶۶/۲۵**	۲۰۳/۹۶۶**	۱	باکتری (PSB)
۲۸/۹۲۶**	۰/۲۴۷ ^{NS}	۰/۰۴۰۶ ^{NS}	۳۸۸۵۵۱۲/۶۶**	۵۰۰/۶۴۰**	۱	ریزوبیوم
۲/۲۱۵**	۱۰/۱۲۰**	۰/۱۲۴۴**	۱۰۵۲۶۹۸/۶۴۲**	۱۸۸/۱۹۸**	۲	روی
۰/۷۵۶ ^{NS}	۰/۰۱۷۸ ^{NS}	۰/۰۰۰۸۲ ^{NS}	۵۳۶۲۲۲/۰۵**	۰/۱۱۹۰ ^{NS}	۱	باکتری × ریزوبیوم
۰/۱۸۲۱ ^{NS}	۱۰/۷۵۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۸۵۲ ^{NS}	۳۶۱۳۸۰/۴۶**	۲/۱۷۷ ^{NS}	۲	باکتری × روی
۰/۴۹۷۱ ^{NS}	۰/۹۳۷ ^{NS}	۱/۷۲۰ ^{NS}	۱۱۹۷۰۱۶/۶۸۲	۲۳۵/۱۴۳**	۲	ریزوبیوم × روی
۰/۱۳۷۶ ^{NS}	۰/۲۸۹ ^{NS}	۰/۳۴۷ ^{NS}	۴۴۳۷۷۷/۹۴	۳۳/۴۶۳ ^{NS}	۲	باکتری × ریزوبیوم × روی
۰/۹۵۴	۰/۲۹۸	۰/۲۱۳۴	۲۴۲۱۲۳/۹۶	۱۹/۹۴۷	۲۲	اشتباه
۱/۷۵	۱/۴۲	۲/۳۲	۱۸/۲۲	۲/۷۹	-	ضریب تغییرات (/.)

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و NS عدم تفاوت معنی‌دار

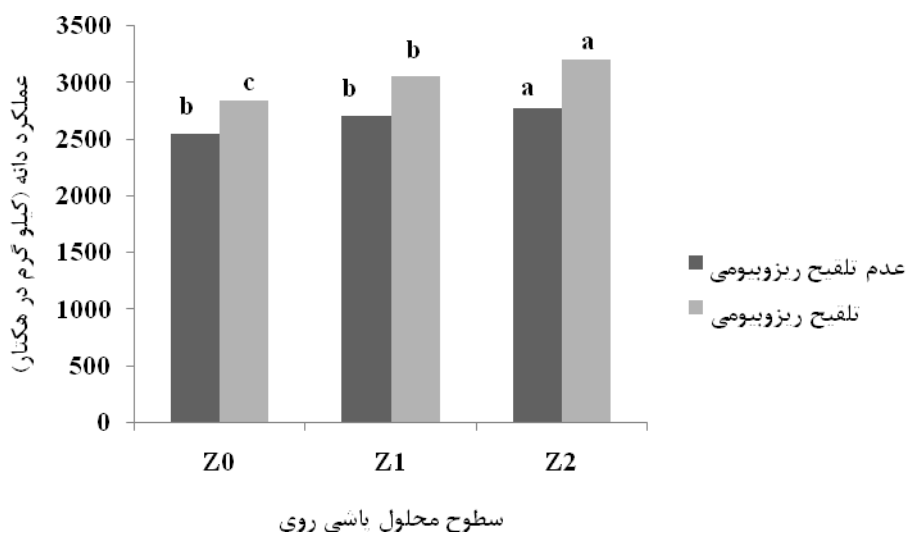
جدول ۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه (گرم)، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، درصد روغن، در صد پروتئین و میزان کلروفیل سویا تحت تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفر، ریزوبیوم و محلول‌پاشی روی

میزان کلروفیل (Spad)	درصد پروتئین	در صد روغن	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تیمارها
۱۹/۹۲ a	۳۸/۸۷ a	۱۹/۹۲ a	۲۹۵۴/۴۶ a	۱۹۰/۴ a	باکتری تلقیح با (pSB)
۱۹/۸۵ b	۳۸/۳۸ b	۱۹/۸۵ a	۲۷۵۲/۳۱ b	۱۸۵/۲۸ b	عدم تلقیح با (pSB)
۱۹/۹۸ a	۳۷/۷۱ a	۱۹/۹۳ a	۳۰۳۷/۵ a	۱۹۱/۳۹ a	ریزوبیوم تلقیح ریزوبیومی
۲۱/۷۷ b	۳۸/۵۴a	۱۹/۸۵ a	۲۶۶۹/۳۳ a	۱۸۳/۹۳ b	عدم تلقیح ریزوبیومی
۲۰/۴۹ c	۳۷/۷۴ a	۲۰/۷۴ a	۲۹۹۰/۶ a	۱۹۱/۰۷ a	روی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار
۲۰/۸۰ b	۳۸/۵۷ b	۱۹/۹۳ b	۲۸۹۵/۳ b	۱۸۸/۶۰a	سولفات روی با غلظت ۱/۵ در هزار
۲۱/۳۳ a	۳۹/۵۷ c	۱۸/۹۹ c	۲۶۸۴/۲۵c	۱۸۳/۳۲a	بدون محلول‌پاشی

اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند.



شکل ۱- تأثیر متقابل سطوح مختلف روی و تلقیح ریزوبیومی بر وزن هزار دانه سویا Z0- بدون محلول‌پاشی، Z1- محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ در هزار و Z2- محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار



شکل ۲- تأثیر متقابل سطوح مختلف روی و تلقیح ریزوبیومی بر عملکرد دانه سویا Z0- بدون محلول‌پاشی، Z1- محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ در هزار و Z2- محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار

نتیجه‌گیری

کودهای فسفره در استان و اینکه بیشتر این فسفر در خاک تثبیت می‌شود، استفاده از روش‌های بیولوژیکی تأمین فسفر موردنیاز سویا علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی، در جهت نیل به کشاورزی پایدار تأثیرگذار می‌باشد. همچنین تلقیح ریزوبیومی سویا نیاز نیتروژنی این گیاه را تأمین نموده و از آلودگی محیط‌زیست و آب‌های زیرزمینی جلوگیری می‌کند. با توجه به پایین بودن میزان روی قابل‌جذب خاک با محلول‌پاشی آن می‌توان عملکرد را بهبود بخشید؛ بنابراین استفاده از

بررسی اثر استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر رشد، عملکرد و کیفیت سویا نشان داد که اثر این فاکتور بر اکثر صفات مورد بررسی از جمله عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که تلقیح ریزوبیومی موجب افزایش معنی‌دار تمام اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه شد. محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. با توجه به مصرف گسترده

باکتری‌های حل‌کننده فسفر و ریزوبیوم و محلول‌پاشی با غلظت ۳ در هزار سولفات روی، توصیه می‌شود.

منابع

- ساروخانی، ا.، اولیاء، پ.، یخچالی، ب. و ملبویی، م. ۱۳۷۹. جداسازی باکتری‌های حل‌کننده فسفات از خاک‌های ایران ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، بابلسر.
- سید شریفی ر. ۱۳۸۸. گیاهان صنعتی (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی و عمیدی تبریز. ۴۲۲ صفحه.
- شیرانی‌راد، ا. ح. ۱۳۷۳. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روند رشد و صفات زراعی دو رقم کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده کشاورزی.
- صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آن‌ها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات سنا.
- یادگاری، م.، اکبری، غ. و اسدی رحمانی، ه. ۱۳۸۳. بررسی اثرات تلقیح سویا با سویه‌های مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکم بر غده بندی و تثبیت نیتروژن. مجله علوم زراعی ایران، ۶: ۳۶-۵۲.
- Alloway, B.J. 2004. Zinc in Soil and Crop Nutrition. International Zinc Association. Brussels, Belgium. Applied Biology, 12: 23-26.
- Banks, L.W. 1982. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 22(116): 226-231.
- Batjes, N.H. 1997. A world data set of derived soil properties by Fao-UNESCO soil unit for global modelling. Soil Use Management, 13(1): 9-16.
- Berglund, D.R. 2002. Soybean production field guide for North Dakota and Northwestern Minnesota.
- Cakmak, I. 2000. Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. New Phytol, 146: 185-205.
- Caliskan, S., Ozakaya, I., Caliskan, M.E., and Arslan, M. 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. Field Crops Research, 108(2): 126-132.
- Chandrasekar, B.R, Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* L. (Roxb) Link. Journal of Agricultural Technology, 1(2): 223-234.
- Chauhan, S., Titov, A., and Tomar, D.S. 2013. Effect of Potassium, Sulphur and Zinc on Growth, Yield and Oil Content in Soybean (*Glycine max* L.) in vertisols of Central India. Indian Journal of Applied Research, 3(6): 489-491.
- Elhadi, E.A., and Elsheikh, E.A.E. 1999. Effect of rhizobium inoculation and nitrogen fertilization on yield and protein content of six chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in marginal soils under irrigation. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 54(1): 57-63.
- Hungria, M.A., De O., and Megias, M. 2001. Preliminary characterization of fast growing rhizobial strains isolated from soybean nodules in Brazil. Soil Biology and Biochemistry, 33(10): 1349-1361.
- Heidarian, A.R., Kord, H., Mostafavi, K.H., Lak, A.P., and Amini Mashhadi, F. 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* L.) at different growth stages. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development, 3: 189-197.

- Maskey, S.L., and Bhattarai, S. 2001. On farm measurements of nitrogen fixation by winter & summer legumes in the hill and terai region of Nepal. *Field Crops Research*, 70: 209-210.
- Mathias, E.L., Bennett, O.L., and Lundberg, P.E. 1978. Fertilization effects on yield and N concentration of Midland bermudagrass. *Agronomy Journal*, 70(6): 973-976.
- Senaratne, R., Amornpimol, C., and Harderson, G. 1987. Effect of combined nitrogen on nitrogen fixation of soybean as affected by cultivar and Rhizobial strain. *Plant & Soil Science*, 103: 45-50.
- Singh, D., and Singh, V. 1995. Effect of potassium, zinc and sulphur on growth characters, yield attributes and yield of soybean (*Glycine max*). *Indian Journal of Agronomy*, 40(2): 223-227.
- Singh, K.K., Srinivasarao, C. and., Ali, M. 2005. Root growth, nodulation, grain yield, and phosphorus use efficiency of lentil as influenced by phosphorus, irrigation, and inoculation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 1919-1929.
- Tiwari S.C., Sharma O.P., and Sharma, P. 2006. Effect of levels and sources of zinc on yield, agronomic efficiency and nutritional value of soybean and wheat. *Seed Research*, 4: 7-14.
- Tran, T.N.S., Cao, N.D., and Truong, T.M.G. 2006. Effect of Bradyrhizobia and phosphate solubilizing bacteria application on soybean in rotational system in the MeKong delta. *Omonrice*, 14: 48-57.
- Astuti, R. I., and Wahyudi, A.T. 2010. Screening of *Pseudomonas* sp. isolated from rhizosphere of soybean plant as plant growth promoter and biocontrol agent. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6: 134-141.
- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N., and., Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 21(3): 382-385.

The effect of phosphorus solublizing bacteria, zinc spraying and inoculation with *Rhizobium japonicum* on yield, yield components of soybean (*Glycin max* L.) cv. Katul in Gonbad region

Sedigheh Ghanaei

Science Committee, Gonbad-e Qabus University of Payame Noor

Corresponding author E-mail address: s.ghanae2000@gmail.com

Received: 15.03.2016

Accepted: 05.08.2016

Abstract

In order to evaluate the effects of zinc foliar application, Rhizobium inoculation and phosphorus solublizing bacteria on soybean cv. Katul an experiment was carried out as a factorial arrangement, in an RCBD with three replications at Deland (Golestan province) in 2015. The factors comprised of zinc spraying at three levels (without spraying, 1.5 and 3 g L⁻¹ zinc sulfate), inoculation with *R. japonicum* at two levels (with and without inoculation), and inoculated with phosphorus solublizing bacteria at two levels (with and without inoculation). The results revealed that the effects of phosphorus solublizing bacteria were significant for plant height, stem diameter, number lateral branches, pod length, number of seeds per pod, number of pods per plant, 1000 seed weight, grain yield and oil per cent. Seed inoculation with Rhizobium significantly affected all traits studied with the exception of protein content and pod length, Zinc significantly affected grain yield, oil and protein content. The seed yield of psb treatment had significantly higher yield (2954 kg/ha) compared to seed yield (2752 kg/ha) of non-inoculation. Also, spraying with zinc at 3g/li had significantly higher yield (2990 kg/ha) than that of without spraying yield (2648 kg/ha).

Keywords: Oil content, Seed yield, Zinc sulfate, 1000 seed weight