

اثر باکتری‌های محرک رشد بر گره‌زایی و عملکرد روغن و پروتئین دانه سویا

منوچهر شیری جناقرد^{1*} و یعقوب راعی²

تاریخ دریافت: 92/02/07 تاریخ پذیرش: 92/11/09

1- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی

2- دانشیار، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*. مسئول مکاتبه: E-mail: manochehr_shiri@yahoo.com.au

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی نیتروژنی و فسفوری بر توان تولید گره‌های ریشه و عملکرد سویا آزمایش دو ساله‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. کودهای بیولوژیکی شامل تلقیح بذور با باکتری حل‌کننده فسفات، باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، تلقیح توام هر دو نوع باکتری و عدم تلقیح (شاهد) بودند. کودهای شیمیایی شامل 16/5 کیلوگرم در هکتار اوره + 49/5 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (33%)، 33/3 کیلوگرم در هکتار اوره + 99 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (66%)، 50 کیلوگرم در هکتار اوره + 150 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (100%) و بدون مصرف کودهای نیتروژنی و فسفوری (شاهد) بودند. گره‌زایی فقط در پلات‌هایی دیده شد که بذور آنها با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن به صورت تنها و توام تلقیح شده بودند. سطح کودی 33 درصد به طور معنی‌داری نسبت به شاهد و سایر سطوح کودی تعداد و وزن تر گره بیشتری تولید کرد و افزایش بیشتر کودهای شیمیایی موجب کاهش مقادیر آنها شد. در بذور تلقیح نیافته و تلقیح شده با باکتری حل‌کننده فسفات درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، عملکرد روغن و عملکرد دانه افزایش یافت ولی درصد روغن خیلی تحت تاثیر قرار نگرفت. در بذور تلقیح یافته با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن به صورت تنها و توام افزایش کاربرد کود شیمیایی در مقایسه با شاهد درصد پروتئین را تحت تاثیر قرار نداد ولی درصد روغن را کاهش داد. همچنین بیشترین عملکرد پروتئین، روغن و بذر در سطح 33 درصد کودی به دست آمد و کوددهی بیشتر منجر به کاهش آنها شد. به عنوان مثال عملکرد دانه برای 0، 33، 66 و 100 درصد کوددهی به ترتیب 246، 321، 252 و 214 گرم در متر مربع بود. تلقیح توام باکتری‌ها نسبت به تلقیح تنها با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن در سطح 33 درصد به طور معنی‌داری عملکردهای بیشتری تولید کرد. همچنین تلقیح تنها و توام بذور با تثبیت‌کننده نیتروژن نسبت به بذور تلقیح نیافته و تلقیح یافته با حل‌کننده فسفات عملکرد روغن، پروتئین و دانه و درصد پروتئین بیشتر ولی درصد روغن کمتری تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: باکتری، سویا، عملکرد، کود و گره‌زایی

Effect of Growth-Promoting Bacteria on Soybean Nodulation and its Oil and Protein Yields

M Shiri Jnaqrd^{1*} and Y Raei²

Received: April 27, 2013 Accepted: January 29, 2014

¹Assist Prof, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

² Assoc Prof, Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

*Corresponding author: E-mail: manochehr_shiri@yahoo.com.au

Abstract

In order to investigate the effects of biological and chemical nitrogen and phosphorous fertilizers on soybean nodulation and grain yield, a factorial experiment based on Randomized Complete Block Design with three replications was carried out at the University of Tabriz Research Farm, Iran, during 2011 and 2012. Biological fertilizer consisted of seed inoculation with phosphate solubilizing bacteria, nitrogen fixing bacteria, co-inoculation with the two types of bacteria and non-inoculated seeds (control). Chemical fertilizers were control (0%), 16.5 Kg/ha urea + 49.5 Kg/ha triple superphosphate (33%), 33.3 Kg/ha urea + 99 Kg/ha triple superphosphate (66%), 50 Kg/ha urea + 150 Kg/ha triple superphosphate (100%). Nodule production was only seen in plots that their seeds were inoculated by nitrogen fixing bacteria lonely and dually. Level of 33% chemical fertilizers significantly produced the highest number and wet weight of nodules and adding more fertilizers led to reduction their values. For seeds inoculated with phosphate solubilizing bacteria and non-inoculated, protein percent and yields of grain, protein and oil per unit were increased as increasing chemical fertilizers but oil percent not affected noticeably. For seeds inoculated with nitrogen fixing bacteria, chemical fertilizer application in contrast to control not influenced protein percent but decreased oil percent. Seeds inoculated by nitrogen fixing bacteria, produced highest grain, protein and oil yield per unit at 33% fertilization and increased fertilization reduced their values. Co-inoculated seeds produced higher yields than seeds inoculated by nitrogen fixing bacteria at 33% fertilization. Inoculated seeds by nitrogen fixing bacteria solely and dually produced more grain yield, oil yield, protein yield and protein percent and lower oil percent than seeds non inoculated and inoculated with phosphate solubilizing bacteria, but produced lower oil percent.

Keyword: *Bacteria*, Fertilizers, Nodulation, Soybean, Yield

(سان و همکاران 2006). سیج و همکاران (1979) اظهار داشتند که کاربرد مقدار کمی نیتروژن در زمان کشت شروع رشد رویشی را تحریک کرد ولی هیچ اثری بر

مقدمه

نیتروژن و بعد از آن فسفر مهمترین عناصری هستند که رشد گیاه را در صورت کمبود محدود می‌کنند

در خاک اصلاح شده با مقادیر توصیه شده نیتروژن و فسفر به همراه کاربرد باکتری توسط احمد و العباقی (2007) گزارش شده است. تلقیح توام *Pseudomonas fluorescens* با *B. Japonicum* استقرار باکتری همزیست روی ریشه‌های سویا و تعداد گره ریشه را بیشتر کرد (چبوتار و همکاران 2001). افزایش گره و رشد گیاه ماش در اثر تلقیح همزمان برخی گونه‌های *Bacillus* با *Bradyrhizobium* موثر گزارش شده است (سیندو و همکاران 2002).

هدف از این آزمایش بدست آوردن سطح مشخصی از کودهای شیمیایی نیتروژنی و فسفری بود که باکتری‌ها در آن از لحاظ توان گره‌زایی و اثر بر عملکرد کارایی بالایی داشته باشند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی 1390 و 1391 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. پتاسیم قابل جذب خاک 400 میلی‌گرم در کیلوگرم، فسفر قابل جذب 1/4 میلی‌گرم در کیلوگرم، بافت خاک شنی لومی، pH 7/45 و درصد ماده آلی 0/067 بود. با توجه به آزمون خاک و نتایج ملکوتی و غیبی (1379) 150 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل استفاده شد. چون مقدار پتاسیم در خاک کافی بود استفاده نشد. کود نیتروژنی نیز فقط به صورت استارتر و به میزان 50 کیلوگرم اوره در هکتار در نظر گرفته شد. کودهای بیولوژیکی شامل تلقیح بذور با باکتری حل کننده فسفات (PSB)، باکتری تثبیت کننده نیتروژن *Bradyrhizobium japonicum* (BJ)، تلقیح توام هر دو نوع باکتری (BJ+PSB) به همراه عدم تلقیح (شاهد) بودند. کودهای شیمیایی شامل 16/5 کیلوگرم در هکتار اوره + 49/5 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (33%)، 33/3 کیلوگرم در هکتار اوره + 99 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (66%)، 50 کیلوگرم در هکتار

عملکرد سویا نداشت. برعکس استارلینگ و همکاران (2000) نشان دادند که وقتی نیتروژن به صورت استارتر داده شد رشد و عملکرد دانه سویا بیشتر بود. کوددهی فسفر عملکرد دانه سویا را در سیستم‌های بدون شخم و خاکهایی با سطح فسفر کم (بیشنوی و همکاران 2007) افزایش داد. پرادهان و همکاران (1995) اظهار داشتند که 30 تا 40 کیلوگرم در هکتار کود فسفری حداکثر عملکرد سویا را تولید کرد. جایپائول و قانساراجا (1990) بیشترین افزایش عملکرد و اجزای عملکرد سویا را در 120 کیلوگرم در هکتار مشاهده کردند. آرگاو (2012) اثر غیرمعنی‌دار کوددهی فسفری به میزان 46 کیلوگرم P_2O_5 بر تعداد بذر در بوته، وزن هزار دانه، تعداد نیام و عملکرد دانه سویا را گزارش کرد. با وجود مزایای فراوان کودهای شیمیایی، مصرف بی رویه و نامتعادل آنها (اشرف امیری‌نژاد 1385 و خزاعی و همکاران 1387) منجر به بروز مشکلات اقتصادی و زیست محیطی فراوانی شده است که استفاده از کودهای بیولوژیک را مورد توجه قرار داده است (حق پرست تنها 1372). سویا به عنوان یک لگوم ظرفیت تثبیت 65 تا 180 کیلوگرم در هکتار نیتروژن را دارد (تیسدل و همکاران، 1990) که به شرایط خاکی، عرضه نیتروژن (شیمامورا و همکاران 2002) و فسفر (گان و همکاران 2002) بستگی دارد. اگر نژادهای سازگار ریزوبیوم استفاده شود بیش از 80 درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق بیولوژیکی تامین می‌شود (هونگاری و همکاران 2005). قرار دادن کود نیتروژنی پایین‌تر از قسمتی که گره‌ها فراوان‌تر هستند اثر ممانعتی نیتروژن بر ایجاد گره در سویا را از بین می‌برد (تواری و همکاران 2002). محققان گزارش کردند که نیتروژن معدنی، عملکرد را افزایش ولی گره زایی و تثبیت نیتروژن را در نخود (سلیمان و ربانی 2003) و سویا (سلیمان و حسین 2006) کاهش داد. ولی طاهر و همکاران (2009) اظهار داشتند که افزایش کود نیتروژن بر تعداد و وزن خشک گره سویا بی‌تاثیر بود. افزایش تعداد و وزن تر گره و عملکرد باقلا

نتایج و بحث

درجه‌بندی گره‌های ریشه

اثر تیمار بر درجه‌بندی گره‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 2).

جدول 2- تجزیه واریانس صفات درجه‌بندی و وزن تر گره‌ها

| میانگین مربعات | | | منابع تغییرات |
|----------------|----------|-------|---------------|
| وزن تر | درجه - | درجه | |
| گره | بندی گره | آزادی | |
| 0/27 | 0/18 | 1 | سال |
| 0/08 | 0/22 | 4 | خطای آزمایشی |
| 0/81** | 4/64** | 7 | تیمار |
| 0/18** | 0/14 | 7 | سال × تیمار |
| 0/03 | 0/21 | 28 | خطای آزمایشی |
| 7/83 | 12/33 | | ضریب تغییرات |

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

در بذور تلقیح یافته با باکتری BJ بالاترین درجه-بندی گره در سطح 33 درصد کاربرد کودهای شیمیایی مشاهده شد و شاهد رتبه دوم و سطوح 66 و 100 درصد رتبه سوم را احراز کرد. وقتی بذور توام با هر دو نوع باکتری تلقیح یافت، سطوح 33 و 66 درصد به‌طور مشترک بالاترین درجه‌بندی گره را داشتند و به دنبال آن شاهد در رتبه دوم و سطح 100 درصد کودهای شیمیایی در رده سوم قرار گرفت. افزایش کوددهی از 33 درصد منجر به کاهش گره‌بندی در بذور تلقیح یافته با BJ و PSB+BJ شد (شکل 1). تعداد گره بعد از تلقیح تنهای بذور سویا با *Bradyrhizobium* (آگام‌بردیوا و همکاران 2004) و تلقیح دوجانبه بذور نخود و عدس با *Bacillus* و *Rhizobium* (میشرا و همکاران 2009) افزایش معنی‌داری یافت. کاهش گره‌بندی در اثر کاربرد کود نیتروژنی در سویا به وسیله سلیمان و حسین (2006) گزارش شده است. همچنین طاهر و همکاران (2009) بیشترین تعداد گره سویا را در تیمار تلقیح بذور با

اوره + 150 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (100%) و بدون مصرف کودهای نیتروژنی و فسفری (شاهد) بودند. کود بیولوژیکی *B. japonicum* از شرکت بیوتکنولوژی مهر آسیا و کود بیولوژیکی حل‌کننده فسفات با نام تجاری بارور 2 از شرکت بیوتکنولوژی سبز تهر شد. در هر دو نوع کود تعداد 10^8 باکتری در هر گرم وجود داشت. بذور با توجه به توصیه‌های روی بسته کودهای بیولوژیکی تلقیح شدند. هر پلات شامل 5 ردیف با فاصله ردیف‌های 50 سانتی‌متری و به طول 5 متر بود. تراکم بوته‌ها بعد از تنک کردن در حدود 40 بوته در متر مربع حفظ شد. در مرحله اوایل پر شدن بذر 3 بوته از هر کرت برداشت و تعداد گره‌های ریشه بر اساس روش وینسنت (1982) (جدول 1) و وزن آنها با ترازوی حساس تعیین گردید. عملکرد دانه با برداشتن 40 بوته و تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه با برداشت 10 بوته تعیین شد. چون فقط پلات‌هایی که بذور کشت شده آنها با BJ و PSB + BJ تلقیح یافته بودند، منجر به تولید گره در ریشه شد و عملاً نصف پلات‌ها گره تولید نکردند، بنابراین، تعداد و وزن گره‌ها به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شد.

جدول 1- نحوه تعیین درجه‌بندی گره‌های ریشه

| رتبه‌بندی گره | توزیع و تعداد گره‌های موثر در | |
|---------------|-------------------------------|----------|
| | تاج ریشه | جای دیگر |
| 0 | 0 | 0 |
| 0/5 | 0 | 1-4 |
| 1 | 0 | 5-9 |
| 1/5 | 0 | >10 |
| 2 | کم | 0 |
| 2/5 | کم | کم |
| 3 | زیاد | 0 |
| 4 | زیاد | کم |
| 5 | زیاد | زیاد |

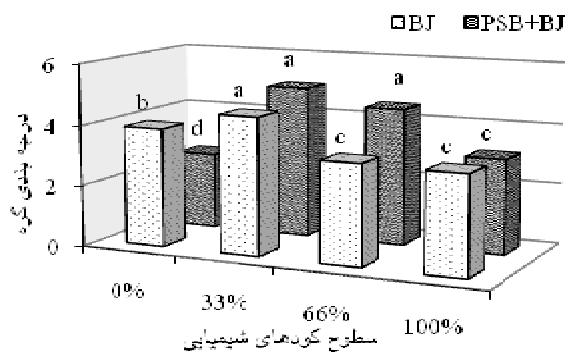
آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC به روش چند دامنه‌ای دانکن و رسم شکل‌ها با اکسل انجام شد.

شاهد در رده سوم قرار گرفت. وزن گره‌ها در هر دو سال کاربرد کودها به میزان بیشتر از 33 درصد وزن تر گره را کاهش داد (شکل 2). با توجه به اینکه اثر متقابل نتیجه تغییر در مقدار بوده و نه تغییر در رتبه، در نتیجه روند تغییرات در طی دو سال یکسان می‌باشد. جاوید و همکاران (2002) گزارش کردند که نژادهای *B. japonicum* بطور موثری تعداد و بیوماس گره را در خاکهای اصلاح نشده و اصلاح شده با مقادیر توصیه شده نیتروژن و فسفر افزایش داد. افزایش وزن تر گره را در خاک اصلاح شده با مقادیر توصیه شده نیتروژن و فسفر به همراه کاربرد باکتری توسط احمد و العباقی (2007) نیز گزارش شده است. کودهای زیستی همانند تمام موجودات زنده دامنه بردباری مشخصی نسبت به عوامل اکولوژیکی از جمله عناصر غذایی خاک داشته و در مقادیر مشخصی از عناصر فعالیت بهتری دارند. برای همین، افزایش مقادیر کودی از 0 به 33 درصد منجر به بهبود گره‌زایی شد ولی با افزایش بیشتر مقادیر کودی به 66 و 100 درصد، وزن گره‌ها کاهش یافت (شکل 2). بنابراین در تحقیق کنونی سطح 33 درصد کودی منجر به واکنش بهتر کود زیستی *B. japonicum* شده است.

عملکرد دانه در متر مربع

عملکرد دانه در متر مربع به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر کود بیولوژیکی، کود شیمیایی و اثر متقابل کود بیولوژیکی × کود شیمیایی قرار گرفت (جدول 3). مقایسه میانگین اثر متقابل کود بیولوژیکی × کود شیمیایی در

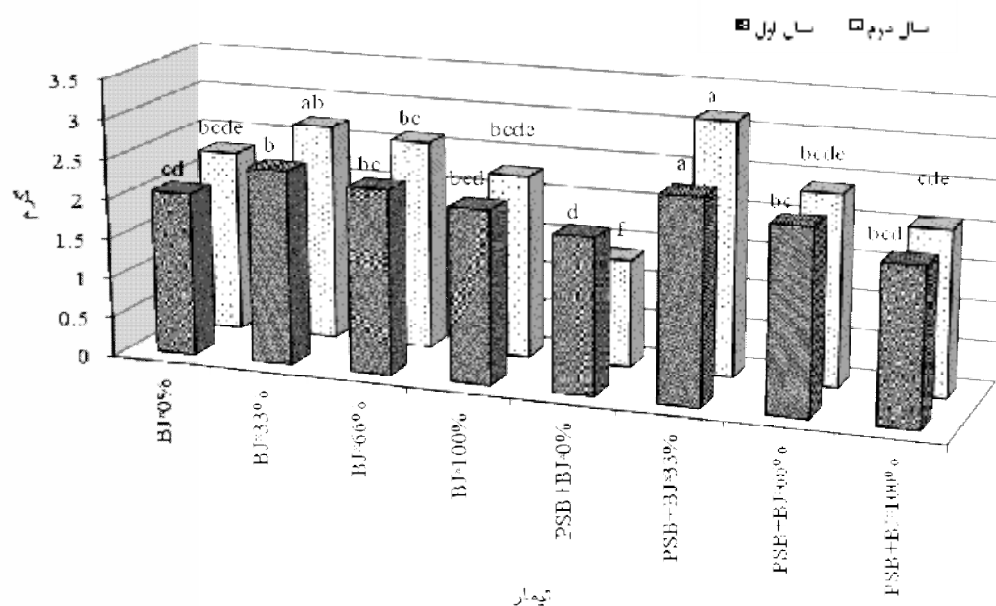
Rhizobium + 25 کیلوگرم نیتروژن + 90 کیلوگرم فسفر در هکتار گزارش کردند.



شکل 1- درجه‌بندی گره‌ها تحت تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.

وزن تر گره

وزن تر گره تحت تاثیر سال × تیمار قرار گرفت (جدول 2). در سال اول وقتی بذور با باکتری BJ تلقیح شدند، سطح 33 درصد کودهای شیمیایی نسبت به شاهد بیشترین وزن تر گره را تولید کرد ولی تفاوت معنی‌داری با سطح 66 و 100 درصد نداشت. وقتی بذور با هر دو نوع باکتری تلقیح شدند، سطح 33 درصد بیشترین وزن تر را تولید کرد که در مقایسه با شاهد و دو سطح دیگر برتری معنی‌داری داشت. وزن تر گره در سطح 66 درصد برتری معنی‌داری از شاهد داشت ولی با سطح 100 درصد اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. تلقیح بذر با PSB + BJ در سطح 33 درصد کاربرد کود نسبت به تلقیح بذر با BJ وزن تر گره را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در سال دوم نیز وقتی بذور با باکتری BJ تلقیح شد، بیشترین وزن تر گره به سطح 33 درصد کاربرد کود اختصاص یافت ولی تفاوت آماری معنی‌داری از سطوح دیگر و شاهد نداشت. ولی وقتی ترکیب دو نوع باکتری به عنوان مایه تلقیح استفاده شد، سطح 33 درصد کود با بیشترین وزن تر گره رتبه اول را داشت و به دنبال آن سطوح 66 و 100 درصد به‌طور مشترک در رده دوم و



شکل 2- وزن تر گره‌های ریشه‌ای تحت تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشند.

سوم را احراز کرد. بذور تلقیح شده با باکتری BJ و PSB + BJ در تمام سطوح کود شیمیایی نسبت به تلقیح PSB و عدم تلقیح به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه بیشتری تولید کردند. در ریشه گیاهان حاصل از بذور تلقیح نشده و تلقیح یافته با PSB به علت نبود باکتری *B. japonicum* در خاک گره‌های ریشه‌ای که تا 80 درصد نیاز گیاهان به نیتروژن، عامل مهم در رشد و عملکرد، را تامین می‌کند تشکیل نیافت و در نتیجه عملکرد کمتری نسبت به تلقیح با BJ و PSB+BJ داشتند. تحقیقات نیز نشان داده که اگر خاک باکتری موثر را نداشته باشد تلقیح بذور میتواند عملکرد را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشد. واسول و همکاران (2003) بهبود وزن گره‌ها و عملکرد دانه سویا را در اثر تلقیح همزمان با *B. japonicum* و باکتری حل کننده فسفات *Pseudomonas Striata* گزارش کرده است. الشراوی و همکاران (2011) گزارش کردند که اثر مفید *B. japonicum* بر عملکرد دانه با کاهش سطوح کود

در بذور تلقیح نشده با باکتری سطوح 100 و 66 درصد کاربرد کودهای شیمیایی به‌طور معنی‌داری عملکرد بیشتری از سطح 33 درصد و شاهد تولید کردند. برای بذور تلقیح شده با باکتری PSB افزایش کاربرد کود شیمیایی منجر به بهبود عملکرد دانه شد و سطح 100 درصد و شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را تولید کردند. افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد کود استارتر نیتروژن (استارلینگ و همکاران 2000) و کود فسفوری (بیشنوی و همکاران 2007) گزارش شده است. وقتی که بذور با باکتری BJ تلقیح شدند، سطح 33 درصد کودهای شیمیایی به‌طور معنی‌داری بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد و شاهد و دو سطح دیگر به‌طور مشترک در رده دوم قرار گرفتند. در تلقیح همزمان بذور با باکتری‌های BJ و PSB نیز سطح 33 درصد کاربرد کود بیشترین عملکرد را تولید کرد و سطح 66 درصد و شاهد به‌طور مشترک رده دوم و سطح 100 درصد رتبه

وقتی بذر سویا با *Rhizobium* تلقیح شد، کاربرد کود نیتروژن در مقادیر 0، 25 و 50 کیلوگرم در هکتار بر درصد پروتئین دانه سویا بی‌تاثیر بود. همچنین آنها نشان دادند که وقتی بذر سویا با *Rhizobium* تلقیح شد، اضافه کردن کود فسفر به میزان 90 کیلوگرم در مقایسه با عدم کوددهی فسفر سبب کاهش غیرمعنی‌داری در درصد پروتئین شد (طاهر و همکاران، 2009).

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس درصد روغن در جدول 3 و مقایسه میانگین مربوطه در شکل 5 نشان داده شده است.

برای بذور تلقیح نشده با باکتری‌ها، برخلاف سطوح کودی 100 و 66 درصد که به طورمعنی‌داری درصد روغن را نسبت به شاهد کاهش دادند، کاربرد 33 درصد کود شیمیایی نسبت به شاهد اثر معنی‌داری بر درصد روغن نداشت. هام و همکاران (1975) و طاهر و همکاران (2009) اثر پخش کود نیتروژن قبل از کاشت سویا بر درصد روغن دانه را بی‌تاثیر دانستند. ولی افزایش روغن دانه سویا در اثر کاربرد کود فسفری به-وسیله محققان مختلفی از جمله اسرایل و همکاران (2007) و حک و مالارینو (2005) گزارش شده است. شاهد و سطوح 33 و 66 درصد کاربرد کود شیمیایی هیچ تاثیر معنی‌داری بر درصد روغن بذور تلقیح یافته با PSB نداشتند ولی سطح 100 درصد کود به‌طورمعنی-داری آن را کاهش داد. برای بذور تلقیح یافته با BJ بیشترین درصد روغن در سطح 33 درصد کاربرد کود به دست آمد و سطوح دیگر و شاهد در رده دوم قرار گرفتند. وقتی بذور به صورت توام با BJ و PSB تلقیح شدند، افزایش کود شیمیایی اثر قابل‌توجهی بر درصد روغن نگذاشت و همه سطوح کاربرد کود شیمیایی درصد روغن مشابهی نشان دادند. تلقیح همزمان دو باکتری نسبت به تلقیح با BJ هیچ برتری ملموسی نداشت ولی وقتی بذور با BJ تلقیح شد، چه به صورت تنها و چه

نیتروژنی بهبود یافت و بیشترین اثربخشی در کمترین مقدار کود به دست آمد. چون افزایش مقدار کود باعث کاهش تعداد و وزن گره‌ها شده در نتیجه گیاه با محدودیت کمبود نیتروژن مواجه خواهد شد. درصد پروتئین

وقتی بذور با هیچ یک از باکتری‌ها تلقیح نشد، کاربرد کودهای شیمیایی نسبت به عدم کاربرد آنها درصد پروتئین را به‌طور معنی‌داری افزایش داد به-طوری‌که شاهد کمترین و سطح 100 درصد بیشترین مقدار را داشت (شکل 4). افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه با کاربرد کود نیتروژن قبل از کشت به-وسیله طاهر و همکاران (2009) گزارش شده است. در بذور تلقیح یافته با باکتری PSB سطح 33 درصد نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان نداد ولی سطوح 66 و 100 درصد نسبت به شاهد و سطح 33 درصد کود شیمیایی درصد پروتئین را افزایش معنی‌داری داد. افزایش پروتئین دانه سویا در اثر کاربرد کود فسفری گزارش شده است (گایدو و آریوتز 1983 و حک و مالارینو 2005). اما طاهر و همکاران (2009) گزارش کردند که افزایش درصد پروتئین دانه سویا با کاربرد فسفر به میزان 90 کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد معنی‌دار نبود. در تمام سطوح کود شیمیایی، درصد پروتئین برای بذور تلقیح یافته با PSB و تلقیح نشده از نظر آماری یکسان بود. وقتی بذور به صورت تنها با BJ یا توام با BJ + PSB تلقیح شدند، افزایش کود شیمیایی اثر قابل‌توجهی بر درصد پروتئین نگذاشت و همه سطوح کاربرد کود شیمیایی درصد پروتئین مشابهی داشتند ولی نسبت به تلقیح با PSB و عدم تلقیح در سطوح مختلف کودی برتری داشتند. تلقیح تنها و دوجانبه باکتری *Bacillus* تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفر به‌طور معنی‌داری محتوای پروتئین بذر نخود را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد و این افزایش برابر یا بیشتر از تیمارهای کودی N، P و NP بود (الکوجا و همکاران، 2008). طاهر و همکاران گزارش کردند که

و کمترین عملکرد پروتئین را کاربرد 33 و 100 درصد کود تولید کردند و شاهد تفاوت معنی‌داری با سطح 66 درصد نداشت. سطوح BJ و PSB + BJ در مقایسه با بذور تلقیح نشده و سطح PSB برتری معنی‌داری از نظر تولید پروتئین در واحد سطح نشان دادند. گیاهان تلقیح شده با نژادهای *Rhizobium* موثر به‌طور معنی‌داری بیشترین عملکرد پروتئین ماش را نسبت به تیمار شاهد تولید کردند (دلیک و همکاران، 2009). تلقیح تنها و دو جانبه باکتری تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفر به‌طور معنی‌داری محتوای پروتئین بذر نخود را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد و این افزایش برابر یا بیشتر از تیمارهای کودی N، P و NP بود (الکوجا و همکاران، 2008).

عملکرد روغن در واحد سطح

تجزیه واریانس عملکرد پروتئین در جدول 3 و مقایسه میانگین مربوطه در شکل 7 نشان داده شده است.

در بذور تلقیح نشده با کودهای بیولوژیکی، سطح 100 و 66 درصد کاربرد کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری بیشترین عملکرد روغن را در مقایسه با سطح 33 درصد و شاهد که باهم اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند، تولید کردند. کاربرد کود فسفری باعث افزایش کم در روغن و افزایش بیشتر در عملکرد دانه سویا می‌شود. بنابراین، افزایش عملکرد دانه در هکتار عامل اصلی افزایش تولید روغن و پروتئین کل می‌باشد (حک و مالارینو، 2005) در سطح PSB کود بیولوژیکی کاربرد کود شیمیایی به میزان 66 و 100 درصد برخلاف سطح 33 درصد عملکرد روغن را نسبت به شاهد بهبود بخشید. عملکرد روغن در واحد سطح در سطوح 66 و 100 درصد کود شیمیایی برای بذور تلقیح شده با PSB کمتر از بذور تلقیح نشده بود ولی در سطح 33 درصد و شاهد عملکردها برابر بودند. وقتی بذور با BJ تلقیح شدند، سطح 33 درصد بیشترین عملکرد را تولید کرد و

به صورت همزمان با PSB، درصد روغن کمتری از بذور تلقیح نشده و تلقیح شده با PSB تولید کردند. طاهر و همکاران (2009) گزارش کردند که وقتی بذر سویا با *Rhizobium* تلقیح شد، کاربرد کود نیتروژن در مقادیر 0، 25 و 50 کیلوگرم در هکتار بر درصد روغن بذر سویا بی‌تاثیر بود. همچنین آنها نشان دادند که وقتی بذر سویا با *Rhizobium* تلقیح شد، اضافه کردن کود فسفر به میزان 90 کیلوگرم در مقایسه با عدم کوددهی فسفر سبب کاهش غیرمعنی‌داری در درصد روغن دانه شد (طاهر و همکاران، 2009).

عملکرد پروتئین در واحد سطح

تجزیه واریانس عملکرد پروتئین در جدول 3 و مقایسه میانگین مربوطه در شکل 6 نشان داده شده است.

وقتی بذور تلقیح نیافتند، سطوح 100 و 66 درصد کاربرد کود شیمیایی نسبت به سطح 33 درصد و شاهد، که اختلاف معنی‌داری از هم نداشتند، به‌طور قابل توجهی عملکرد پروتئین بیشتری تولید کردند. کاربرد کود فسفری باعث افزایش کم در روغن و پروتئین و افزایش بیشتر در عملکرد دانه سویا می‌شود. بنابراین، افزایش عملکرد دانه در هکتار عامل اصلی افزایش تولید روغن و پروتئین کل می‌باشد (حک و مالارینو، 2005). برای بذور تلقیح یافته با باکتری PSB، کاربرد 33 درصد کود شیمیایی عملکرد پروتئین را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش نداد ولی کاربرد بیشتر کود شیمیایی برتری معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. تلقیح بذور با PSB در مقایسه با عدم تلقیح به جز در سطح 66 درصد کود شیمیایی که بذور تلقیح نیافته بهتر بودند، اختلاف آماری معنی‌داری از هم نداشتند. شاهد و سطوح 33 و 66 درصد کاربرد کود شیمیایی اختلاف آماری معنی‌داری در بذور تلقیح یافته با BJ نداشتند و بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب به سطح 33 و 100 درصد تعلق گرفت. در سطح PSB + BJ کود بیولوژیکی بیشترین

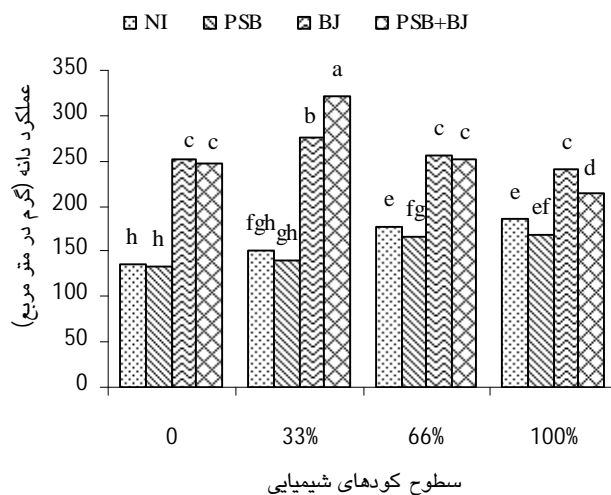
در شاهد و سطوح 33 و 66 درصد کود شیمیایی، تلقیح بذرها با باکتری BJ و PSB + BJ در مقایسه با بذور تلقیح شده با PSB و تلقیح نشده عملکرد روغن بیشتری تولید کردند.

سطوح 66 و 100 درصد و شاهد اختلاف معنی‌داری از هم نداشتند. سطح 33 درصد کاربرد کود در بذور تلقیح شده با PSB + BJ به‌طور معنی‌داری بیشترین عملکرد را تولید کرد و به دنبال آن سطح 66 درصد و شاهد در رتبه دوم و سطح 100 درصد در رده سوم قرار گرفتند.

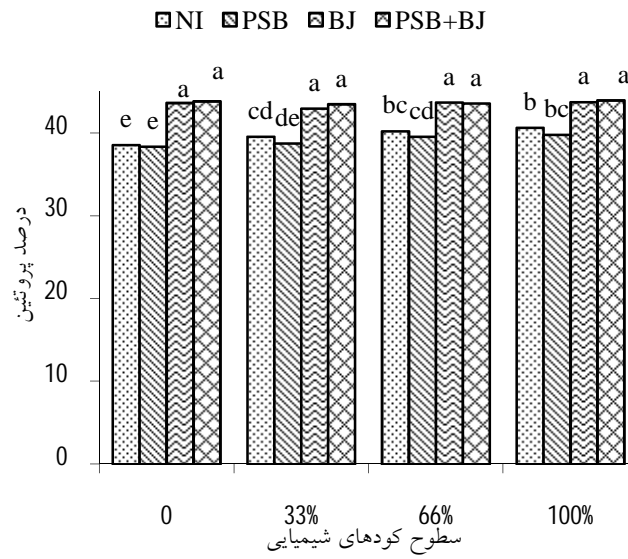
جدول 3- تجزیه واریانس مربوط به صفات شاخص برداشت، عملکرد روغن و پروتئین

| میانگین مربعات | | | | | منابع تغییرات |
|-------------------------|--------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------------------|
| عملکرد دانه در متر مربع | درصد پروتئین | درصد روغن | عملکرد پروتئین | عملکرد روغن | |
| 537/28 | 0/032 | 0/18 | 144/80 | 23/91 | سال |
| 1626/67 | 11/41 | 4/55 | 266/17 | 45/01 | تکرار (سال) |
| 82759/4** | 141/21** | 23/35** | 20524/66** | 1574/94* | کود بیولوژیکی |
| 4022/19** | 4/79 | 1/27** | 710/68* | 129/63** | کود شیمیایی |
| 4815/52** | 1/29* | 0/28** | 904/72** | 132/70** | کود بیولوژیکی × کود شیمیایی |
| 433/9 | 1/63 | 0/31 | 97/60 | 16/89 | سال × کود بیولوژیکی |
| 64/32 | 1 | 0/025 | 26/04 | 1/48 | سال × کود شیمیایی |
| 357/12 | 0/27 | 0/047 | 58/44 | 11/55 | سال × کود بیولوژیکی × کود شیمیایی |
| 265/06 | 12/22 | 3/39 | 55/77 | 8 | خطای آزمایشی |
| 7/86 | 8/4 | 10/76 | 8/57 | 8/09 | ضریب تغییرات |

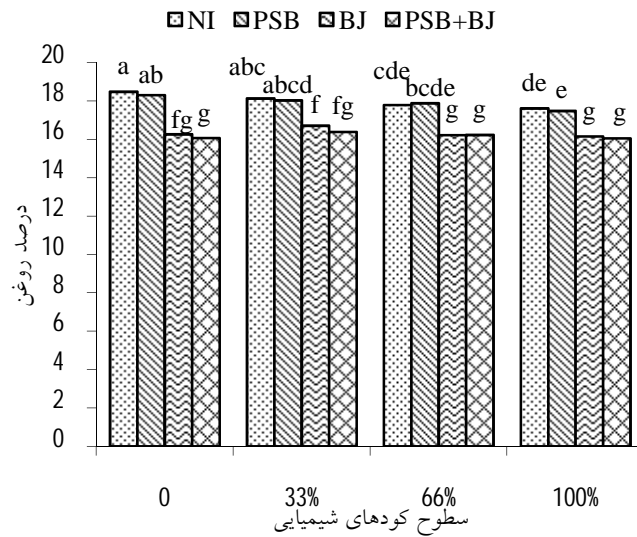
** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد



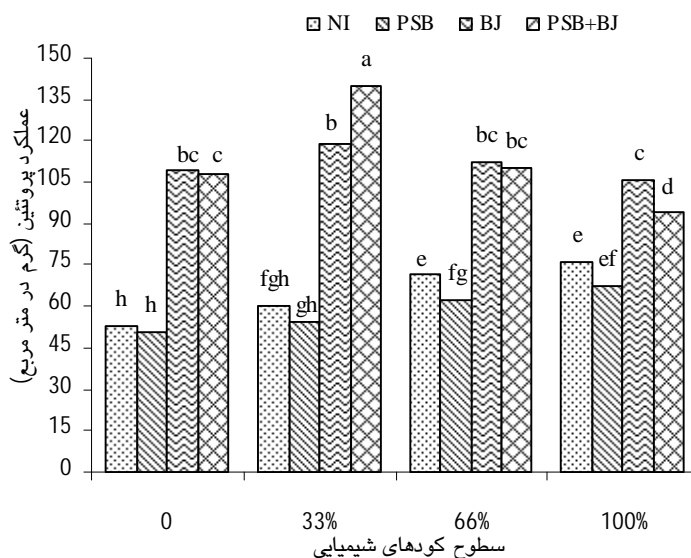
شکل 3- عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.



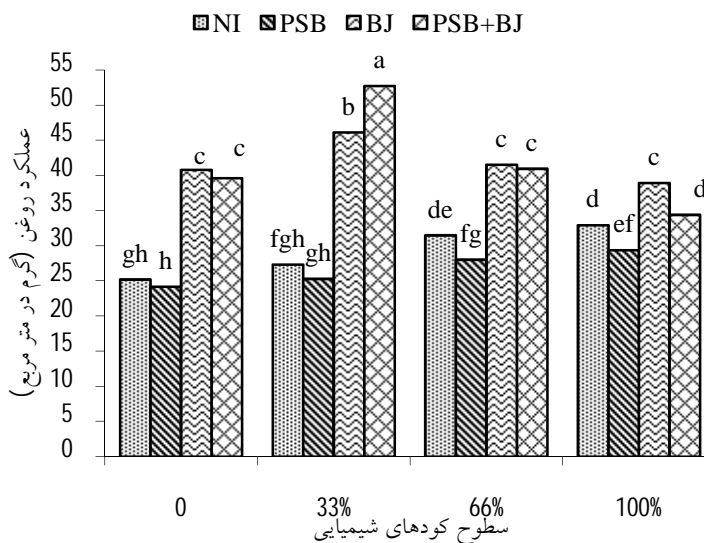
شکل 4- درصد پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشند.



شکل 5- درصد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشند.



شکل 6- عملکرد پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشند.



شکل 7- عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی. حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشند.

باکتری حل کننده فسفات بیشترین کارایی را در سطح 33 درصد کوددهی نشان دادند و اعمال بیشتر کود از کارایی آنها کم کرد. همچنین تلقیح بذور با باکتری تثبیت کننده نیتروژن چه به صورت تنها و چه به صورت توأم برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به بذور تلقیح یافته با باکتری حل کننده فسفات و عدم تلقیح داشتند.

نتیجه گیری کلی

افزایش کوددهی نیتروژنی و فسفوری در بذور تلقیح نیافته و تلقیح یافته با باکتری حل کننده فسفات عملکرد روغن، پروتئین و دانه را افزایش داد. تلقیح بذور با باکتری حل کننده فسفات نسبت به عدم تلقیح برتری خاصی نشان نداد. بذور تلقیح یافته با باکتری تثبیت کننده نیتروژن چه به صورت تنها و چه به صورت توأم با

منابع مورد استفاده

- اشرف امیری نژاد ع، 1385. کودهای زیستی. مجله زیتون، جلد 3، شماره 155، صفحه‌های 16 تا 21.
- حق پرست تنها م، 1372. خاک‌زیان و خاک‌های زراعی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، 342 صفحه.
- خزاعی حر پارسا م و حسین پناهی ف، 1387. اثرات تلقیح نژادهای بومی ریزوبیوم بر گره‌زایی ژنوتیپ‌های دسی و کابلی نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت رژیم‌های مختلف رطوبتی در مرحله رشد رویشی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 6، شماره 1، صفحه‌های 89 تا 96.
- ملکوتی مچ و غیبی من، 1379. تعیین سطح بحرانی عناصر غذایی ضروری در خاک، گیاه و میوه به منظور افزایش محصولات استراتژیک. وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و گسترش کشاورزی، بخش منابع نیروی انسانی.
- Ahmed MA and El-Abagy HMH, 2007. Effect of bio and mineral Phosphorus Fertilizer on the growth, productivity and nutritional value of some faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars in newly cultivated land. J Appl Sci Res 3: 408-420.
- Argaw A, 2012. Evaluation of co-inoculation of *bradyrhizobium japonicum* and phosphate solubilizing *pseudomonas spp.* effect on Soybean (*Glycine max* L. (Merr.)) in Assossa area. J Agr Sci Tech 14: 213-224.
- Bishnoi UR, Kaur G and Khan MH, 2007. Calcium, phosphorus, and harvest stages effects soybean seed production and quality. J Plant Nutr 30: 2119-2127.
- Chebatar VK, Asis CA and Asao S, 2001. Production of growth-promoting substances and high colonization ability of rhizobacteria enhance the nitrogen fixation of soybean when co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum*. Biol Fert Soil 4: 427-432.
- Delić D, Stajković O, Kuzmanović Đ, Rasulić N, Knežević-Vukčević J and Miličić B, 2009. The effects of rhizobial inoculation on growth and yield of *Vigna mungo* L. in: Serbian soils. Biotech Anim Husb 25: 1197-1202.
- Egamberdiyeva D, Qarshieva D and Davranov K, 2004. Growth and yield of soybean varieties inoculated with *Bradyrhizobium spp* in N-deficient calcareous soils. Biol Fert Soils 40: 144-146.
- Elkoca E, Kantar F and Sahin F, 2008. Influence of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on the nodulation, plant growth, and yield of chickpea. J Plant Nutr 31: 157-171.
- El-Shaarawi AI, Sabh AZ, Abou-Taleb SM and Ghoniem AE, 2011. Effect of inorganic nitrogen and *bradyrhizobium japonicum* inoculation on growth and yield of soybean. Aust J Basic & Appl Sci 5: 436-447.

- Gan Y, Stulen I, Van Keulen H and Kuiper PJC, 2002. Physiological changes in soybean (*Glycine max*) in response to N and P nutrition. *Ann Appl Biol* 140: 319–29.
- Gaydou EM and Arrivets J, 1983. Effects of phosphorus, potassium, dolomite, and nitrogen fertilization on the quality of soybean - yields, proteins, and lipids. *J Agric Food Chem* 31:765-769.
- Ham GE, Liener IE, Evans SD, Frazier RD and Nelson WW, 1975. Yield and composition of soybean seed as affected by N and S fertilization. *Agron J* 67: 293–297.
- Haq MU and Mallarino AP, 2005. Response of soybean grain oil and protein concentrations to foliar and soil fertilization. *Agron J* 97:910-918.
- Hungria, M., Loureiro, M., Mendes, I., Campo, R. and Graham, P. 2005. Inoculant preparation, production and application. In: Werner, D. and Newton, W. (eds.). *Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment*. Springer Netherlands, pp. 223-253.
- Israel DW, 1987. Investigations of the role of the phosphorus in symbiotic nitrogen fixation. *Plant Physiol* 84: 835-840.
- Javaid A, Anjum T and Bajwa R, 2002. EM and VAM technology in Pakistan. XII: growth, nodulation and VA mycorrhizal response of *Phaseolus vulgaris* to long-term EM application. *Pak J Phytopathol* 14: 57-61.
- Jayapaul P and Ganeshraja V, 1990. Studies on response of soybean varieties to nitrogen and phosphorus. *Ind J Agron* 35: 329-330.
- Mishra PK, Mishra S, Selvakumar G, Bisht JK, Kundu S and Gupta HS, 2009. Coinoculation of *Bacillus thuringiensis*-KR1 with *Rhizobium leguminosarum* enhances plant growth and nodulation of pea (*Pisum sativum* L.) and lentil (*Lens culinaris* L.). *World J Microbiol Biotech* 25: 753-761.
- Pradhan L, Rout D and Mohapatra BK, 1995. Response of soybean (*Glycine max* L.) to nitrogen and phosphorus. *Ind J Agron* 40: 305-306.
- Shimamura S, Mochizuki T, Nada Y and Fukuyama M, 2002. Secondary aerenchyma formation and its relation to nitrogen fixation in root nodules of soybean plants (*Glycine max*) grown under flooded conditions. *Plant Pro Sci* 5: 320–322.
- Sij JW, Turner FT and Craigmiles JP, 1979. Starter nitrogen fertilization in soybean culture. *Commun Soil Sci Plant Anal* 10: 1451–1457.
- Sindhu SS, Suneja S, Goel AK, Parmer NK and Dadarwal R, 2002. Plant growth promoting effects of *Pseudomonas* sp. on co inoculation with *Mesorhizobium* sp. Cicer strain under sterile and wilt sick soil conditions. *Appl Soil Ecol* 19: 57-64.
- Solaiman ARM and Hossain D, 2006. Effectiveness of *Bradyrhizobium japonicum* strains on soybean at field condition. *Bull Inst Trop Agric Kyushu Univ* 29: 11-20.
- Solaiman ARM and Rabbani MG, 2003. Performance of pea (*Pisum sativum*) as affected by *Rhizobium* inoculant, N, P and Mo application. *Bangladesh J Soil Sci* 27-29: 13-22.

- Son TTN, Diep CN and Giang TTM, 2006. Effect of bradyrhizobia and phosphate solubilizing bacteria application on soybean in rotational system in the Mekong delta. *Omonrice* 14:48-57.
- Starling ME, Wood CW and Weaver DB, 2000. Late-planted soybeans respond to nitrogen starter. *Fluid J* 28: 26–30.
- Tahir M.M, Abbasi MK, Rahim N, Khaliq A and Kazmi MH, 2009. Effect of *rhizobium* inoculation and NP fertilization on growth, yield and nodulation of soybean (*Glycine max* L.) in the sub-humid hilly region of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Afr J Biotechnol* 8: 6191-6200.
- Tewari K, Suganuma T, Fujikake H, Ohtake N, Sueyoshi K, Takahashi Y. and Ohyama T, 2002. Effect of deep placement of calcium cyanamide, coated urea, and urea on soybean (*Glycine max* (L.)Merr.) seed yield in relation to different inoculation methods. *Soil Sci Plant Nutr* 48: 855-863.
- Tisdale SL, Nelson WL and Beaton JD, 1990. Soil fertility and fertilizers. Macmillan Publishing Company, New York, USA.
- Vincent JM, 1982. Nitrogen Fixation in Legumes. Sydney, Academic Press.
- Wasule DL, Wadyalkar SR and Buldeo AN, 2003. Effect of phosphate solubilizing bacterial on role of Rhizobium on nodulation by soybean. pp.139-142. In: Velázquez E (ed.). First international meeting on microbial phosphate solubilization. Salamanca, Spain.