

تأثیر مقادیر کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های PGPR بر عملکرد، کارایی مصرف کود، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه سویا در کشت دوم

سیده محدثه ابطحی^{1*}، رئوف سیدشریفی²، فرشید قادری³

تاریخ دریافت: 92/3/18 تاریخ پذیرش: 93/5/4

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اردبیل
- 2- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
- 3- استادیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان - گرگان

*مسئول مکاتبه: Mohadeseh.abtahi@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، کارایی مصرف کود، سرعت و دوره موثر پر شدن سویا، آزمایشی در سال زراعی 1390 در 25 کیلومتری شهرستان گرگان واقع در استان گلستان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل مقادیر مختلف کود نیتروژنه از منبع اوره در چهار سطح (بدون مصرف کود و مصرف 25، 50، 75 کیلوگرم اوره در هکتار) و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در پنج سطح (عدم تلقیح، تلقیح بذر با سودوموناس پوتیدا سویه‌های 41 و 186، ازتوباکتر کروکوکوم استرین 5 و برادی ریزوبیوم جاپونیکوم) بودند. نتایج نشان داد که مقادیر کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، ارتفاع بوته و تمامی پارامترهای پر شدن دانه داشت. حداکثر عملکرد دانه، سرعت و طول دوره پر شدن دانه در مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار و تلقیح بذر با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم برآورد گردید. تلقیح بذر با باکتری‌های ریزوبیومی و محرک رشد سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن نسبت به عدم تلقیح گردید. البته بیشترین کارایی مصرف کود به تلقیح بذر با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم تعلق داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین کارایی در مصرف 25 کیلوگرم اوره در هکتار در تلقیح بذر با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و کم‌ترین آن در مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار در حالت عدم تلقیح بذر با باکتری‌ها بدست آمد. به نظر می‌رسد به منظور افزایش عملکرد و دیگر صفات مورد بررسی (به جز کارایی مصرف کود) می‌توان پیشنهاد نمود که 75 کیلوگرم اوره در هکتار در تلقیح بذر با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم در کشت دوم سویا به کار برده شود.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، برادی ریزوبیوم، سودوموناس، سویا، کود نیتروژنه، عملکرد

Influence of Nitrogen Fertilizer Rates and Seed Inoculation with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield, Fertilizer Use Efficiency, Rate and Effective Grain Filling Period of Soybean (*Glycine max* L.) in Second Cropping

SM Abtahi^{1*}, R Seyed Sharifi², F Qaderi³

Received: June 8, 2013 Accepted: July 26, 2014

¹MSc. Student, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

²Assoc. Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Iran

³Assist. Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran

*Corresponding Author: E-mail: Mohadeseh.abtahi@yahoo.com

Abstract

In order to study of effects of nitrogen fertilizer and seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, fertilizer use efficiency, rate and effective grain filling period of soybean (*Glycine max* L.), a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in 25 km Gorgan at Golestan province in 2011. Factors were different rates of nitrogen fertilizer in four levels (without nitrogen and application 25, 50 and 75 kg urea/ha) and seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria in five levels (without inoculation, seed inoculation with *Pseudomonas putida* strain 41, *Pseudomonas putida* strain 186, *Azotobacter chroococoum* strain 5 and *Bradyrhizobium japonicum*). The results showed that nitrogen fertilizer rates and seed inoculation with PGPR had significantly effects on grain yield, grain 100 weight, number of seeds per plant, plant height and all of grain filling parameters. Maximum of grain yield and grain filling period were obtained in application of 75 kg urea/ha × seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*. Seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria and *Bradyrhizobium japonicum* increased nitrogen use efficiency compared to no seed inoculation. Of course, the highest nitrogen use efficiency belonged to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*. Means comparison showed that maximum of nitrogen use efficiency was obtained in application of 25 kg urea/ha × seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and minimum of it was obtained in application of 75 kg urea /ha × no seed inoculation. It seems that in order to increasing of grain yield and the other traits (except nitrogen use efficiency) can be suggested that be applied seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* × application of 75 kg urea /ha in second cropping of soybean.

Keywords: *Azotobacter*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Pseudomonas*, Nitrogen Fertilizer, Soybean, Yield.

مقدمه

رایزوبیوم بر روی سویا گزارش کردند که تلقیح با رایزوبیوم سبب افزایش 8/6 درصدی عملکرد سویا در مقایسه با کاربرد معمول کود شد. این محققان اظهار داشتند که نیتروژن در مقادیر کم (15-30 کیلوگرم در هکتار) به عنوان ازت استاتر، تاثیر مثبتی بر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن داشت ولی مقادیر بالاتر (30 و 45 کیلوگرم در هکتار)، اثر بازدارندگی در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن داشت. کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی علاوه بر صرفه اقتصادی، موجب پایداری منابع خاک، حفظ توان تولید در دراز مدت و جلوگیری از آلودگی محیط زیست می‌گردند. استفاده از این کودها نه به خاطر تأمین نیازهای گیاه، بلکه از آن جهت که به محیط زیست آسیب نمی‌رساند و به بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و در نتیجه سلامت مصرف کنندگان کمک می‌کند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دویل و هالفورد (1993) علت کاهش کارایی مصرف نیتروژن را به افزایش سرعت از دست رفتن عنصر مذکور از طریق آبشویی، تصعید و یا عدم جذب موثر آن توسط گیاه نسبت دادند. با توجه به اینکه استفاده از کودهای شیمیایی در ابتدای فصل زراعی، ممکن است بعد از تبدیل به فرم‌های دیگر مورد استفاده گیاه قرار گیرد و یا از طریق آبشویی از دسترس گیاه خارج گردند، بنابراین جهت افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، روش‌های مصرف کود باید به گونه‌ای تغییر کند که مواد غذایی مورد نیاز گیاه در یک مدت طولانی و بدون تلفات در اختیار گیاه قرار گیرد (کندی و همکاران 2004). استفاده از کودهای بیولوژیک تثبیت کننده نیتروژن از جمله روش‌های عملیات زراعی بهینه است که می‌تواند این نقص را برطرف نماید (وو و همکاران 2005). محققان در بررسی‌ها اعلام کردند که باکتری‌های محرک رشد، ضمن کاهش میزان مصرف و افزایش کارایی کودهای شیمیایی سبب افزایش رشد گیاهان به واسطه افزایش جذب نیتروژن می‌شوند (فاگریا و بالیگار 2005).

سویا یکی از منابع مهم تأمین پروتئین و روغن بوده و به دلیل برخورداری از اسیدهای چرب اشباع نشده، قابلیت هضم بالای روغن، مرغوبیت کنجاله، تثبیت بیولوژیک نیتروژن از طریق ایجاد همزیستی با باکتری‌های رایزوبیوم و افزایش حاصلخیزی خاک از اهمیت زیادی برخوردار است (سید شریفی 1388).

نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان در مقادیر زیادی مورد نیاز است طوری که اساس تشکیل پروتئین و نوکلئیک اسید می‌باشد ولی مصرف زیاد کودهای شیمیایی نیتروژنی یکی از دلایل اصلی آلودگی چرخه آب در طبیعت بوده و تولید آنها گران و پرهزینه می‌باشد در حالی که جایگزینی آنها با کودهای آلی نقش مهمی را ایفا می‌کند (چاندراسکار و همکاران 2005). تثبیت بیولوژیک نیتروژن به وسیله لگوم‌ها، به عنوان یک صفت مهم تلقی می‌شود (مالیک و همکاران 2006). سوقوط (2006) در بررسی تاثیر کود نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم بر ارقام مختلف سویا گزارش کرد که تلقیح بذر محتوای نیتروژن، ماده خشک دانه و اجزای رویشی و عملکرد دانه سویا را در مقایسه با کاربرد 75 کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش داد. وی اظهار داشت که تلقیح با باکتری رایزوبیوم در مقایسه با کاربرد 75 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در بهبود عملکرد کمی و کیفی سویا موثر است. دشتی و همکاران (1998) بیان کردند که به دلیل اثر مثبت حضور باکتری رایزوبیوم جاپونیکوم بر تعداد و وزن گره‌های فعال، بالاترین میزان تجمع نیتروژن و عملکرد نهایی را در سویای تلقیح شده بدست آوردند. رادرش و همکاران (2005) اظهار داشتند که افزایش میزان رشد و عملکرد تحت تاثیر تلقیح با باکتری رایزوبیوم می‌تواند به دلیل افزایش تأمین نیتروژن در طی دوره رشد باشد. به علاوه، شاید این باکتری بتواند بازده استفاده از نیتروژن را در گیاه افزایش دهد. شریواستاوا و همکاران (2000) در بررسی اثر تلقیح با باکتری

امونیم گزارش کرد که عملکرد دانه در شرایط زراعت دیم و آبی به ترتیب 7/7 و 15/5 درصد افزایش یافت. به دلیل اهمیت زراعت سویا به عنوان کشت دوم در منطقه و نقش کود نیتروژنه و باکتری های محرک رشد در عملکرد کمی و کیفی سویا، کمی بررسی هایی انجام شده در خصوص بر هم کنش توام باکتری های محرک رشد و کود نیتروژنه موجب شد کاربرد توام باکتری های محرک رشد در مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر عملکرد، کارایی مصرف کود و سرعت پر شدن دانه سویا در کشت دوم مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

این مطالعه در سال 1390 در 25 کیلومتری شهرستان گرگان واقع در استان گلستان با ارتفاع 13 متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی 36 درجه و 85 دقیقه عرض جغرافیایی و 54 درجه و 27 دقیقه طول جغرافیایی اجرا گردید. در این آزمایش از سویا رقم DPX استفاده شد. ویژگی های گیاهی رقم مورد استفاده در جدول 1 آورده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. باکتری های تثبیت کننده نیتروژن در پنج سطح شامل شاهد یا عدم تلقیح بذر با باکتری، تلقیح بذر با باکتری های سودوموناس پوتیدا سویه های 41 و 186، ازتوباکتر کروکوکوم سویه 5، برادی ریزوبیوم جاپونیکوم) و مقادیر کود نیتروژن در چهار سطح شامل (عدم مصرف کود و مقادیر 25، 50 و 75 کیلوگرم اوره در هکتار) بود. این باکتری ها از مؤسسه تحقیقات آب و خاک کشور تهیه شد. برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح استفاده شد که هرگرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود. همچنین از محلول صمغ عربی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها به نسبت ده درصد وزنی - حجمی استفاده شد. سپس بذور در ظرفی استریل، به خوبی با صمغ عربی و باکتری ها مخلوط شدند تا لایه ای نازک

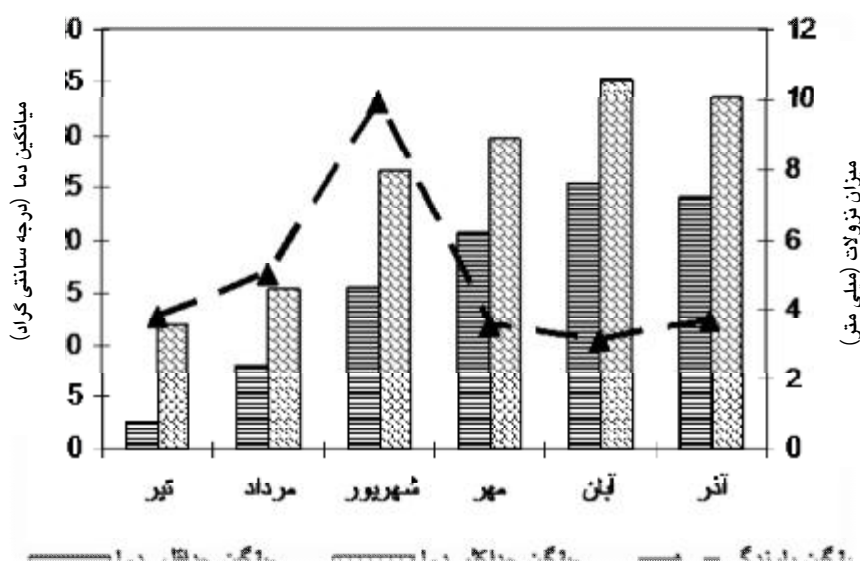
وزن نهایی دانه به عنوان یکی از اجزاء تعیین کننده عملکرد دانه به دو عامل سرعت و طول دوره ی پر شدن دانه از مواد پرورده که نتیجه ی آن افزایش وزن خشک دانه است بستگی دارد (بردار 2008). دوره پر شدن دانه یک جزء تعیین کننده ی زمان رسیدگی و مرحله اصلی تشکیل عملکرد است. طولانی بودن این دوره امکان انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از مبداء به مقصد و در نتیجه افزایش عملکرد دانه را فراهم می سازد. راعی و همکاران (1387) در بررسی آثار تلقیح برادی ریزوبیوم و کاربرد اوره بر روند رشد و سرعت پر شدن دانه سویا نشان دادند که در اوایل مرحله پر شدن دانه، سرعت پر شدن در تیمار فاقد کود بیشتر از تیمارهای کودی بود، ولی این تیمار سریعتر به حداکثر وزن رسیده و بعد از آن بر وزن خشک دانه اضافه نشد. تیمارهای کودی در مقایسه با تیمار فاقد کود سرعت پر شدن دانه کمی داشتند، اما دوام پر شدن دانه بیشتر بود به طوری که مقدار حداکثر وزن خشک دانه در این تیمارها ملاحظه شد. تلقیح گیاه با باکتری سرعت پر شدن دانه را افزایش داد که این امر را می توان به فراهم بودن نیتروژن حاصل از تثبیت بیولوژیک نیتروژن نسبت داد. تاگویی و همکاران (2008) اظهار داشتند که تلقیح با باکتری ریزوبیوم سبب افزایش معنی داری در ارتفاع بوته، طول اولین نیام، تعداد شاخه در بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی نسبت به تیمارهای تلقیح نشده گردید. وارکو (1999) گزارش کرد که 25 تا 75 درصد نیتروژن مورد نیاز سویا از طریق تثبیت تامین می شود. سیورد و همکاران (1980) اظهار داشتند که نیتروژن مکمل (از طریق مصرف کود های شیمیایی) جهت به حداکثر رساندن پتانسیل عملکرد سویا ضروری است. میکانوویچ و همکاران (1996) حداکثر عملکرد را از تیمار تلقیح شده با ریزوبیوم و به کارگیری 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آوردند. رای و همکاران (2008) با کاربرد مقادیر بالای نیترات

کاشت، برابر با تراکم معمول کشت سویا در منطقه (حدود 35 بوته در متر مربع) در نظر گرفته شد. کشت بذر در این منطقه به عنوان کشت دوم در تاریخ 10 تیر ماه سال 1390 انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری های بعدی در طول فصل رشد بر اساس شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. نتایج حاصل از داده های هواشناسی منطقه مورد آزمایش در طی فصل رشد در شکل 1 آورده شده است. کنترل علف های هرز در طول دوره رشد به صورت دستی انجام شد. هر کرت شامل 5 ردیف کاشت به طول 4 متر با فاصله بین ردیفی 60 سانتی متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت ها یک متر و همچنین بلوک ها از یکدیگر 2 متر در نظر گرفته شد تا عامل کود در هر کرت مستقل از کرت های مجاور عمل نماید. نیتروژن مورد استفاده در هر سطح به دو قسمت تقسیم گردید که بخش اول در مرحله 6-8 برگگی و بخش دوم قبل از گل دهی به کار برده شد. کارایی مصرف کود نیتروژنه از رابطه پیشنهادی گودرود و جلووم (1988) به شرح زیر برآورد گردید:

جدول 1- خصوصیات گیاهی رقم مورد استفاده DPX

5	گروه رسیدگی
150	طول دوره رشد (روز)
3/5-4	عملکرد (تن در هکتار)
بنفش	رنگ گل
طلایی	رنگ کرک
18	ارتفاع اولین غلاف (cm)
18	وزن صد دانه (g)
مطلوب	مقاومت به خوابیدگی
مطلوب	مقاومت به ریزش
150	ارتفاع (cm)
چند شاخه	نوع شاخه بندی
38	درصد پروتئین

از باکتری روی بذر را بپوشاند. چون باکتری ها به نور خورشید حساس هستند، کلیه مراحل تلقیح در سایه و دور از نور خورشید صورت گرفت. بلافاصله پس از تلقیح، کشت بذر به صورت دستی در جوی و پشته انجام و پس از سبز شدن بوته ها در مرحله 4-6 برگگی نسبت به تنک کردن بوته های اضافی اقدام شد. تراکم



شکل 1- متوسط دما و میزان بارندگی ماهانه منطقه مورد آزمایش در طی فصل رشد سال 1390

[1]

عملکرد دانه کرتبی که کود در بافت نگرده - عملکرد دانه کرتبی که کود در بافت کرده

= کارایی مصرف کود

مشارک کود مصرفی

در این رابطه EFP دوره موثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه است. عملکرد دانه از سه خط وسط هر کرت، با در نظر گرفتن اثر حاشیه ای در سطحی معادل یک متر مربع اندازه گیری شد. برای اندازه گیری اجزای عملکرد و برخی دیگر از صفات نظیر ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و تعداد نیام پر و پوک، به طور تصادفی از خطوط اصلی هر واحد آزمایشی 8 بوته از بین بوته های رقابت کننده به تصادف انتخاب و میانگین آن ها به عنوان ارزش صفت مورد مطالعه در تجزیه و تحلیل داده ها به کار گرفته شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و میانگین های به دست آمده با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد تأثیر کود نیتروژنه، تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل بر سرعت و دوره موثر پر شدن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول 2). تأثیر سطوح مختلف کودی نیتروژن بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه سویا در تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد در شکل های 2 آورده شده است. در ضمن معادلات برازش شده برای هر ترکیب تیماری در جدول 3 ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که بین باکتری های محرک رشد در سطوح مختلفی از کود نیتروژنه، از نظر دوره موثر پر شدن و طول دوره پر شدن دانه تفاوت هایی وجود دارد. به عبارتی شیب خط برازش شده یا سرعت پر شدن دانه در تلقیح بذر با باکتری ها یکسان نبود (جدول 3). به نظر میرسد در استفاده از مقادیر بالاتر مصرف کودی، مقدار نیتروژن بیشتری

به منظور بررسی تاثیر تیمار های مورد بررسی بر سرعت پر شدن دانه سویا، تقریباً از 23 روز پس از شروع گلدهی و آغاز دوره پر شدن دانه در فواصل زمانی هر 4 روز یک بار از خطوط اصلی هر کرت سه بوته به تصادف و با رعایت اثر حاشیه ای انتخاب و دانه ها از نیام جدا شدند. متعاقباً تعداد 100 بذر از کل دانه ها جدا شده و سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید (رونانینی و همکاران، 2004). به منظور تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامتر های مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه ای) به کمک رویه DUD و برنامه Proc NLIN نرم افزار SAS به صورت زیر استفاده گردید.

$$GW = \begin{cases} a + bt, & t < t_0 \\ a + bt, & t \geq t_0 \end{cases} \quad [2]$$

که در آن GW وزن دانه، t زمان، b سرعت پر شدن دانه، t₀ پایان دوره پر شدن دانه و a عرض از مبدا است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t₀ که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله (t < t₀) سرعت پر شدن دانه را نشان می دهد. با برازش این مدل بر کلیه داده ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t₀) بدست آمده و سپس مقدار عددی t₀ در قسمت دوم رابطه فوق قرار داده شد و GW که وزن دانه است برآورد شد.

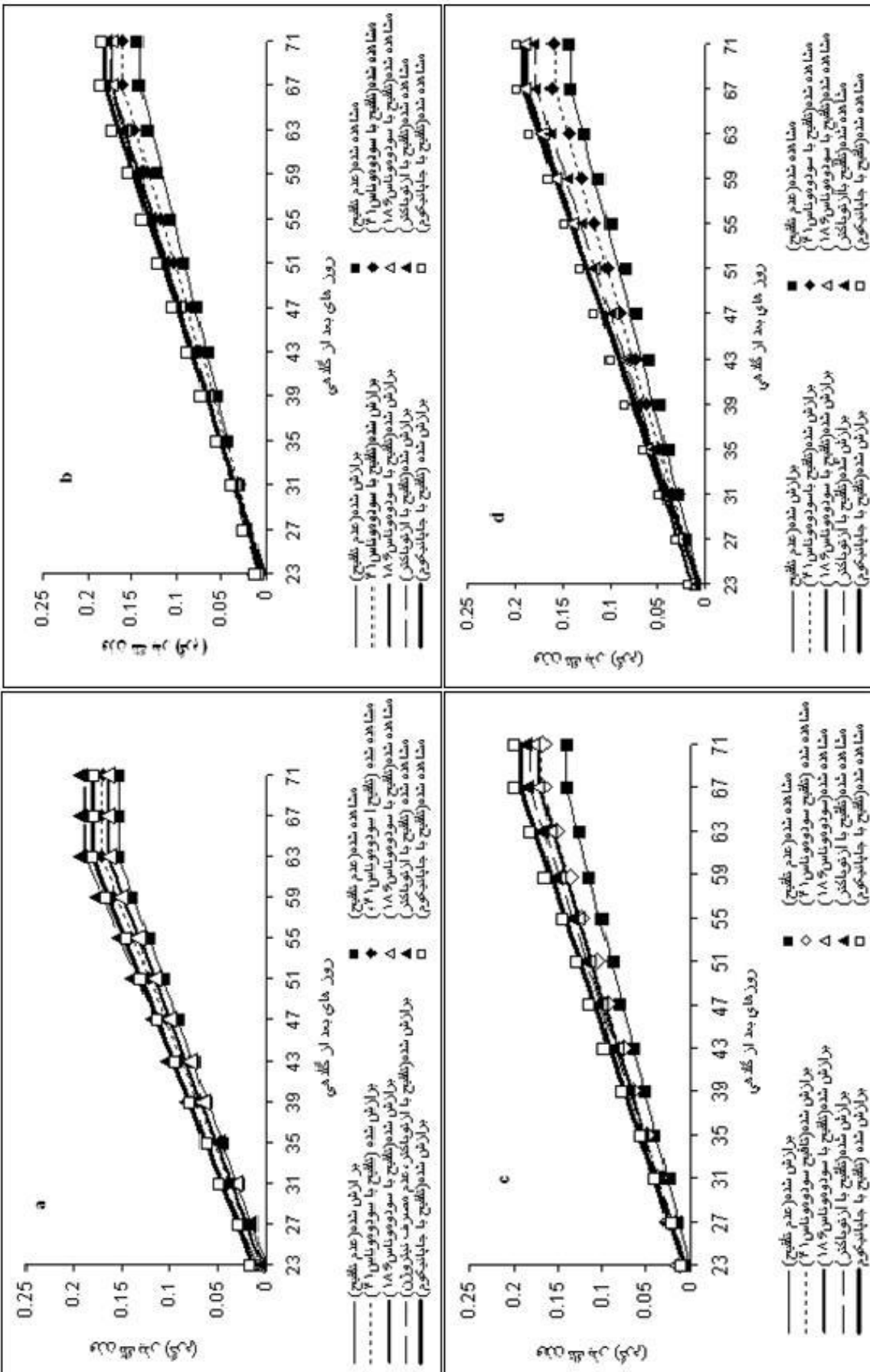
برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه پیشنهادی الیس و پاتیا فیلهو (1992) به شرح زیر استفاده گردید.

$$EFP = \frac{MGW}{GFR} \quad [3]$$

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه سویا

میانگین مربعات											
تعداد نام پوک	تعداد نام بر	وزن صد دانه	عملکرد دانه در واحد سطح	تعداد دانه در بوته	ارتفاع بوته	سرعت پر شدن دانه	دوره مونه پر شدن دانه	طول دوره پر شدن دانه	درجه آزاد	منابع تغییر	
0/40	282/89**	29/11**	3293/460**	909/92**	69/66**	0/00001194**	1617/47**	3669/95**	2	تکرار	
159/79**	2240/2**	11/23**	191507/84**	8693/04**	855/94**	0/00000065**	84/36**	140/592**	3	کود نیتروژن	
12/56**	199/13**	16/94**	188257/79**	774/59**	69/55**	0/000000001 ^{ns}	1/12**	1/874**	4	باکتری محرک رشد	
1/65**	12/56	3/05	3840/38	27/03	10/16*	0/000000122**	6/98**	64/33**	12	باکتری کود نیتروژن	
0/58	13/94	2/49	8419/95	31/22	4/34	0/000000011	7/092	15/033	38	خطا	
18/3	5/8	7/1	17/4	1/36	5/42	1/92	0/68	8/91	-	ضریب تغییرات (درصد)	

**، * و NS به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1، 5 درصد و غیر معنی دار می باشد.



شکل ۲- روند تغییرات سرعت برداشتن دانه سویا در ترکیب تیماری سطوح مختلف تلقیح بذری با باکتری های ریزوبیومی و محرک رشدی در حالت عدم مصرف نیتروژن (a) ، مصرف ۵۰ (b) ، مصرف ۷۵ (c) و (d) کیلوگرم اوره در هکتار

بذر، دوره موثر پر شدن دانه را می‌توان با تقسیم وزن بذر رسیده بر سرعت پر شدن دانه محاسبه نمود. در مورد دوره موثر پر شدن دانه سویا بر اساس جدول 3 می‌توان گفت که طول این دوره در سطوح مختلف کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد متفاوت بود، به طوری که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد نسبت به عدم تلقیح موجب افزایش طول این دوره گردید (جدول 3). حداکثر طول دوره موثر پر شدن دانه (48/7 روز) در مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار و تلقیح بذر با جاپونیکوم و حداقل طول این دوره (40 روز) در ترکیب تیماری بدون مصرف کود نیتروژن و عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد شد. شیب خط برازش شده در عدم مصرف کود و عدم تلقیح بذر با باکتری (0/003) کمتر از مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار و در حالت تلقیح بذر با جاپونیکوم (0/0045) برآورد گردید (جدول 3). نتیجه اینکه ترکیب تیماری مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار در تلقیح بذر با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم از حداکثر سرعت پر شدن دانه و ترکیب تیماری عدم مصرف کود نیتروژن و عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد از حداقل آن برخوردار بود. به نظر می‌رسد باکتری‌های ریزوبیومی با تولید هورمون‌های رشد و تأمین عناصر غذایی، ضمن افزایش سرعت پر شدن دانه امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه را فراهم ساخته‌اند (تاگویی و تاگویی 2008).

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته تحت تأثیر مقدار نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته (163/957 سانتی متر) به کاربرد 75 کیلوگرم اوره در هکتار در تلقیح بذر با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم و کم‌ترین آن (135/12 سانتی متر) به عدم مصرف کود و

در اختیار گیاه قرار می‌گیرد که نتیجه آن افزایش مصرف نیتروژن توسط گیاه و در نهایت بالا رفتن نقل و انتقال مواد به دانه می‌باشد که می‌تواند طول دوره، سرعت و میزان پر شدن دانه را افزایش دهد. برخی اظهار داشتند که کاربرد نیتروژن در مرحله رویشی سبب افزایش سطح برگ و در مرحله زایشی با افزایش طول دوره پر شدن دانه، به بهبود عملکرد دانه کمک می‌نماید و دانه‌های با وزن بالاتر، از سرعت پر شدن بالاتری نسبت به دانه‌هایی با وزن کمتر برخوردار می‌باشند (کاتو 1999، کوماری و والارماسی 1998). چو و همکاران (1987) و تسونو و همکاران (1994) علت بالا بودن سرعت پر شدن دانه در بوته‌های دریافت‌کننده کود نیتروژنه را به غلظت بالای نیتروژن برگ نسبت دادند و اظهار داشتند که مصرف نیتروژن در طول دوران حساس رشدی موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ‌های بالایی و تاخیر در پیری برگ می‌گردد، که این موضوع موجب افزایش میزان فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و افزایش وزن دانه می‌گردد. در مورد دوره موثر پر شدن دانه بر اساس جدول 2 می‌توان گفت که طول این دوره در مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد متفاوت بود، به طوری که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد نسبت به عدم تلقیح موجب افزایش طول این دوره گردید (جدول 3). گیلبرت و تاکر (1987) با مطالعه اثر مقادیر و زمان‌های مصرف کود‌های نیتروژن بر عملکرد و رشد گلرنگ نتیجه گرفتند که افزایش عملکرد دانه زمانی بدست آمد که نیمی از نیتروژن مصرفی در موقع کاشت و نیمی دیگر در هنگام ظهور غنچه مصرف شد. دوره موثر پر شدن دانه اولین بار توسط دینارد و همکاران (1971) تعریف شده است و از تقسیم عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار در روز) بر سرعت کل تجمع ماده خشک در بذر (کیلوگرم در هکتار در روز) طی مرحله خطی نمودی بذر به دست می‌آید. همچنین در مورد تک

جدول 3- تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد بر دوره موثر، سرعت و طول دوره پر شدن دانه و شیب خط برازش

شده

ترکیب تیماری	طول دوره پر شدن دانه (روز)	دوره موثر بر شدن دانه (روز)	سرعت پر شدن دانه (میلی گرم در روز)	$y = -0/0663 + 0/003x$
عدم مصرف نیتروژن * عدم تلقیح	59/96 j	40j	0/003 k	$y = -0/0663 + 0/003x$
عدم مصرف نیتروژن * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 41	65/70gh	40/80j	0/0042 bc	$y = -0/0917 + 0/042x$
عدم مصرف نیتروژن * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 186	63/84i	40j	0/004 de	$y = -0/0881 + 0/004x$
عدم مصرف نیتروژن * تلقیح با باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	67/50ef	43/88 h	0/0042 bc	$y = -0/0895 + 0/0042x$
عدم مصرف نیتروژن * تلقیح با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	61/08j	43 i	0/0042 bc	$y = -0/084 + 0/0042x$
مصرف نیتروژن 25 * عدم تلقیح	68/87cd	47/43 b	0/0038 fg	$y = -0/0885 + 0/0038x$
مصرف نیتروژن 25 * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 41	65/08hi	44/72 gh	0/0036 h	$y = -0/0812 + 0/0036x$
مصرف نیتروژن 25 * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 186	66/58fg	45/52edfg	0/0038 fg	$y = -0/0823 + 0/0038x$
مصرف نیتروژن 25 * تلقیح با باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	68/10de	47/36b	0/0038 fg	$y = -0/0798 + 0/0038x$
مصرف نیتروژن 25 * تلقیح با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	64/59hi	45/21efg	0/0041 cd	$y = -0/0909 + 0/0041x$
مصرف نیتروژن 50 * عدم تلقیح	71/47b	45/16fg	0/0032 j	$y = -0/0721 + 0/0032 x$
مصرف نیتروژن 50 * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 41	69/52c	42/56i	0/0037 gh	$y = -0/0754 + 0/0037x$
مصرف نیتروژن 50 * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 186	71/81b	46/75cd	0/0037 gh	$y = -0/0758 + 0/0037x$
مصرف نیتروژن 50 * تلقیح با باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	65/37hg	46cde	0/004 de	$y = -0/0865 + 0/004x$
مصرف نیتروژن 50 * تلقیح با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	67/40fe	46/27cd	0/0043 b	$y = -0/0891 + 0/0043x$
مصرف نیتروژن 75 * عدم تلقیح	71/24b	45/48defg	0/0031 jk	$y = -0/0664 + 0/0031x$
مصرف نیتروژن 75 * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 41	71/19b	47/35b	0/0034 i	$y = -0/0717 + 0/0034x$
مصرف نیتروژن 75 * تلقیح با باکتری سودوموناس پوتیدا 186	67/87de	47/38b	0/0039 ef	$y = -0/0766 + 0/0039x$
مصرف نیتروژن 75 * تلقیح با باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	71/57b	45/64def	0/0038 fg	$y = -0/0811 + 0/0038x$
مصرف نیتروژن 75 * تلقیح با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	75/76a	48/71a	0/0045 a	$y = -0/0995 + 0/0045x$

میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری با هم ندارند

دهند. ظهیر و همکاران (2000) افزایش 5/8 درصدی ارتفاع بوته به واسطه تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس را گزارش کرده و علت را به تولید اسید ایندول-3-استیک (IAA) به وسیله سویه‌های مختلف باکتری‌های جنس ازتوباکتر نسبت دادند. اشینر و همکاران (2002) عنوان داشتند که تلقیح بذر با ازتوباکتر با افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی منجر به بهبود رشد رویشی گیاه و افزایش ارتفاع بوته‌ها می‌گردد.

عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشدی و ریزوبیومی تعلق داشت (جدول 4). این نتایج با مطالعات مجیری و ارزانی (1382) و امام و همکاران (1388) در مورد تأثیر کود نیتروژنه هم‌خوانی دارد. بورد و همکاران (2000) اظهار داشتند که باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع گیاه و قابلیت تولید را از طریق سنتز فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، آسان کردن جذب مواد غذایی، کاهش سمیت فلزات سنگین در گیاهان، جلوگیری از عوامل بیماری‌زا و القا مقاومت سیستماتیک به عوامل بیماری‌زا افزایش

جدول 4- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری سطوح مختلف کود نیتروژنه در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر ارتفاع بوته و تعداد نیام پوک در سویا

تعداد نیام پوک	ارتفاع بوته (cm)	باکتری	مصرف کود
11/33 a	135/120m	عدم تلقیح	
10/04b	141/540l	سودوموناس پوتیدا 41	بدون مصرف
8/37 c	145/470k	سودوموناس پوتیدا 186	
6/87d	146/453kj	ازتوباکتر کروکوکوم	
6/33 ed	146/707kj	برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	
5/58ef	149/290ji	عدم تلقیح	
4/91gf	150/373hi	سودوموناس پوتیدا 41	مصرف 25
4/41gfh	151hi	سودوموناس پوتیدا 186	
3/74gih	151/373hgi	ازتوباکتر کروکوکوم	
3/58 ih	152/747hg	برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	
3/41 ih	153/750hfg	عدم تلقیح	
2/91 ji	154/707efg	سودوموناس پوتیدا 41	مصرف 50
2/70 ji	154/663efg	سودوموناس پوتیدا 186	
2/49 jik	156/707efd	ازتوباکتر کروکوکوم	
1/83 jlk	157/123efdc	برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	
1/74 jlk	157/870edc	عدم تلقیح	
1/37mlk	159/823bdc	سودوموناس پوتیدا 41	مصرف 75
0/996ml	160/540bac	سودوموناس پوتیدا 186	
0/706ml	162/540ba	ازتوباکتر کروکوکوم	
0/123m	163/957a	برادی ریزوبیوم جاپونیکوم	

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند

تعداد دانه در بوته

در هکتار و کم‌ترین آن (21/09 گرم) در حالت عدم مصرف کود برآورد گردید. مارچنر (1995) اظهار داشتند که نیتروژن دوره رشد گیاه را افزایش داده و در اواخر فصل باعث طولانی‌تر شدن مدت پر شدن دانه و افزایش وزن هزار دانه می‌شود. در این بررسی تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد نسبت به عدم تلقیح موجب افزایش طول دوره و دوره موثر پر شدن دانه گردید (جدول 3). به طوری که حداکثر طول دوره موثر پر شدن دانه در مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار و تلقیح بذر با جاپونیکوم و حداقل طول این دوره در ترکیب تیماری بدون مصرف کود نیتروژن و عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد شد و به نظر می‌رسد باکتری‌های ریزوبیومی با تولید هورمون‌های رشد و تأمین عناصر غذایی، ضمن افزایش سرعت پر شدن دانه امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه و به تبع از آن افزایش وزن دانه را فراهم ساخته‌اند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته (130/897) در مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار و کم‌ترین آن (74/715) در حالت عدم مصرف کود برآورد گردید (جدول 5). افزایش اجزای عملکرد را می‌توان به نقش موثر باکتری‌های محرک رشد در تثبیت نیتروژن و رها سازی آن در مراحل حساس نیاز کودی مرتبط دانست که سبب افزایش نیتروژن قابل مصرف در مراحل حساس رشدی می‌شود (کایا و همکاران 2002، جیمز و پولسن 2004).

وزن صد دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 2) وزن صد دانه سویا تحت تأثیر کود نیتروژنه، باکتری‌های محرک رشد در سطح یک درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن صد دانه (23/15 گرم) در مصرف 75 کیلوگرم اوره

جدول 5- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود نیتروژنه در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر برخی صفات سویا

تعداد دانه در بوته	عملکرد در متر مربع (g/m ²)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد نیام پر در بوته
74/715d	402/62c	21/09b	50/331d
94/223c	485/77b	21/68b	59/455c
112/127b	547/03b	22/09ba	68/073b
130/897a	670/98a	23/15a	78/971a
93/342d	348/36c	20/12c	59/06d
96/988d	529/16b	22/45ba	61/487dc
103/310c	549/16b	21/77b	64/444bc
108/263b	506/35 b	22/35ba	66/737ba
113/049a	699/97a	23/32a	69/309a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری با هم ندارند

تعداد نیام پر و پوک

محرک رشد در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نیام پر در بوته (78/971) در مصرف 75 کیلوگرم اوره در

تعداد نیام پر و پوک با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) تعداد نیام پر تحت تأثیر مقدار کود نیتروژنه و باکتری‌های

تخصیص ماده خشک بیشتر به بوته سبب افزایش رشد رویشی و در نتیجه فراهم سازی امکان بهره برداری از نور و فتوسنتز بیشتر و در نهایت افزایش عملکرد را موجب می‌شود (اکبری و همکاران 1388). نارولا و همکاران (2000) اظهار داشتند که باکتری‌های محرک رشد علاوه بر افزایش جذب نیتروژن، در بهبود جذب سایر عناصر پر مصرف نظیر فسفر و پتاسیم و عناصر کم مصرف نظیر آهن و روی که تاثیر بسزایی بر عملکرد و اجزای عملکرد دارند موثر است. روستی و همکاران (1990) افزایش عملکرد به واسطه باکتری‌های محرک رشد را، به نقش این باکتری‌ها در گسترش ریشه و حفاظت بیشتر از آن در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه به منظور جذب بهتر مواد غذایی نسبت دادند. باشان و هولگین (1997) گزارش کردند که حضور باکتری در مجاورت ریشه بر عمل ATPase غشاء سلول‌های ریشه تأثیر گذاشته و میزان تراوش پروتونی از ریشه را افزایش می‌دهد و آزاد شدن یون H^+ در مجاورت ریزوسفر ریشه، pH محلول خاک در اطراف ریشه را کاهش داده و این امر موجب دسترسی بهتر گیاه به منابع غذایی خاک بویژه نیتروژن می‌گردد. احتمالاً PGPR با قابلیت تولید مواد تحریک کننده رشد گیاه و تاثیر این مواد بر توزیع مواد فتوسنتزی و تسهیم ماده خشک گیاه و نقش این مواد در پر شدن دانه (کوارتز 1990)، در افزایش ماده خشک اختصاص یافته به دانه و عملکرد آن نقش داشته است. طاهرخانی و همکاران (1388) در بررسی عملکرد ارقام مختلف لوبیا با کاربرد سه نوع مایه تلقیح حاوی باکتری تثبیت کننده نیتروژن نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه در کاربرد 75 کیلوگرم نیتروژن خالص و مایه تلقیح ریزوبین سوپر پلاس (ویژه لوبیا) به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (بدون تلقیح و بدون مصرف کود نیتروژن) بدست آمد.

کارایی مصرف نیتروژن

به صورت نسبت عملکرد دانه به مقدار نیتروژن مصرفی در نظر گرفته شده و عاملی کلیدی در

هکتار و کمترین آن (50/331) در حالت عدم مصرف کود برآورد گردید. در تلقیح بذر با جاپونیکوم بیشترین تعداد نیام پر (69/309) و در حالت عدم تلقیح کمترین آن (59/06) برآورد گردید (جدول 5). افزایش تعداد نیام پر در هر بوته بواسطه مصرف نیتروژن، به دلیل تأثیر مثبت این عنصر بر مراحل مختلف رشدی و تولید ماده خشک توسط محققان زیادی گزارش شده است (مک کنزی و هیل 1995، والی و همکاران 2005، امانی 2007 و آچاکزای و بن گولزای 2006).

تعداد نیام پوک

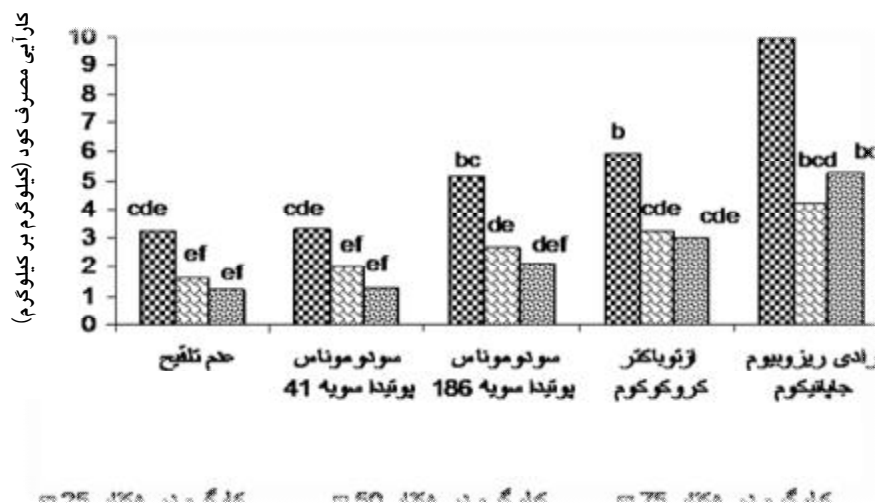
با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) تعداد نیام پوک تحت تأثیر مقدار کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل در سطح یک درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری تلقیح بذر با باکتری محرک رشد در سطوح مختلف کود نیتروژنه نشان داد که بیشترین تعداد نیام پوک (11/33 درصد) در عدم مصرف کود نیتروژنه و عدم تلقیح بذر با باکتری و کمترین آن (0/123 درصد) در مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار و تلقیح بذر با جاپونیکوم برآورد گردید (جدول 4). سینق و همکاران (1984) و صالحی و بحرانی (2000) در بررسی‌های جداگانه اظهار داشتند که جذب کافی نیتروژن افزایش وزن دانه‌ها و کاهش درصد پوکی آن‌ها را سبب می‌گردد.

عملکرد دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (670/98 گرم در واحد سطح) در مصرف 75 کیلوگرم اوره در هکتار و کمترین آن (420/62 گرم در متر مربع) در حالت عدم مصرف کود برآورد گردید. ویرسما و ارف (1993) اظهار داشتند که تلقیح بذر سویا با باکتری برادی ریزونیوم جاپونیکوم افزایش معنی داری در عملکرد دانه و تجمع نیتروژن در گیاه داشت. عده ای معتقدند که باکتری‌های افزاینده رشد با

مورد نیاز گیاه در طول یک مدت طولانی و بدون تلفات در اختیار گیاه قرار بگیرد (کاندی و همکاران 2004). استفاده از کود های زیستی تثبیت کننده نیتروژن از جمله روش هایی است که می تواند این نقص را بر طرف نماید (یاماگوچی و همکاران 1995). محققان مختلفی اظهار داشته اند که ازتوباکتر به عنوان تحریک کننده رشد گیاهی، غیر از تثبیت نیتروژن مولکولی با تولید هورمون های رشد مانند اکسین منجر به افزایش تولید تارهای کشنده ریشه و جذب عناصر غذایی از خاک (انجم و همکاران 2007، کاندی و همکاران 2004)، منجر به کاهش هدر روی کود به واسطه افزایش جذب آن و افزایش کارایی کود های شیمیایی و رشد گیاهان می شوند (فاگاریا و بالیگار 2007). برخی معتقدند که استفاده از مایه تلقیح ازتوباکتر با افزایش طول و تراکم ریشه ها (مانسک و همکاران 2000) و با تغییر در اندازه و مورفولوژی ریشه ها به دلیل توانایی ریشه ها در دسترسی به حجم وسیع تر خاک، افزایش قابلیت جذب و استفاده از عناصر غذایی و آب، در نهایت به افزایش کارایی مصرف کود و عملکرد بیشتر منجر می شوند (ظهیر و همکاران 2000).

مدیریت نیتروژن برای تولید گیاهان زراعی محسوب می شود (مول و همکاران 1982). با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 6) اثر تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد، سطوح مختلف کود نیتروژنه و اثر ترکیب تیماری تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد در سطوح مختلف کود نیتروژنه بر کارایی مصرف نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول 6). بیشترین کارایی مصرف نیتروژن (9/927 کیلوگرم بر کیلوگرم) در مصرف 25 کیلوگرم اوره در هکتار در حالت تلقیح با جاپونیکوم و کمترین آن (2/213 کیلوگرم بر کیلوگرم) در سطح کودی 75 کیلوگرم در هکتار در حالت عدم تلقیح تعلق داشت (شکل 3). دویل و هالفورد (1993) علت کاهش کارایی مصرف نیتروژن را به افزایش سرعت از دست رفتن عنصر مذکور از طریق آب شویی، تصعید یا عدم جذب موثر آن توسط گیاه نسبت دادند. با توجه به این که استفاده از کود های شیمیایی در ابتدای فصل زراعی، ممکن است بخش عمده ای از کود را برای گیاه غیر قابل استفاده کند و یا از طریق آبشویی از دسترس گیاه خارج سازد، بنابراین جهت افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، روش های مصرف کود باید به گونه ای تغییر کند که مواد غذایی



شکل 3- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری سطوح مختلف کود نیتروژنه در تلقیح بذر

با باکتری های محرک رشد بر کارایی مصرف نیتروژن

جدول 6- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر کارایی مصرف نیتروژن سویا

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
6/26 ^{**}	2	تکرار
43/97 ^{**}	2	مصرف نیتروژن
31/92 ^{**}	4	باکتری محرک رشد
12/36 [*]	8	باکتری * مصرف
2/13	28	خطا
11/09	-	ضریب تغییرات (درصد)

^{**}، ^{*} و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1، 5 درصد و غیرمعنی‌دار می‌باشد.

نتیجه گیری

بررسی نیز در بالاترین سطح از مصرف کود نیتروژنی و در تلقیح بذر با برادی ریزوبیوم جاپونیکوم برآورد گردید. تلقیح بذر با باکتری منجر به بهبود کارایی مصرف کود گردید. به نظر می‌رسد این احتمال وجود دارد که میزان نیتروژن خاک کم بوده و حتی بالاترین سطح از نیتروژن به کار برده شده نیز در این بررسی در حدی نبوده است که مانع از فعالیت باکتری‌های ریزوبیومی و محرک رشدی شود. از این رو بالاترین سطح از کاربرد نیتروژن نیز به همراه باکتری‌های محرک رشدی و ریزوبیومی بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داده است.

روند پر شدن دانه در مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژنه و کاربرد باکتری‌های محرک رشد نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه سطوح کود و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد مشابه است. بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه در تلقیح با انواع مختلف باکتری‌ها به صورت خطی افزایش یافته و به حداکثر خود رسید. پس از این مرحله وزن دانه از تغییرات چندانی برخوردار نبوده و به صورت یک خط افقی در آمد. بیشترین سرعت پر شدن دانه، طول دوره پر شدن و حداکثر وزن دانه، عملکرد و اجزای عملکرد و دیگر صفات مورد

منابع مورد استفاده

اکبری پ، قلاوند ا، مدرس ثانوی س ع م. 1388. اثرات سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزایش دهنده رشد بر فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد دوم، شماره 3. صفحه‌های 119 تا 134.

امام ی، سلیمی کوچی س. و شکوفا آ. 1388. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن دار بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum*) در شرایط آبی و دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد هفتم، شماره 1. صفحه‌های 321 تا 332.

راعی ی، صدقی م و سیدشریفی ر. 1387. آثار تلقیح ریزوبیوم، کاربرد اوره و وجین علف هرز بر روند رشد و سرعت پر شدن دانه در سویا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد دوازدهم. شماره 43. صفحه‌های 81 تا 91.

طاهر خانی م، نور محمدی ق، میرهادی م ج و علیمحمدی ر. 1388. بررسی قابلیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در ارقام مختلف لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) با کاربرد سه نوع مایه تلقیح حاوی باکتری تثبیت کننده نیتروژن (*Rhizobium phaseoli*). فصلنامه دانش نوین کشاورزی پایدار. جلد پنجم. شماره 14. صفحه‌های 23 تا 36.

مجیری ع. و ارزانی ا. 1382. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در آفتابگردان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد هفتم، شماره 2. صفحه‌های 116 تا 124.

سیدشریفی ر. 1388. گیاهان صنعتی (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی و عمیدی تبریز. 422 صفحه.

Achakzai AKK and Bangulzai MI. 2006. Effect of various of nitrogen fertilizer on the yield and yield attributes of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. Pakistan Journal of Botany, 32:2. 331-340.

Amany AB. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield rhizobium on seed yield and components of common vetch (*Vicia sativa* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30:31-37.

Anjum MA, Sajjad MR, Akhtar N, Qureshi MA, Iqbal A, Jami AR and Hasan M. 2007. Response of cotton to plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation under different levels of nitrogen. Agriculture Research, 45: 135-143.

Brdar MD, Marija M, Kraljevic-Balalic D and Borislav J. 2008. The arameters of grain filling and yield components in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum turgidum* L. Var. Durum.). European Journal of Biology, 3(1): 75-82.

Bashan Y and Holguin G. 1997. *Azospirillum*-Plant relationships: environmental and physiological advances 1990-1996. Canadian Journal of Microbiology, 43: 103-121.

Burd GI, Dixon DG and Glick BR. 2000. Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. Canadian Journal of Microbiology, 33: 237-245.

Chandrasekar BR, Ambrose G and Jayabalan N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal of Agricultural Technology, 1: 2. 223 -234.

Cho DS, Jong SK, Park YK, Son SY. 1987. Studies on the duration and rate of grain filling in rice (*Oryza sativa* L.). I. Varietal difference and effects of nitrogen. Korean. Crop Science, 32:1.103-111.

- Daynard TB, Tannar JW and Duncan WG. 1971. Duration of the grain filling period and its relationship to grain yield in corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 11:45-48.
16. Dashti N, Zhang F, Rynes H and Smith DL. 1998. Plant growth promoting rhizobacteria accelerate nodulation and increase nitrogen fixation activity by field grown soybean (*Glycine max* L.) under short season conditions. *Plant and Soil*, 200: 205-213.
- Doyle AD and Holford ICR. 1993. The uptake of nitrogen by wheat, its agronomic efficiency and their relationship to soil and nitrogen fertilizer. *Australian Journal of Agricultural Research*, 44: 1245-1258.
- Ellis RH and Pieta-Filho C. 1992. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. *Seed Science Research*, 2: 19-25.
- Fageria NK and Baligar VC. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advanced Agriculture*, 88: 97-185.
- Gillbert NW and Tucker TC. 1987. Growth yield and yield components of safflower as affected by sources, rate and time of application of nitrogen. *Agronomy Journal*, 59: 54-56.
- James EH and Paulsen GM. 2004. Nitrogen assimilation and protein synthesis in wheat seedlings as affected by mineral nutrition. *Plant Physiology*, 44:5. 636-640.
- Kato T. 1999. Genetic environmental variations and association of the characters related to the grain filling processing rice cultivars. *Plant Science*, 2:1. 32-36.
- Kaya YK, Arisoy RZ and Gocman A. 2002. Variation in grain yield and quality traits of bread wheat genotypes by zinc genotypes by zinc fertilization. *Pakistan Journal of Agronomy*, 1:4. 142-144.
- Kennedy IR, Choudhury AT and Kecskes ML. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 1229-1244.
- Kumari SL and Valarmathi G. 1998. Relationship between grain yield grain filling rate and duration of grain filling in rice. *Agronomy Journal*, 85: 210-211.
- Malik MA Cheema MA and Khan HZ. 2006. Growth and yield response of soybean (*Glycine max* L.) to seed inoculation and varying phosphorus levels. *Journal of Agricultural Research*, 44:1. 47-53.
- Manske GB, Luttger A, Behi RK, Vlek, PG and Cimmit M. 2000. Enhancement of *mycorrhiza* (VAM) infection, nutrient efficiency and plant growth by *Azotobacter chroococcum* in wheat. *Plant Breeding*, 13: 78-83
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. San Diego, CA. USA. 112-115.
- Mc Kenzie BA. and Hill GD. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 23: 467-474.

- Micanovic D, Saric Z, Raicevic V, Jevtic S and Lazic B. 1996. Possibility of nitrogen fixation in *Pisum sativum* and *Triticum aestivum*. Acta Horticultural, 2:246. 823-827.
- Moll RH, Kamprath EJ, and Jackson WA. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy Journal, 74: 262-264.
- Narula N, Kumar V, Behil R, Deubel A, Gransee A and Merbach W. 2000. Effect of solubilizing (*Azotobacter chroococcum*) on N,P,K uptake in responsive wheat genotypes grown under greenhouse condition. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 163:4.393-398.
- Raey E, Sedghi M and Seyed Sharifi R. 2008. Effects of *rhizobium* inoculation, urea application and weed on growth and seed filling rate in Soybean. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 48:12. 81-91.
- Ray JD, Heatherly LG and Fritschi FB. 2008. Influence of large amounts of nitrogen on nonirrigated and irrigated soybean. Crop Science, 46:52-60.
- Roesti D, Gaur R, Johri BN, Imfeld G, Sharma S, Kawaljeet K and Aragno M. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bioinoculation of Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Soil of Biology and Biochemistry, 38. 1111-1120.
- Ronanini D, Savin R and Hall AJ. 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief interval of high temperature during grain filling. Field Crop Research, 83: 79-90.
- Rudresh DL, Shivaprakash MK and Prasad RD. 2005. Effect of combined application of Rhizobium, phosphate solubilizing bacterium and Trichoderma spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Applied Soil Ecological. 28: 139-146.
- Salehi F and Bohrani MJ 2000. Sunflower summer- planting yield as affected by plant population and nitrogen application rates. Agriculture Research, 18:63-72.
- Scheiner JD, Gutierrez-Boem FH and Lavado R.S. 2002. Sunflower nitrogen requirement and N fertilizer recovery in western pampas, Argentina. European Journal of Agronomy, 17: 73-79.
- Shrivastava UK, Rajput RL and Dwivedi ML 2000. Response of soybean-mustard cropping system to sulfur and bio-fertilizers on farmer's field. Leguminose Research. 23:277-278.
- Singh CM and Quadri JS. 1984. Response of sunflower to rate and time of N fertilizer application. Research Journal Agriculture. 2:76-78.
- Sogut T. 2006. Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (*Glycine max* L.) cultivars better than fertilizer. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 34: 115-120.
- Syverud TD, Walsh LM, Oplinger ES and Kelling KA. 1980. Foliar fertilization of soybean (*Glycine max* L.). Communication Soil Science and Plant Nutrition, 11:637-651.

- Togay N, Togay Y, Cimrin K M and Turan M. 2008. Effect of Rhizobium inoculation, sulfur and phosphorus application on yield, yield components and nutrient uptake in chick pea (*Cicer arretinum* L.). African Journal of Biotechnology, 7:6. 776-782 .
- Tsuno Y, Yamaguchi T and Nakano J. 1994. Potential dry matter production and grain filling process of rice plant from the viewpoint of source-sink relationships and the role of root respiration in its relationship. Bulletin of Faculty of Agriculture Tottori Uni., 47: 1-10.
- Varco JJ. 1999. Nutrition and fertility requirements. Pp: 53-70. In: Heatherly, L.G., and Hodges, H.F. (Eds.) Soybean Production in the Mid-South. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Walley FL, Boahen SK, Hnatowich G and Stevenson C. 2005. Nitrogen phosphorus fertility management for Desi and Kabuli chickpea. Canadian Journal of Plant Science, 85: 73-79.
- Wiersma ORF. 1993. Early maturing soybean nodulation and performance with selected brady rhizobium japonicum strains, Agronomy Journal, 81:449-458.
- Wu SC, Cao ZH, Li ZG and Cheung KC. 2005. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a green house trial. Geoderma, 125: 155-166.
- Yamaguchi T, Tsuno Y, Nakano J and Miki K. 1995. Influence of nitrogen content on grain weight at the early ripening stage and relationship between root respiration and leaf area per spikelet of rice plants. Agronomy Journal, 33:251-258.
- Zahir AZ, Abbas SA, Khalid A and Arshad M. 2000. Substrate dependent microbial derived plant hormones for improving growth of maize seedling. Pakistan Journal of Biology Science, 3: 289-291.