

تأثیر نیتروژن و بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، سرعت

و دوره موثر پر شدن دانه آفتابگردان

رئوف سیدشریفی^{1*} و حمید نظری²

تاریخ دریافت: 90/9/27 تاریخ پذیرش: 91/7/16

1- دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

2- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

*نویسنده مسئول E-mail: raouf_ssharifi@yahoo.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نیتروژن و بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، آزمایشی در سال زراعی 1389 در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل کود نیتروژنه در سه سطح (صفر، 80 و 160 کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و باکتری محرک رشد در چهار سطح (عدم پرایمینگ، بیوپرایمینگ بذر با ازتوباکتر کروکوم استرین 5 (*Azotobacter chroococcum* strain 5)، آزوسپریلیوم لیپوفروم استرین OF (*Azospirillum lipoferum* strain OF) و سودوموناس استرین 186 (*Pseudomonas* strain 186) بودند. نتایج نشان داد که اثر ترکیب تیماری مقادیر کود نیتروژنه در بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد تأثیر معنی‌داری بر روی همه صفات مورد بررسی به جز وزن هزار دانه و قطر ساقه داشت. با افزایش سطوح کود نیتروژنه و کاربرد باکتری‌های محرک رشد عملکرد دانه، ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد پروتئین افزایش یافت. واکنش عملکرد دانه به بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد در سطوح کود نیتروژنه یکسان نبود. بیشترین عملکرد به مصرف 160 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیوپرایمینگ بذر با ازتوباکتر تعلق داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد دانه در ترکیب‌های تیماری $N_{160} \times$ عدم پرایمینگ با باکتری و $N_{80} \times$ پرایمینگ با ازتوباکتر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از یک مدل خطی دو تکه‌ای کمی نمودن پارامترهای پر شدن دانه استفاده گردید. تمامی پارامترهای پر شدن دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژنه در بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد قرار گرفتند. حداکثر وزن دانه، سرعت و طول دوره موثر پر شدن دانه در سطوح بالای نیتروژن و کاربرد باکتری‌های محرک رشد برآورد گردید. بنابراین به منظور افزایش عملکرد دانه در شرایط اقلیمی اردبیل می‌توان پیشنهاد نمود که بیوپرایمینگ بذر آفتابگردان با ازتوباکتر انجام شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، باکتری‌های محرک رشد، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه

Effects of Nitrogen and Seed Biopriming with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield, Rate and Effective Grain Filling Period of Sunflower (*Helianthus annus L.*)

R Seyed Sharifi^{1*} and H Nazarli²

Received: December 18, 2011 Accepted: October 7, 2012

¹Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

²MSc Student, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Corresponding Author: E-mail: raouf_ssharifi@yahoo.com

Abstract

In order to evaluate the effects of nitrogen fertilizer and seed biopriming with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield, rate and effective grain filling period of sunflower (*Helianthus annus L.*), a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design by three replications in field experimental University of Mohaghegh Ardabili in 2010. Factors were: nitrogen fertilizer in three levels (0, 80 and 160 kg N ha⁻¹) as urea and seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria in four levels containing, without priming (as control), seed biopriming with *Azotobacter chroococcum* strain 5, *Azospirillum lipoferum* strain OF, *Pseudomonas* strain 186. Results indicated that effect of treatment compound of nitrogen rates × seed bio priming with PGPR had significant effects on all of characteristics studied (except grain 1000 weight and stem diameter). Grain yield, plant height, head diameter, seed number per head, yield and oil percentage, yield and protein percentage increased with increasing of nitrogen fertilizer and application of seed bio priming with PGPR. Response of grain yield wasn't the same for various levels of nitrogen fertilizer × seed bio priming with PGPR. The highest grain yield belonged to application of 160 kg N ha⁻¹ and seed priming with *Azotobacter*. Means comparison showed that treatment compounds N₁₆₀ × without priming with PGPR and N₈₀ × seed priming with PGPR *Azotobacter* had similar grain yields. A two part liner model was used to quantifying the grain filling parameters. Various levels of nitrogen fertilizer × seed biopriming with PGPR affected all grain filling parameters significantly. Maximum grain weight, rate and effective grain filling period was obtained in high nitrogen rates and seed priming with PGPR. Thus, it can be suggested that in order to increasing of grain yield in climate conditions of Ardabil, should be applied sunflower seed bio priming with *Azotobacter*.

Keywords: Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Rate and effective grain filling period, Sunflower

مقدمه

مختلفی موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (علیخانی و صالح راستین 1380). این باکتری‌ها به طور طبیعی در خاک‌ها وجود دارند ولی تعداد و تراکم آن‌ها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذرهای گیاهان با این باکتری‌ها می‌تواند جمعیت آن‌ها را به حد مطلوب رسانده و در نتیجه منجر به بروز اثر مفید آن‌ها در خاک گردند (چاکماچی و همکاران 2007).

نتایج بررسی‌های اکبری و همکاران (1388) در آفتابگردان نشان داد که بذرهای تلقیح شده با باکتری-های افزایش‌دهنده رشد نسبت به بذرهای بدون تلقیح از افزایش 9 درصدی عملکرد دانه برخوردار بودند. روستی و همکاران (2006) علت احتمالی افزایش عملکرد در پیش تیمار بذر با باکتری‌ها را به افزایش جذب مواد غذایی قابل دسترس، افزایش سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه نسبت دادند. اکبری و همکاران (1388) گزارش کردند که در بذرهای تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد، درصد روغن نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافت ضمن آنکه عملکرد بیولوژیکی نیز از افزایش هشت درصدی در چنین حالتی نسبت به عدم تلقیح برخوردار بود. شهاتا و خواز (2003) افزایش معنی‌دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد باکتری‌های محرک رشد گزارش نمودند. شوکت و همکاران (2006) بیشترین درصد روغن آفتابگردان را در تلقیح بذر با باکتری از توباکتر (30/35%) و سودوموناس (27/27%) گزارش نمودند. بررسی‌های سلیمان‌زاده و همکاران (2010) در خصوص تأثیر تلقیح بذر آفتابگردان با از توباکتر در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که عملکرد روغن در اثر از توباکتر به صورت معنی‌داری افزایش یافت. به طوری که بذرهای تلقیح شده با از توباکتر نسبت به بذرهای تلقیح نشده دارای 7 درصد عملکرد روغن بیشتری بودند. فاگس و آرساک (1991) در آزمایش تأثیر کود زیستی بر پارامترهای رشدی و عملکرد آفتابگردان اظهار داشتند که کاربرد باکتری‌های افزایش‌دهنده

آفتابگردان (*Helianthus annus L.*) یکی از پنج گیاه روغنی مهم ایران بوده که به دلیل مقاوم بودن در برابر خشکی و سازگاری با شرایط مختلف اقلیمی و خاکی، بالا بودن کیفیت روغن، کوتاهی طول دوره رشد و امکان کشت آن به عنوان محصول دوم بعد از برداشت گندم و جو، سالانه در سطح وسیعی از کشور کشت می‌شود (سید شریفی 1388). نظر به نقش مهم نیتروژن در عملکرد و بهبود فرآیندهای حیاتی و کمبود آن در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، این عنصر به عنوان یکی از مهمترین عوامل محدود کننده عملکرد آفتابگردان محسوب می‌گردد (نقل از حسن زاده قورت تپه و قلاوند 1384). بررسی‌های گلچین (1379)؛ امام و همکاران (1388) و ماجدی و خادمی (1999) نشان داد که با افزایش نیتروژن مصرفی، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه و درصد پروتئین افزایش یافت. این در حالی است که شینر و همکاران (2002) اظهار داشتند که مصرف زیاد نیتروژن، عملکرد کمی را به دلیل افزایش رشد رویشی و کیفیت دانه‌ها را به دلیل کاهش درصد روغن تحت تأثیر قرار داد. استیرو سیلر (1990)، عرشی (1373) و اسماعیلی (1379) کاهش درصد روغن را با کاربرد زیاد کودهای نیتروژنه گزارش کردند ضمن آنکه زیادی مصرف نیتروژن عامل اصلی آلودگی محیط زیست و چرخه آب در طبیعت می‌باشد. امروزه در نظام‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک، یکی از شیوه‌های بیولوژیکی برای افزایش کمی و کیفی تولید، استفاده بالقوه از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی است که میتواند با روش‌های مختلف موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه شوند. از جمله این موجودات می‌توان به باکتری‌های محرک رشد گیاه¹ اشاره کرد. این گروه از باکتری‌ها در منطقه ریزوسفر از طریق مکانیسم‌های

¹ Plant Growth Promoting Rhizobacteria

کشت های تاخیری به دلیل کوتاه شدن دوره های مختلف رشدی به ویژه دوره پر شدن دانه، موجب می شود تا زارعین مقادیر مختلفی از کود نیتروژن را به منظور جبران بخشی از کاهش طول دوره رشد به کار گیرند، این در حالی است که باکتری های محرک رشد به دلیل افزایش جذب مواد غذایی می توانند عملکرد و دوره موثر پر شدن دانه را افزایش دهند. در این راستا این آزمایش به منظور بررسی تأثیر باکتری های محرک رشد و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه آفتابگردان در شرایط اقلیمی اردبیل صورت گرفت تا مناسب ترین ترکیب تیماری از نظر سرعت و دوره موثر پر شدن دانه، عملکرد کمی و کیفی مشخص گردد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با مختصات جغرافیایی 48 درجه و 30 دقیقه طول شرقی و 38 درجه و 15 دقیقه عرض شمالی با ارتفاع 1350 متر اجرا گردید. اقلیم محل اجرای آزمایش از نوع نیمه خشک سرد می باشد. متوسط بارش سالیانه آن بر اساس آمار 30 ساله هوا شناسی بین 280-300 میلی متر متغیر است. متوسط دما و میزان بارندگی در طول فصل رشد در جدول 1 و نتایج حاصل از خصوصیات خاکی محل اجرای آزمایش در جدول 2 آورده شده است.

عملیات تهیه زمین شامل شخم بهاره، دیسک و تسطیح بود. هر واحد آزمایشی شامل 5 ردیف 5 متری با فاصله بین ردیفی 75 سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف 25 سانتی متر بود. کاشت بذر در عمق 5 سانتی متری، به صورت هیرم کاری و به طریقه دستی و با کشت 2 بذر در هر کپه در تاریخ 31 اردیبهشت ماه انجام شد. در مرحله 4 برگی نسبت به تنک کردن مزرعه اقدام گردید. در طول دوره رشد هیچ علف کش و

رشد در مقایسه با تیمار شاهد منجر به افزایش عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه شد.

چو و همکاران (1987) اظهار داشتند که با افزایش نیتروژن، وزن تک بذر، دوره موثر و طول دوره پر شدن دانه افزایش یافته و با کاهش آن تمامی پارامترهای پر شدن دانه نیز کاهش یافت. آنان اظهار داشتند که کاربرد نیتروژن با افزایش میزان اسیمیلاسیون، موجب بالا رفتن نقل و انتقال مواد به دانه شده و در نهایت می تواند وزن تک بذر، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه را افزایش می دهد. تسونو و همکاران (1994) علت بیشتر شدن سرعت پر شدن دانه در بوته های که کود نیتروژن را به صورت سرک دریافت کرده بودند، به غلظت بالای نیتروژن برگ در طی مرحله پر شدن دانه نسبت دادند. آنان اظهار داشتند که مصرف نیتروژن در طول دوره رشد به ویژه دوره پر شدن دانه موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ های بالایی و تأخیر در پیری برگ می گردد، که این موضوع موجب افزایش میزان مواد فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام های فتوسنتز کننده (مورچی و همکاران 2002) و افزایش وزن دانه می گردد (یاماگوچی و همکاران 1995). دوره موثر پر شدن دانه نیز اکثراً برای ارزیابی نسبی طول دوره پر شدن بذر مورد استفاده قرار می گیرد. این متغیر برای نخستین بار توسط دینارد و همکاران (1971) تعریف شده و از تقسیم عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بر سرعت کل تجمع ماده خشک در بذر (کیلوگرم در هکتار در روز) طی مرحله خطی نمو بذر بدست می آید. هم چنین در مورد تک بذر، دوره موثر پر شدن دانه را می توان با تقسیم وزن بذر رسیده بر سرعت پر شدن دانه محاسبه نمود که تحت تأثیر شدید نیتروژن قرار می گیرد (کاتو 1999). اسپیرتز و ووس (1985) اظهار داشتند که بین سرعت و مدت پر شدن دانه رابطه منفی برقرار است. با توجه به این که در شرایط اقلیمی اردبیل بارندگی های بهاری موجب می شود که آفتابگردان در تاریخ های مختلف کاشت شود و

جدول 1- متوسط دما و میزان بارندگی ماهانه منطقه مورد آزمایش طی فصل رشد در سال 1389

ماه‌های سال	میانگین حداکثر دما (سانتی‌گراد)	میانگین حداقل دما (سانتی‌گراد)	میانگین ماهانه دما (سانتی‌گراد)	میانگین بارندگی ماهانه (میلی‌متر)
خرداد	36/97	10/42	26/55	0/48
تیر	40/25	12/19	28/06	0/2
مرداد	39/9	10/68	29/22	0/09
شهریور	37/47	10/41	27/06	0/58

جدول 2- خواص فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (cm)	درصد اشباع Sp (%)	آهک (%)	بافت (%)	کربن (%)	نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
0-30	46	18/06	سیلتی - لومی	1/71	0/16	20	700

چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد. به منظور بررسی تأثیر نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر سرعت پر شدن دانه آفتابگردان، تقریباً از 16 روز بعد از گلدهی در فواصل زمانی هر 4 روز یک بار از خطوط اصلی هر کرت سه طبق به طور تصادفی انتخاب و دانه‌ها از طبق جدا شدند. در مرحله بعدی تعداد 100 دانه از هر طبق به تصادف شمارش و خشک گردید. سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید (رونانینی و همکاران، 2004). به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) به صورت زیر استفاده گردید.

$$GW = \begin{cases} a + bt_0 & t < t_0 \\ a + bt & t > t_0 \end{cases}$$

در این رابطه GW وزن دانه، t زمان، b سرعت پر شدن دانه است، t₀ پایان دوره پر شدن دانه و a عرض از مبدأ است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: 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

آفت کشی مورد استفاده قرار نگرفت. آبیاری بر اساس شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام گرفت. کود نیتروژنه از منبع اوره به صورت سرک و در سه مرحله، هم‌زمان با کاشت، مرحله 6-8 برگی و مرحله رویت طبق بکار برده شد. رقم مورد استفاده مستر نام داشت که از مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج فراهم گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در 3 تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل کود نیتروژنه در سه سطح (صفر، 80 و 160 کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و باکتری‌های محرک رشد در چهار سطح (عدم پرایمینگ، بیوپرایمینگ بذر با ازتوباکتر کروکوکوم استرین 5 (*Azotobacter chroococcum* strain 5)، آزوسپریلیوم لیپوفرانوم استرین OF (*Azospirillum lipoferum* strain OF) و سودوموناس استرین 186 (*Pseudomonas* strain 186) بودند. این باکتری‌ها بومی خاک‌های کشور بوده و مایه تلقیح آن‌ها از بخش تحقیقات بیولوژی موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. برای پرایمینگ بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هرگرم آن دارای 10⁷ عدد باکتری زنده و فعال بود، استفاده گردید. همچنین از محلول صمغ عربی برای

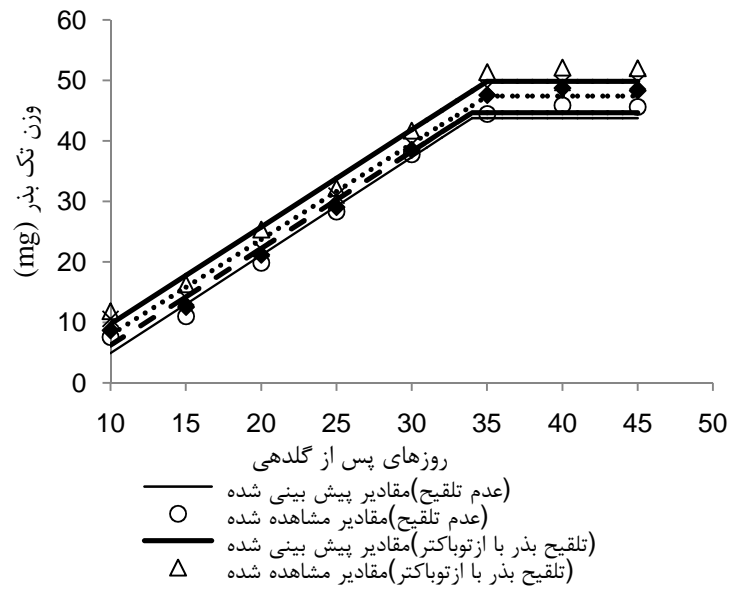
ابتدا وزن دانه در بیوپرایمینگ بذر با انواع مختلف باکتری‌ها به صورت خطی افزایش یافته و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی). پس از این مرحله وزن دانه از تغییرات چندانی برخوردار نبوده و به صورت یک خط افقی در آمد. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که در بین ترکیب تیماری بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد و سطوح مختلف کود نیتروژنه، از نظر دوره موثر پر شدن، حداکثر وزن دانه و طول دوره پر شدن دانه تفاوت‌هایی وجود دارد. به عبارتی شیب خط برازش شده یا سرعت پر شدن دانه در بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌ها یکسان نبود. بررسی بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌ها در سطوح مختلف نیتروژن (جدول 3) نشان می‌دهد که حداکثر وزن تک بذر (63/02 میلی‌گرم) در ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و حداقل آن (43/78 میلی‌گرم) در ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد گردید. بر اساس نتایج بدست آمده معلوم گردید که با افزایش نیتروژن، وزن تک بذر آفتابگردان افزایش یافته و با کاهش نیتروژن وزن تک بذر کاهش می‌یابد. به طوری که در هر ترکیب تیماری در حالت عدم مصرف نیتروژن، وزن تک بذر حداقل و در بالاترین سطح مصرف کود نیتروژنه (160 کیلوگرم در هکتار) بیشترین وزن تک بذر برآورد گردید. به نظر می‌رسد با افزایش مصرف نیتروژن، به دلیل افزایش میزان اسیمیلاسیون، نقل و انتقال مواد به دانه و طول دوره پر شدن دانه افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که طول دوره پر شدن دانه با افزایش سطح کود نیتروژنه و کاربرد باکتری‌های محرک رشد افزایش می‌یابد (جدول 3). حداکثر طول دوره پر شدن دانه (37/01 روز) به ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و حداقل طول این دوره (34/45 روز) به ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری تعلق داشت. دوره موثر پر شدن دانه آفتابگردان با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت (جدول 3). همچنین بیوپرایمینگ بذر با

کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ($t < t_0$) سرعت پر شدن دانه را نشان می‌دهد. با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) بدست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه مذکور قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه $EFP=MGW/GFR$ استفاده شد (الیس و پاتیا فیلهو 1992). در این رابطه EFP دوره موثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه است.

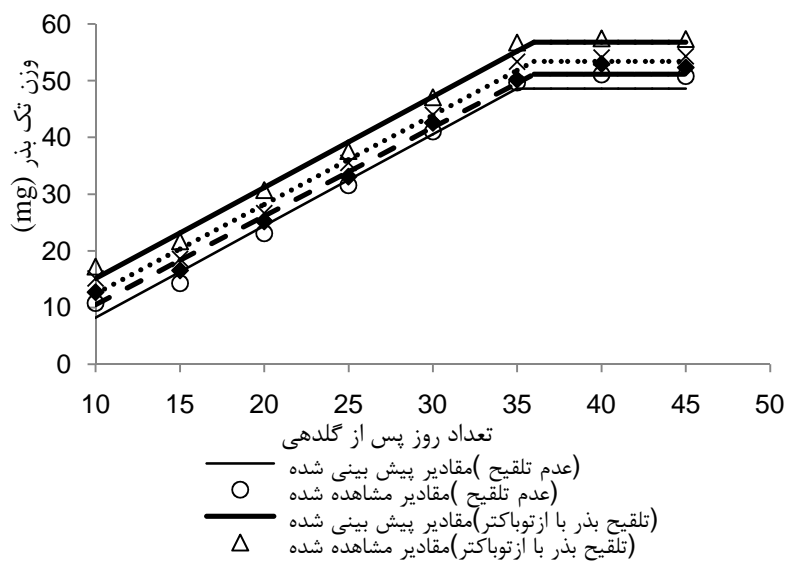
برای اندازه‌گیری روغن از روش سوکسله و پروتئین دانه از روش کج‌دال استفاده گردید. عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه و عملکرد پروتئین دانه با ضرب کردن درصد پروتئین در عملکرد دانه برآورد گردید. عملکرد دانه از سطحی معادل یک متر مربع از خطوط اصلی هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه‌ای برآورد گردید. برای برآورد اجزای عملکرد و برخی دیگر از صفات از جمله قطر ساقه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق، ارتفاع بوته و قطر طبق از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه 8 بوته به صورت تصادفی و از بین بوته‌های رقابت‌کننده برداشت و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش آن صفت در تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه سرعت و دوره پر شدن دانه از رویه DUD و دستور Proc NLIN نرم افزار SAS استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

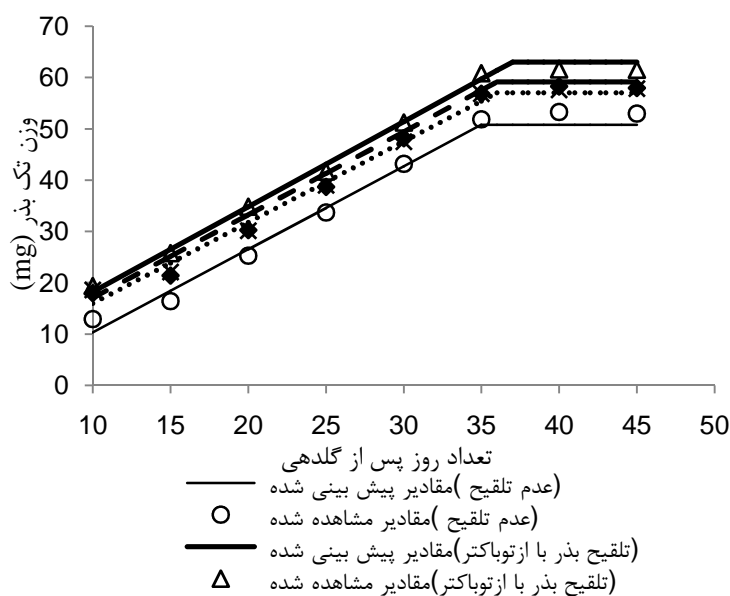
بررسی روند پر شدن دانه آفتابگردان تحت تأثیر نیتروژن و بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد در شکل‌های 1 تا 3 نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه باکتری‌های محرک رشد مشابه است. بدین ترتیب که



شکل ۱- روند تغییرات سرعت پر شدن دانه آفتابگردان در حالت عدم مصرف نیتروژن و بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد



شکل ۲- روند تغییرات سرعت پر شدن دانه آفتابگردان در حالت مصرف 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد



شکل 3- روند تغییرات سرعت پر شدن دانه آفتابگردان در حالت مصرف 160 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد

جدول 3- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر وزن تک بذر، دوره موثر پر شدن دانه، طول دوره پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه آفتابگردان

معادله برازش شده	طول دوره پر شدن دانه (روز)	حداکثر وزن دانه (میلی گرم)	دوره موثر پر شدن دانه (روز)	ترکیب تیماری
$Y = -0.0112 + 0.00188x$	34/45	43/78	23/19	عدم مصرف کود نیتروژنه × عدم تلقیح با باکتری
$Y = -0.0062 + 0.0019x$	35/37	49/85	26/15	عدم مصرف کود نیتروژنه × تلقیح با ازتوباکتر
$Y = -0.0078 + 0.00192x$	35/1	47/42	24/61	عدم مصرف کود نیتروژنه × تلقیح با آزوسپریلیوم
$Y = -0.0097 + 0.00186x$	35/45	44/69	23/93	عدم مصرف کود نیتروژنه × تلقیح با سودوموناس
$Y = -0.008 + 0.00194x$	35/17	48/62	25/01	مصرف 80 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × عدم تلقیح با باکتری
$Y = -0.0009 + 0.0019x$	36/44	56/8	28/5	مصرف 80 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × تلقیح با ازتوباکتر
$Y = -0.0033 + 0.00205x$	36/25	53/41	26/02	مصرف 80 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × تلقیح با آزوسپریلیوم
$Y = -0.00511 + 0.00184x$	36/12	51/12	27/78	مصرف 80 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × تلقیح با سودوموناس
$Y = -0.0058 + 0.00191x$	35/45	50/75	26/51	مصرف 160 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × عدم تلقیح با باکتری
$Y = 0.0015 + 0.00203x$	37/01	63/02	30/9	مصرف 160 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × تلقیح با ازتوباکتر
$Y = 0.00017 + 0.00189x$	36/32	56/8	29/9	مصرف 160 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × تلقیح با آزوسپریلیوم
$Y = -0.00086 + 0.00207x$	36/45	57/96	28	مصرف 160 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه × تلقیح با سودوموناس

غذایی و القای مقاومت سیستماتیک به عوامل بیماری‌زا افزایش دهند (بور و همکاران 2000). چاندراسکار و همکاران (2005) افزایش ارتفاع ارزن را بر اثر تلقیح با ازتوباکتر و آزوسپریلیوم همراه با کاربرد اوره گزارش دادند. زهیر و همکاران (2000) افزایش 5/8 درصدی ارتفاع بوته ذرت را به واسطه تلقیح آن با ازتوباکتر و سودوموناس گزارش نمودند. آن‌ها تولید اسید ایندول-3-استیک به وسیله سویه‌های مختلف باکتری‌های جنس ازتوباکتر را عامل افزایش قابل ملاحظه در رشد و عملکرد گزارش کردند. کادر و همکاران (2002) تلقیح بذر با ازتوباکتر در سطوح مختلف کود نیتروژن را بر ارتفاع نهایی بوته مثبت و معنی‌دار ارزیابی نمودند. بدوی و آمر (1997) نیز به افزایش 24 درصدی ارتفاع بوته به واسطه تلقیح بذر با ازتوباکتر اشاره نمودند. شایان ذکر است که ارتفاع بوته در ترکیب‌های تیماری $N_{160} \times$ عدم تلقیح با باکتری و $N_{80} \times$ ازتوباکتر در یک گروه قرار داشته و از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند (جدول 5). این نتایج با یافته‌های سلیمان‌زاده و همکاران (2010) در مورد تأثیر کود نیتروژن و ازتوباکتر بر ارتفاع آفتابگردان مطابقت داشت.

قطر طبق: به صورت معنی‌داری تحت تأثیر فاکتورهای مورد بررسی قرار گرفت (جدول 4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر دارای بیشترین قطر طبق (31/8 سانتی‌متر) و ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری دارای کمترین قطر طبق (20/93 سانتی‌متر) بود (جدول 5). احمد و همکاران (2010) افزایش قطر طبق را در استفاده از کودهای بیولوژیکی نسبت به شاهد گزارش نمودند. سلیمان‌زاده و همکاران (2010) اثر باکتری و اثر متقابل باکتری در سطوح نیتروژن را بر قطر طبق نسبت به شاهد غیر معنی‌دار گزارش کردند. این در حالی است که شوکت و همکاران (2006) تأثیر باکتری‌های محرک رشد را بر قطر طبق آفتابگردان معنی‌دار گزارش نمودند.

باکتری‌های محرک رشد نسبت به عدم پرایمینگ بذر با باکتری موجب افزایش طول این دوره گردید. حداکثر طول دوره موثر پر شدن دانه (30/9 روز) در ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و حداقل طول این دوره (23/19 روز) در ترکیب $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد گردید. کاتو (1999) و کوماری و والارماسی (1998) اظهار داشتند که دانه‌های با وزن بالاتر، از سرعت پر شدن بالاتری نسبت به دانه‌های با وزن کمتر برخوردار می‌باشند. چو و همکاران (1987) و تسونو و همکاران (1994) علت زیادتر بودن سرعت پر شدن دانه در بوته‌هایی که کود نیتروژن به صورت سرک دریافت کرده بودند را به غلظت بالای نیتروژن برگ در طی مرحله پر شدن دانه نسبت دادند، زیرا مصرف نیتروژن در طول دوره رشد به ویژه دوره پر شدن دانه موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ-های بالایی و تأخیر در پیری برگ می‌گردد، که این موضوع موجب افزایش میزان مواد فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و افزایش وزن دانه می‌گردد (میورچپای و همکاران 2002).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات زراعی آفتابگردان در جدول 4 نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن، بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد و اثر متقابل این دو عامل بر بیشتر صفات مورد بررسی به جزء وزن هزار دانه و قطر ساقه تأثیر معنی‌داری داشت.

ارتفاع بوته: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته (180/97 سانتی‌متر) به ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و کمترین آن (152/87 سانتی‌متر) به ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری تعلق داشت (جدول 5). باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع گیاه و قابلیت تولید را از طریق سنتز فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، سهولت جذب مواد

تیماری کود نیتروژنه و ازتوباکتر را بر عملکرد دانه آفتابگردان غیر معنی‌دار گزارش کردند. آنان دلیل آن را pH خاک و نبودن زمان کافی برای رسیدن به حداکثر فعالیت ازتوباکتر نسبت دادند. حسن آبادی و همکاران (1389) اظهار داشتند که افزایش عملکرد ناشی از تلقیح بذر بوسیله باکتری‌های محرک رشد، ناشی از افزایش جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر است که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی موجب بهبود رشد گیاه و در نهایت افزایش عملکرد می‌شوند. روستی و همکاران (2006) علت افزایش عملکرد توسط باکتری‌های محرک رشد به همراه کود نیتروژنه را، به نقش مثبت باکتری در تنظیم و تولید هورمون‌های محرک رشد و توسعه بهتر ریشه گیاه نسبت دادند که با فراهم سازی امکان جذب بیشتر به بهبود عملکرد کمک می‌نماید. نتایج بررسی‌های اکبری و همکاران (1388) نشان داد که عملکرد بذرهای تلقیح شده آفتابگردان با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد نسبت به عملکرد بذرهای بدون تلقیح از افزایش 9 درصدی برخوردار بودند. کلپر و بیوچاپ (1992) گزارش کردند که عملکرد گندم بین 30 تا 40 درصد در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد افزایش می‌یابد. کلپر و همکاران (1980a,b) اظهار داشتند که عملکرد گیاهانی همچون برنج، ذرت و نیشکر در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد 10 تا 30 درصد افزایش می‌یابند. زهیر و همکاران (1998) افزایش 19/8 درصدی عملکرد دانه ذرت را بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم گزارش کردند. عرب و همکاران (1387) تولید فیتوهورمون‌ها از جمله اکسین توسط باکتری آزوسپریلیوم را یکی از دلایل افزایش عملکرد گیاهان تلقیح شده با باکتری آزوسپریلیوم عنوان کردند. برخی محققین معتقدند افزایش میزان نیتروژن و عملکرد دانه در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به سه دلیل عمده صورت

تعداد دانه در طبق: بیشترین تعداد دانه در طبق (1050/6) از ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و کمترین آن (775/6) از ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری بدست آمد (جدول 5). این افزایش حدود 26/17 درصد نسبت به تیمار شاهد می‌باشد. سلیمان‌زاده و همکاران (2010) نتایج مشابهی را گزارش کردند. آن‌ها افزایش تعداد دانه در طبق را در اثر تلقیح بذر با ازتوباکتر 7 درصد گزارش نمودند. حسن‌زاده و همکاران (1386) افزایش 17 درصدی تعداد دانه در سنبله جو را تحت تأثیر باکتری محرک رشد برآورد نمودند. رجایی و همکاران (1386) در بذرهای گندم تلقیحی با ازتوباکتر اظهار داشتند که در پرایمینگ بذر با ازتوباکتر با وجود اینکه بین مقایسه میانگین ترکیبات تیماری اختلافاتی وجود داشت ولی این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

عملکرد دانه: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد و سطوح مختلف کود نیتروژنه حاکی از آن است که بیشترین عملکرد دانه (3603/35 کیلوگرم در هکتار) در پرایمینگ بذر با ازتوباکتر و مصرف 160 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و کمترین آن (2577/5 کیلوگرم در هکتار) در حالت عدم پرایمینگ بذر و بدون مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید (جدول 5). در ضمن عملکرد دانه در ترکیب تیماری $N_{160} \times$ عدم تلقیح با باکتری و $N_{80} \times$ ازتوباکتر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این بدان معنی است که با مصرف کم کود نیتروژنه همراه با استفاده از باکتری‌های محرک رشد می‌توان به عملکردی معادل ترکیب تیماری $N_{160} \times$ عدم تلقیح رسید. به عبارتی به نظر می‌رسد با این عمل می‌توان با مصرف کم کود شیمیایی ضمن صرفه جویی در هزینه و امکان کاهش آلودگی احتمالی منابع آب زیرزمینی در اثر آبتشویی نیترات، به عملکرد قابل قبولی دست پیدا نمود. البته سلیمان‌زاده و همکاران (2010) اثر ترکیب

مختلف باکتری در این آزمایش نسبت به شاهد بین 0/27 تا 18 درصد برآورد گردید که به ترتیب به سویه-هایی از باکتری سودوموناس و ازتوباکتر مربوط می-شد (شوکت و همکاران، 2006).

بررسی‌های سلیمان‌زاده و همکاران (2010) نشان داد که عملکرد روغن در اثر ازتوباکتر به صورت معنی‌داری افزایش یافت. به طوری که بذرهایی تلقیح شده با ازتوباکتر نسبت به بذور تلقیح نشده دارای 7 درصد عملکرد روغن بیشتری بودند. آن‌ها همچنین گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در عملکرد روغن بین 100 درصد کود نیتروژنه توصیه شده (2/015 t/ha) و 75 درصد کود نیتروژنه توصیه شده (1/986 t/ha) عملکرد روغن وجود ندارد.

بنابراین با اثر مثبت ازتوباکتر بر عملکرد روغن می-توان نتیجه گرفت که استفاده از کودهای بیولوژیکی در افزایش عملکرد روغن آفتابگردان نسبت به کودهای شیمیایی برتری دارد. این نتایج می‌تواند تا اندازه‌ای کشاورزان را در استفاده از کودهای بیولوژیکی و به نوعی کشاورزی ارگانیک ترغیب نماید (سلیمان‌زاده و همکاران، 2010).

عملکرد روغن: اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی عملکرد روغن را نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش داد (جدول 5). با توجه به اینکه درصد روغن عملکرد دانه در اثر کاربرد تیمارها افزایش یافت، افزایش عملکرد روغن دور از انتظار نبود. بیشترین عملکرد روغن (1887/81 kg/ha) مربوط به ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و کمترین آن (1057/2 kg/ha) در ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد گردید. البته اختلاف آماری معنی‌داری بین ترکیب‌های تیماری $N_{160} \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری و $N_{80} \times$ تلقیح با ازتوباکتر در عملکرد روغن وجود نداشت (جدول 5).

می‌گیرد که ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد ریشه و جذب نیتروژن از خاک (دسلامونه و دوبرینر، 1996)، تأثیر بر جذب NO_3^- با احیاء این ترکیب توسط باکتری‌ها در ناحیه ریشه (فریرا و همکاران، 1987) و تثبیت N_2 (اوکان و همکاران، 1983) از جمله این دلایل محسوب می‌شوند.

درصد روغن: افزایش روغن از اهداف اصلی تولید دانه‌های روغنی است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 4) حاکی از آن است که درصد روغن تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. اثر ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر بیشترین درصد روغن (52/47%) و ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری کمترین درصد روغن (41/02%) را نشان داد (جدول 5). تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تأثیر مثبت و معنی‌داری در افزایش روغن آفتابگردان داشت. کاظم و آل میسلی (1992) و استیر و سیلر (1990) گزارش کردند که با افزایش کاربرد نیتروژن، درصد روغن بذر کاهش می‌یابد. در حقیقت رابطه منفی بین افزایش نیتروژن و درصد روغن وجود دارد. در این آزمایش به نظر می‌رسد مقدار کود نیتروژنه در حدی نبود که بتواند درصد روغن را کاهش دهد.

بررسی اکبری و همکاران (1388) نشان داد که در تیمار تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد، درصد روغن نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است. شهابا و خواز (2003) افزایش معنی‌دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد باکتری‌های محرک رشد گزارش نمودند. شوکت و همکاران (2006) در تلقیح باکتری‌های محرک رشد با بذر آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که درصد روغن در بیشتر سویه‌های باکتری‌های بکار برده شده افزایش یافت. بیشترین درصد روغن (30/35%) به ازتوباکتر تعلق داشت. همچنین افزایش درصد روغن در اثر تلقیح سویه‌های

جدول 4- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه آفتابگردان در مقادیر مختلف کود نیتروژنه و تلفیح بذر با باکتریهای محرک رشد

میانگین مریعات										منبع تغییر				
عملکرد پروتئین	درصد پروتئین	درصد روغن	عملکرد روغن	عملکرد روغن	درصد روغن	درصد دانه	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در طبق	قطر طبق	قطر ساقه	ارتفاع بوته	آزادی	درجه
2615/97 ^{**}	0/38 ^{ns}	6/24 ^{ns}	6930/404 ^{ns}	42760/091 ^{**}	3/04 ^{ns}	4299/71 ^{**}	1/97 [*]	4/41 ^{ns}	1/86 ^{ns}	2	تکرار			
165377/61 ^{**}	13/05 ^{**}	110/99 ^{**}	906516/753 ^{**}	1853991/14 ^{**}	1/21 ^{ns}	156352/74 ^{**}	121/5 ^{**}	5/04 ^{ns}	954/1 ^{**}	2	کود نیتروژنه			
22464/62 ^{**}	5/46 ^{**}	25/41 ^{**}	95846/731 ^{**}	111312/052 ^{**}	2/79 ^{ns}	4820/91 ^{**}	23/83 ^{**}	10/9 ^{ns}	83/78 ^{**}	3	باکتریهای محرک رشد			
37601/26 ^{**}	4/88 ^{**}	28/104 ^{**}	192205/775 ^{**}	370427/25 ^{**}	1/59 ^{ns}	30025/86 ^{**}	30/46 ^{**}	5/1 ^{ns}	213/15 ^{**}	6	نیتروژنه × باکتری			
453/18	0/29	5/73	4215/591	1961/156	1/705	368/328	0/436	3/95	7/16	22	خطا			

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول 5- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری مختلف کود نیتروژنه در پیش تیمار بذر با باکتریهای محرک رشد بر برخی صفات در آفتابگردان

عملکرد (kg/ha)	پروتئین (%)	عملکرد روغن (kg/ha)	روغن (%)	عملکرد دانه (kg/ha)	تعداد دانه در طبق	قطر طبق (cm)	ارتفاع بوته (cm)	باکتری	کود
524/37 ^g	20/34 ^e	1057/2 ^l	41/02 ^e	2577/5 ^u	775/6 ^l	20/93 ^u	152/87 ^g	عدم تلقیح	
607/21 ^{et}	21/65 ^{cd}	1295/24 ^{ig}	46/2 ^{bcd}	2803/93 ^l	835/36 ^e	23/13 ^{gn}	156/93 ^{ig}	ازتوباکتر	
575/58 ^l	21/65 ^{cd}	1160/39 ^{nl}	43/7 ^{de}	2657/07 ^g	806/27 ^{et}	21/96 ^{gn}	158/93 ^{et}	آزوسپریلیوم	عدم مصرف کود
578/01 ^l	21/43 ^{cd}	1189/96 ^{gh}	44/13 ^{de}	2695/94 ^g	799/18 ^l	23/26 ^l	161/9 ^{de}	سودوموناس	
633/27 ^e	21/21 ^{de}	1343/17 ^l	45 ^{de}	2984/56 ^e	891/43 ^u	22/06 ^{gn}	164/1 ^{cd}	عدم تلقیح	
735/63 ^c	22/04 ^{bcd}	1572/86 ^{cd}	47/13 ^{bcd}	3336/93 ^c	973/62 ^b	24/66 ^{de}	170 ^b	ازتوباکتر	80 کیلوگرم
695/45 ^d	21/71 ^{cd}	1488/54 ^{de}	46/46 ^{bcd}	3202/18 ^d	948/02 ^{bc}	23/56 ^{ef}	167/16 ^{bc}	آزوسپریلیوم	در هکتار
683/25 ^d	21/76 ^{cd}	1455/23 ^e	46/36 ^{bcd}	3139/15 ^d	935/54 ^c	23/95 ^{ef}	168/77 ^{bc}	سودوموناس	
744/15 ^{bc}	22/05 ^{bcd}	1600/85 ^{cd}	47/43 ^{bcd}	3374/45 ^c	1023/87 ^a	25/2 ^u	170/36 ^b	عدم تلقیح	
921/98 ^a	25/59 ^a	1887/81 ^a	52/47 ^a	3603/35 ^a	1050/6 ^a	31/8 ^a	180/97 ^a	ازتوباکتر	160 کیلوگرم
778/95 ^b	22/46 ^{bc}	1736/5 ^d	50/05 ^{ab}	3471/12 ^b	1025/66 ^a	27/3 ^c	178/87 ^a	آزوسپریلیوم	در هکتار
779/21 ^b	22/89 ^b	1675/41 ^{bc}	49/3 ^{abc}	3400/75 ^{bc}	1025 ^a	29/1 ^d	171/66 ^b	سودوموناس	

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

آزمایشی به طور معنی‌داری افزایش یافت. تلقیح بذر با هر یک از باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش عملکرد پروتئین نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین عملکرد پروتئین دانه (921/98 kg/ha) به اثر ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و کمترین آن (kg/ha) N_0 در ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد گردید (جدول 5).

نتیجه گیری کلی

به نظر می‌رسد کاربرد توام کود نیتروژنه و پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد نسبت به مصرف مداوم کود های نیتروژنه و یا استفاده منفرد از باکتری‌های محرک رشد بیشترین تاثیر را در بهبود صفات مورد بررسی از جمله عملکرد و اجزای عملکرد دانه داشته است. طوری که بیشترین عملکرد دانه در پرایمینگ بذر با ازتوباکتر و مصرف 160 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و کمترین آن در حالت عدم پرایمینگ بذر و بدون مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید، ضمن آنکه عملکرد دانه در ترکیب تیماری $N_{160} \times$ عدم تلقیح با باکتری و $N_{80} \times$ ازتوباکتر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این بدان معنی است که با مصرف کم کود نیتروژنه همراه با استفاده از باکتری‌های محرک رشد می‌توان به عملکردی معادل ترکیب بالای کود نیتروژنه در حالت عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد دست یافت. به عبارتی به نظر می‌رسد با این عمل می‌توان با مصرف کم کود شیمیایی ضمن صرفه جویی در هزینه و امکان کاهش آلودگی احتمالی منابع آب زیرزمینی در اثر آبشویی نترات، به عملکرد قابل قبولی دست پیدا نمود.

بررسی‌های سلیمان‌زاده و همکاران (2010) در خصوص تأثیر تلقیح بذر آفتابگردان با ازتوباکتر در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که عملکرد روغن در اثر ازتوباکتر به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. به طوری که بذره‌های تلقیح شده با ازتوباکتر نسبت به بذور تلقیح نشده دارای 7 درصد عملکرد روغن بیشتری بودند. بنابراین با اثر مثبت ازتوباکتر بر روی عملکرد روغن، به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیکی در افزایش عملکرد روغن آفتابگردان به همراه کودهای شیمیایی مهم باشد.

درصد و عملکرد پروتئین : اثر اصلی نیتروژن و متقابل آن در باکتری‌های محرک رشد بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 4). درصد پروتئین دانه در ترکیب تیماری $N_{160} \times$ تلقیح بذر با ازتوباکتر نسبت به تیمار شاهد به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول 5). بیشترین درصد پروتئین دانه (25/59%) به ترکیب تیماری $N_{160} \times$ ازتوباکتر و کمترین آن (20/34%) به ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری تعلق داشت (جدول 5). زامبر و همکاران (1984) افزایش درصد پروتئین دانه گندم را در اثر تلقیح با ازتوباکتر به همراه کود نیتروژن گزارش نمودند. در حالی که زاید و همکاران (2003) اثر تلقیح ازتوباکتر را بر درصد پروتئین دانه گندم غیر معنی‌دار گزارش کردند. مستأجران و همکاران (1384) در آزمایشی گزارش کردند که پرایمینگ بذر گندم قبل از کشت سبب افزایش درصد پروتئین می‌شود هر چند که میزان این تأثیر با اثر متقابل رقم زراعی و سویه‌های باکتری همبستگی مستقیمی داشت. ولی در همه شرایط، همیاری باکتری محرک رشد و گندم وضعیت بهتری عرضه نمود. رجایی و همکاران (1386) در آزمایشی بر گندم گزارش کردند که در اثر تلقیح بذر گندم با ازتوباکتر، درصد پروتئین دانه به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. عملکرد پروتئین تحت تأثیر تیمارهای

منابع مورد استفاده

- اسماعیلی م، 1379. بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد و کیفیت دانه آفتابگردان. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی زنجان. صفحه 51.
- اکبری پ، قلاوند ا، مدرس ثانوی س ع م، 1388. اثرات سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد بر فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد 2، شماره 3. صفحه های 119-134.
- امام ی، سلیمی کوچی س و شکوفا آ، 1388. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط آبی و دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد 7، شماره 1. صفحه 321-332.
- حسن آبادی ط، اردکانی م ر، رجالی ف، پاکژاد ف و افتخاری ا، 1389. اثر کاربرد همزمان کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر صفات مورفولوژیک جو، مجموعه مقالات اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- حسن‌زاده قورت تپه ع و قلاوند ا، 1384. بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن در برخی از ارقام آفتابگردان در آذربایجان غربی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. ویژه‌نامه زراعت و اصلاح نباتات. صفحه های 20-27.
- حسن‌زاده ا، مظاهری د، چایی‌چی م ر و خاوازی ک، 1386. کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو. مجله پژوهش و سازندگی، شماره 75، صفحه های 111-118.
- رجایی س، علیخانی ح ع و رئیسی ف، 1386. اثر پتانسیل‌های محرک رشد سویه‌های بومی ازتوباکتر کروکوکوم روی رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره چهل و یکم. صفحه های 285-296.
- سید شریفی ر، 1388. گیاهان صنعتی. انتشارات عمیدی تبریز. چاپ دوم. صفحه 422 صفحه.
- عرب س م، اکبری غ ع، علیخانی ح ع، ارزانش م ح و اله دادی ا، 1387. بررسی توانایی تولید اکسین توسط باکتری‌های جداسازی شده بومی جنس آزوسپیریلوم و ارزیابی اثرات محرک رشدی جدایه برتر بر گیاه ذرت شیرین. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ج 6، ش 2، صفحه های 217-225.
- عرشی ی، 1373. علوم و تکنولوژی آفتابگردان. انتشارات اداره کل پنبه و دانه‌های روغنی ایران. 75 صفحه.

- علیخانی ح و صالح راستین ن، 1380. ضرورت تولید انبوه کودهای بیولوژیکی محرک رشد گیاه PGPR در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیکی در کشور، نشر آموزش کشاورزی، کرج. 37 صفحه.
- گلچین ا، 1379. بررسی اثرات سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد آفتابگردان. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی زنجان. 50 صفحه.
- مستأجران ا، عموقائی ر و امتیازی گ، 1384. اثر آزوسپریلیوم و اسیدپته قلیائی آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام زراعی گندم. مجله زیست شناسی ایران. جلد 18. شماره 3. صفحه های 248-260.
- Ahmed, AG, Orabi SA and Gaballah MS, 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. *Inter. J. Aca. Res* 4: 271-277.
- Badawy FH and SB Amer, 1977. The effect of inoculation with *Azotobacter* on the growth of wheat and tomato plants. *Libyan J. Agric* 3: 141-143.
- Burd GI, Dixon DG and Glick BR, 2000. Plant Growth Promoting Rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. *Can. J. Microbiol* 33: 237-245.
- Cakmakci RI, Donmez MF and Erdogan U, 2007a. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on barely seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turk. J. Agric* 31:189-199.
- Chandrasekar BR, Ambrose G and Jayabalan N, 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloafrumentacea* (Roxb) Link. *J. Agric. Technol* 1: (2).223-234.
- Cho DS, Jong SK, Park YK and 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 J Crop Sci* 32(1): 103-111.
- Daynard, TB, Tanner JW and Duncan WG, 1971. Duration of the grain filling period and its relationship to grain yield in corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci* 11: 45-48.
- De Salomone G and Dobereiner J, 1996. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. *Biol. Fertil. Soils* 21: 193-196.
- Ellis RH and Pieta-Filho C, 1992. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. *Seed Sci Res* 2: 19-25.
- Fages J and Arsac JF, 1991. Sunflower inoculation with *Azospirillum* and other Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Plant and Soil* 137: 87-90.
- Ferreira MCB, Fernandes MS and Dobereiner J, 1987. Role of *Azospirillum brasilense* nitrate reductase in nitrate assimilation by wheat plants. *Biol. Fertil. Soils* 4: 47-53.

- Kader MA, Main MH and Hoque MS, 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *J. Biol. Sci* 2: 259-261.
- Kasem MM and EL-Mesilby MA, 1992. Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower (*Helianthus annuus* L.). I. Growth characters. *Agric Sci* 30: 653-663.
- Kato T, 1999. Genetic environmental variations and association of the characters related to the grain filling processing rice cultivars. *Plant Product Sci* 2(1): 32-36
- Kloepper J and Beauchamp W, 1992. A review of issues related to measuring of plant roots by bacteria. *Can J. Microbiol* 38: 1219-1232.
- Kloepper JW, Leong L and TeintzeMandSchroth MN, 1980a. Enhanced plant growth by siderophores produced by PGPR. *Nature* 268: 885-886.
- Kloepper JW, Schroth MN and Miller TD, 1980b. Effect of rhizosphere colonization by Plant Growth Promoting Rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathica* 70: 1078-1082.
- Kumari SL and Valarmathi G, 1998. Relationship between grain yield grain filling rate and duration of grain filling in rice. *Madras Agric J* 85: 210-211.
- Majedi R and Khademi Z, 1999. Effect of placement of potassium and phosphorus fertilization crop yield. International symposium on balanced fertilization and crop response to potassium. *Soil and Water Res* 3: 312-315.
- Murchie EH, Yang J, Hubbart S, Horton P and Peng S, 2002. Are there associations between grain-filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field-grown rice? *J. Euro. Sci* 53 :2217-2224.
- Okon Y, Heytler PG and Hardy RWF, 1983. N₂ fixation by *Azospirillum brasilense* and its incorporation into host *Setaria italica*. *Appl. Environ. Microbiol* 46: 694-697.
- Roesti, D, Gaur R, Johri BN, Imfeld G, Sharma S, Kawaljeet K, Aragno M, 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bioinoculation of Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria effect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biol. Biochem* 38: 1111-1120.
- Ronanini D, Savin R and Hal 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 Res* 83: 79-90.
- Scheiner JD, Gutierrez-Boem FH and Lavado RS, 2002. Sunflower nitrogen requirement and ¹⁵N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *Eur. J. Agron* 17: 73-79.
- Shaukat K, Afrasayad S and Hasman S, 2006. Growth responses of *Helianthus annuus* to Plant Growth Promoting Rhizobacteria used as a biofertilizer. *J. Agric. Res* 1: 573-581.
- Shehata MM and EL-Khawas SA, 2003. Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. *Pak. J. Biol. Sci* 6(14): 1257-1268.

- Soleimanzadeh H, Habibi D, Ardakani MR, Paknejad F and Rejali F, 2010. Response of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) to Inoculation with *Azotobacter* under Different Nitrogen Levels. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci* 7(3): 265-268.
- Spiets JH and Vos J, 1985. Grain growth of wheat and its limitation by carbohydrate and nitrogen supply. Pp: 129-141. *Crop Sci* 36: 541-549.
- Steer BT and Seiler GI, 1990. Changes in fatty acid composition of sunflower seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. *J. Sci. Food Agric* 51: 11-26.
- 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. *Bull. Facu. Agric. Tottori Uni* 47: 1-10.
- 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. *Agron J* 33:251-258.
- Zahir AZ, Arshad M and Khalid A, 1998. Improving maize yield by inoculation with Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Pak. J. Soil. Sci* 15: 7-11.
- Zahir AZ, Abbas SA, Khalid A and Arshad M. 2000. Substrate dependent microbially derived plant hormones for improving growth of maize seedling. *Pak. J. Bio. Sci* 3: 289-291.
- Zaied KA, Abd-El-Hady AH, Afify AH and Nassef MA, 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of Rhizobacteria. *Pak. J. Bio. Sci* 6: 344-358.
- Zamber MA, Konde BK and Sonar KR, 1984. Effect of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* inoculation under graded levels of nitrogen on growth and yield of wheat. *Plant Soil* 79: 61-67.