

مطالعه اثر تلفیقی کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر کارایی مصرف کود، عملکرد دانه و صفات وابسته به رشد دانه جو

رئوف سید شریفی^{*}، سمانه حسنی^۱، محمد صدقی^۱ و رضا سید شریفی^۱

۱- دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

به منظور بررسی اثر تلفیقی کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر کارایی مصرف کود، عملکرد دانه و صفات وابسته به رشد جو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۱ انجام گردید. تیمارها شامل زمان‌های مصرف کود نیتروژن در سه سطح T1 (۱/۳ در زمان کاشت + ۱/۳ در مرحله ساقه روی + ۱/۳ قبل از سنبله دهی)، T2 (۱/۴ به هنگام کاشت + ۱/۲ زمان پنجه زنی و ساقه روی + ۱/۴ قبل از سنبله دهی)، T3 (۱/۴ به هنگام کاشت + ۱/۴ پنجه زنی + ۱/۴ ساقه روی + ۱/۴ سنبله دهی) و تلقیح بذر با کودهای زیستی در پنج سطح شامل (عدم تلقیح به عنوان شاهد، تلقیح با ازتوباکتر کروکو کوم سویه ۵، آزوسپریلوم لیپوفروم سویه OF، سودوموناس پوتیدا سویه‌های ۴۱ و ۴) بود. عملکرد و اجزای عملکرد، سرعت و طول دوره موثر پرشدن دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر زمان مصرف کود نیتروژن دار و تلقیح بذر با کودهای زیستی قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر وزن دانه (۰/۰۵۸۷ گرم)، سرعت (۰/۰۰۱۸ گرم در روز) و طول دوره موثر پرشدن دانه (۳۲/۶۳ روز) در ترکیب تیماری زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با ازتوباکتر دست آمد.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های محرک رشد، نیتروژن، جو، دوره پر شدن دانه

مقدمه

به منظور کاربرد بهینه کود لازم است کارایی مصرف کود مورد ارزیابی قرار گیرد. افزایش کارایی استفاده از نیتروژن یکی از راهکارهای اساسی در کاهش انباشتگی نیترات و شستشوی آن در خاک است (Mogaddam *et al.*, 2007). کارایی مصرف کود به عوامل زیادی از جمله نوع و زمان مصرف کود بستگی دارد. معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید. به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می‌شود (Good road and Jhelum., 1988). از این مرحله به بعد، واکنش گیاه در برابر کود مصرفی کم شده و کارایی مصرف آن کاهش می‌یابد (Ericson, 1993). در واقع کارایی مصرف کود شاخصی جهت ارزیابی میزان مؤثر بودن مصرف عناصر غذایی یا کودها برای تولید محصول می‌باشند که به صورت مقدار ماده خشک تولید شده بازای هر واحد از عناصر غذایی یا کود مصرف یا جذب شده است (Pal ; Cassman *et al.*, 1998 ; *et al.*, 1996).

عملکرد و اجزای عملکرد در غلاتی مانند گندم و جو تحت تاثیر مستقیم کودهای زیستی و کود شیمیایی نیتروژن قرار می‌گیرد. افزایش عملکرد دانه جو بهاره و گندم بر اثر مصرف کود نیتروژن طی بررسی‌های مختلفی گزارش شده است (Angas *et al.*, 2006 ; Hatfield and Prueger., 2004). بررسی‌های چند ساله گاردنر و همکاران (۱۹۸۵) نشان داد چنان که مصرف کود نیتروژن به صورت سرک با مراحل ساقه دهی، گل دهی و گرده افشانی همزمان باشد عملکرد دانه ۳۰ تا ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. مصدق و اسمیت (۱۹۹۴) گزارش کردند

اهمیت گیاه جو بعنوان یک گیاه متحمل به خشکی در شرایط دیم، ضرورت توجه به گسترش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در واحد سطح این گیاه را در مناطق خشک و نیمه خشک امری اجتناب ناپذیر می‌سازد (سید شریفی و حکم علی پور، ۱۳۸۹). این گیاه پر نیاز و کود پذیر بوده و در طول دوره رشدی خود، مقادیر قابل توجهی نیتروژن از خاک برداشت می‌کند. در مناطق خشک و نیمه خشک میزان مواد آلی خاک که عمده منبع تامین نیتروژن هستند، به دلایل مختلف از جمله بارندگی کم، تناوب زراعی نامناسب، پوشش گیاهی ناچیز و عدم مصرف کودهای دامی و کود سبز کم است و از سویی مصرف نامناسب این نوع کودها با تشدید سرعت فساد مواد آلی، موجب کاهش حاصلخیزی و تخریب ساختمان خاک و آسیب‌های زیست محیطی می‌شود (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). از این رو امروزه به منظور ممانعت از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، جایگزینی بخشی از این کودها توسط کودهای زیستی (چاکماکچی و همکاران ۲۰۰۷) به عنوان مطلوبترین راه حل برای افزایش عملکرد مطرح می‌باشد. این گروه از باکتری‌ها به طور طبیعی در خاک وجود دارند ولی تعداد و تراکم آنها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذر گیاهان با این باکتری‌ها می‌تواند جمعیت آنها را به حد مطلوب رسانده و در نتیجه منجر به بروز اثر مفید آنها در خاک شود (چاکماکچی و همکاران ۲۰۰۷) همچنین باعث بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست میشود (صالح راستین، ۱۳۸۰).

رشد، ناشی از افزایش در گسترش ریشه و حفاظت بیشتر از آن در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه به منظور جذب مواد غذایی است.

وزن نهایی دانه به عنوان یکی از اجزاء تعیین کننده عملکرد دانه به دو عامل سرعت و طول دوره ی پر شدن دانه بستگی دارد (James and Paulsen., 2004). مورچی و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که با افزایش نیتروژن، وزن تک بذر، دوره مؤثر و طول دوره پر شدن دانه افزایش یافته و با کاهش آن تمامی پارامترهای پر شدن دانه نیز کاهش می یابد و اظهار داشتند که کاربرد نیتروژن با افزایش میزان اسیمیلایون، موجب بالارفتن نقل و انتقال مواد به دانه شده و در نهایت می تواند با افزایش سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه، وزن دانه را افزایش دهد. چو و همکاران (۱۹۸۷) علت بیشتر شدن سرعت پر شدن دانه را در بوته‌هایی که کود نیتروژن به صورت سرک دریافت کرده بودند، به غلظت بالای نیتروژن برگ در طی مرحله پر شدن دانه نسبت دادند. یاماگوچی و همکاران (۱۹۹۵) معتقدند که مصرف نیتروژن در طول دوره رشد به ویژه دوره پر شدن دانه، موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ‌های 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. طول 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 می‌سازد (سید شریفی و نظری، ۱۳۹۲). سیوی رود و همکاران

مصرف نیتروژن در شروع مرحله رشد ساقه به دلیل تحریک توسعه سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی گیاه در مراحل اولیه رشد، از عوامل مؤثر در افزایش عملکرد بشمار می رود. شاران و ال سامی (۱۹۹۹) گزارش کردند کاربرد توام کود زیستی (ازتوباکتر و آروسپریلیوم) همراه با کود نیتروژن، موجب افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد و وزن دانه در هر سنبله و عملکرد دانه بوته‌های گندم شد. افزایش میزان تولید در گیاهان در اثر تلقیح بذر با باکتری‌ها به عوامل متعددی نظیر تولید ACC-دآمیناز (جاگنو، ۱۹۸۷)، تثبیت نیتروژن و رها سازی آن در مراحل حساس نیاز کودی (کایا و همکاران، ۲۰۰۰)، توانایی باکتری‌ها در حذف عوامل بیماریزای خاکزی، تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند جیرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و اکسین، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و توسعه سیستم ریشه‌ای (مانسکی و همکاران، ۲۰۰۰؛ کلپر و بیوچامپ، ۱۹۹۲) به منظور دستیابی بیشتر به آب و مواد غذایی (رودرش و همکاران، ۲۰۰۵) نسبت داده شده است. ذبیحی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که تلقیح بذر گندم با آروسپریلیوم و ازتوباکتر موجب افزایش ۴۰ درصدی عملکرد دانه شد و سویه‌های دارای توان تولید ACC-دآمیناز، از بیشترین افزایش در عملکرد برخوردار بودند. چاکماکچی و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تلقیح بذرهای جو با باکتری‌های تحریک کننده رشد گیاه، به افزایش ۳۲ درصدی طول و وزن ریشه‌های جو و افزایش ۲۸/۸ تا ۴۵/۲ درصدی وزن اندام‌های هوایی در مقایسه با تیمار شاهد، منجر گردید. روستی و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند افزایش عملکرد بواسطه باکتری‌های محرک

(۱۹۹۰) گزارش کردند که محلول پاشی در طول دوره پر شدن دانه به دلیل افزایش دوره موثر پر شدن دانه، موجب افزایش عملکرد و درصد پروتئین دانه شد. اهمیت جو در استفاده دو منظوره از آن، نقش کودهای بیولوژیک و شیمیایی نیتروژنه در بهبود عملکرد و کمی بررسی‌هایی انجام شده در خصوص بر هم کنش توام کودهای زیستی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد و کارایی مصرف کود در جو تحت شرایط دیم موجب شد تا کاربرد توام این دو عامل بر عملکرد، سرعت و طول دوره پر شدن دانه مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل زمان‌های مصرف کود نیتروژنه در سه سطح T_1 ($1/3$) به هنگام کاشت + $1/3$ مرحله ساقه روی + $1/3$ قبل از سنبله دهی، T_2 ($1/4$) به هنگام کاشت + $1/2$ مرحله بین پنجه زنی و ساقه روی + $1/4$ قبل از سنبله دهی، T_3 ($1/4$) به هنگام کاشت + $1/4$ پنجه زنی + $1/4$ ساقه روی + $1/4$ سنبله دهی) و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در پنج سطح شامل (عدم تلقیح به عنوان شاهد، تلقیح بذر با ازتوباکتر کورکوروم سویه ۵، آزوسپریلیوم لیپوزوم سویه OF، سودوموناس پوتیدا سویه ۴۱ و سودوموناس پوتیدا سویه ۴) بود. منبع کود نیتروژنه از اوره و به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته

شد. لازم به ذکر است که منظور از ساقه روی، سنبله دهی و پنجه زنی ظهور ۵۰ درصد هر یک از این مراحل بر اساس روش زیدوکس و به ترتیب کدهای ۲۱، ۵۵ و ۲۰ را شامل می‌شد. باکتری‌ها از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور و بذر جو مورد استفاده رقم LB-IRAN بود که از شرکت کشت و صنعت مغان تهیه گردید. مبدا این رقم مکزیکی، با تیپ رشد بهاره، نیمه متحمل به خوابیدگی و متحمل به شوری و مناسب کشت در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود استفاده شد. از محلول صمغ عربی به نسبت ۱۰ درصد وزنی - حجمی برای چسبندگی بهتر باکتری‌ها به بذر استفاده گردید. تمام بذرها به مدت ۴-۵ ساعت در شرایط تاریکی و در مایه تلقیح قرار داده شد. کاشت در ۱۹ فروردین ماه انجام گردید. هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۵ متر با فاصله بین ردیفی ۰/۲۵ متر بود. تراکم کاشت برای تمامی واحدهای آزمایشی ۴۰۰ بذر در متر مربع نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به طریقه دستی و همچنین علف کش توفوردی به نسبت دو در هزار انجام شد. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ و نتایج حاصل از میزان نزولات، رطوبت نسبی و میانگین حداقل و حداکثر دما در طی فصل رشد در شکل ۱ درج شده است.

به منظور تعیین سرعت و طول دوره پر شدن دانه، تعداد ۵ سنبله از ۱۵ روز بعد از گلدهی به فواصل زمانی هر ۵ روز یکبار انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه جدا و سپس شمارش شدند. دانه‌ها به مدت دو ساعت در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد تا

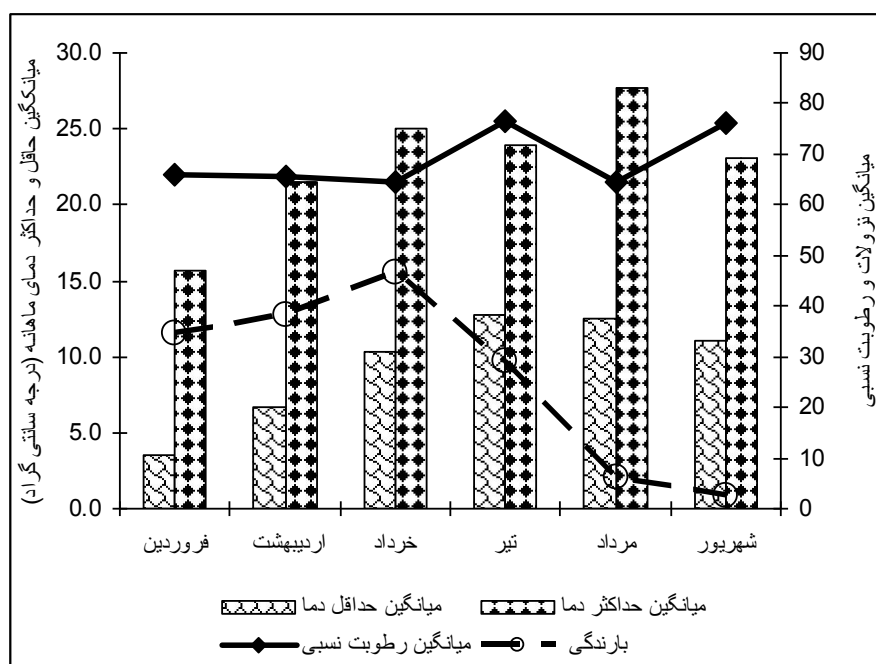
در این رابطه GW وزن خشک نهایی خشک شدند (Ronanini et al., 2004). وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید. به منظور برآورد و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) با استفاده از رویه Proc Nlin و دستورالعمل DUD نرم افزار SAS و به شرح زیر استفاده گردید.

رابطه ۱

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

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	pH	شوری (دسی زمینس بر متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	کلاس خاک (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)
۳۵-۰	۸/۲۰	۳/۶۱	۵	۷۱	۲۴	لوم سیلت	۱/۷۱	۰/۱۶	۲۰	۲۰۰



شکل ۱- میزان نزولات، رطوبت نسبی و میانگین حداقل و حداکثر دما در طی فصل رشد

داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، زمان مصرف نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر طول دوره و دوره موثر پر شدن دانه، سرعت و حداکثر وزن تک بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. بررسی روند تغییرات سرعت پر شدن دانه در تلقیح بذر با PGPR در زمان‌های مختلف مصرف کود نیتروژنه، نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه ترکیب‌های تیماری مشابه است بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه به صورت خطی افزایش یافت و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی)، پس از این مرحله، وزن دانه از تغییراتی چندانی برخوردار نبود و به صورت یک خط افقی در آمد (شکل ۱). دوره پر شدن دانه مرحله اصلی تشکیل عملکرد دانه است و طولانی‌تر بودن این دوره امکان انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از مبدا به مقصد و در نتیجه افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌سازد (Grant, 1989). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول دوره پر شدن دانه (۳۵/۰۶ روز)، حداکثر وزن تک بذر (۰/۰۵۸۷ گرم)، سرعت پر شدن دانه (۰/۰۰۱۸ گرم در روز) و دوره موثر پر شدن دانه (۳۲/۶۳ روز) به ترکیب تیماری زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح با ازتوباکتر تعلق داشت (جدول ۳). کمترین طول دوره (۳۰/۷۸ روز)، سرعت پر شدن دانه (۰/۰۱۲ گرم بر روز) و دوره موثر پر شدن دانه (۲۳/۴۴ روز) به ترکیب تیماری زمان سوم مصرف کود نیتروژن و عدم تلقیح با باکتری تعلق داشت. به نظر می‌رسد در زمان دوم مصرف کود

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) به دست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه ۲ به شرح زیر استفاده شد (Ellis and Pieta-Filho, 1992).

$$\text{رابطه ۲} \quad \text{EFP} = \text{MGW} / \text{GFR}$$

در این رابطه EFP دوره موثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه است.

کارایی مصرف نیتروژن از روش پیشنهادی مول و همکاران (۱۹۸۲) که به صورت نسبت عملکرد به مقدار نیتروژن مصرفی است محاسبه گردید. صفات مختلف مانند ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه از ۱۰-۱۲ بوته که به طور تصادفی از بین بوته‌های رقابت کننده از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه برداشت شده بود، اندازه گیری و میانگین مربوطه به عنوان ارزش آن صفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار گرفته شد. عملکرد دانه و تعداد سنبله در واحد سطح از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه از سطحی معادل ۰/۱ مترمربع (معادل ۵۰ سانتی متر برداشت طولی) برآورد گردید. خارج سازی ریشه‌ها از سطحی معادل ۰/۱ متر مربع (معادل برداشت ۵۰ سانتی متر از خط اصلی هر کرت) با رعایت اثر حاشیه‌ای انجام و سپس وزن خشک ریشه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. حجم ریشه با استفاده از حجم مشخصی از آب در استوانه مدرج اندازه گیری شد. برای تجزیه

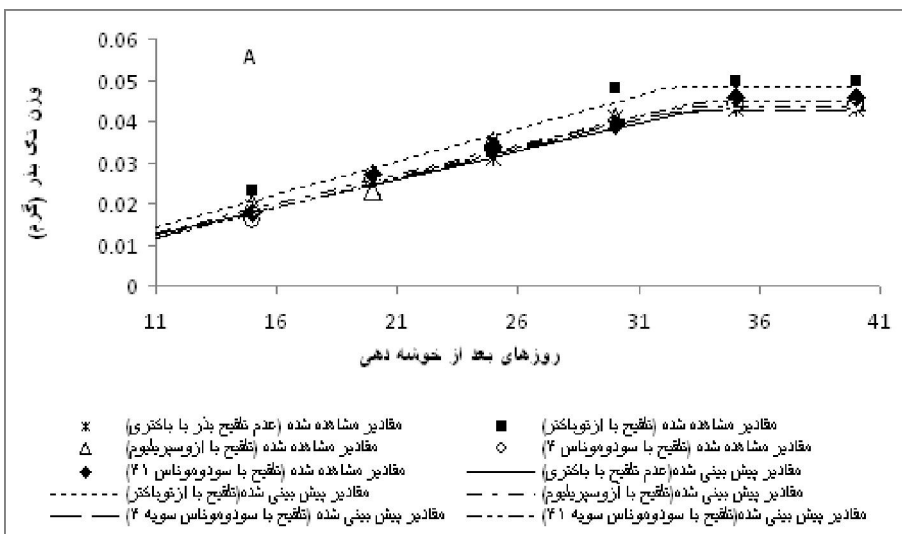
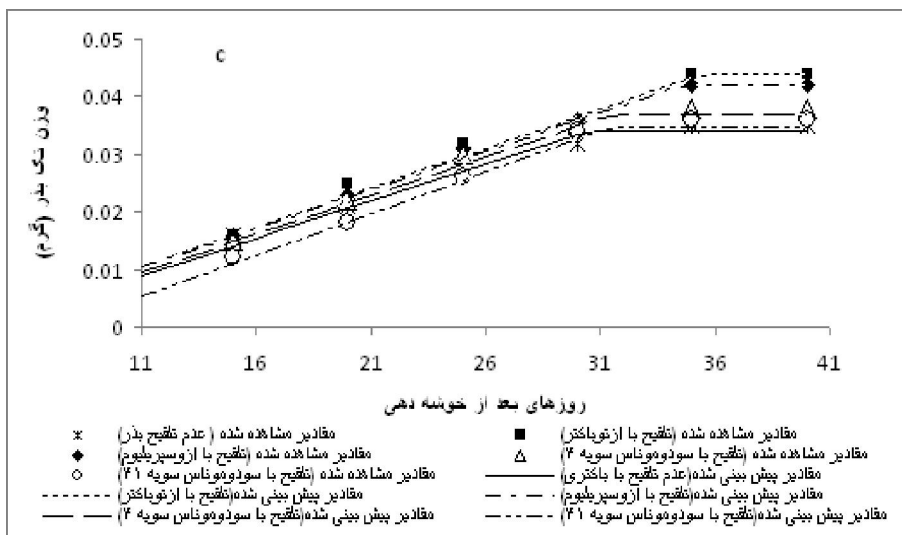
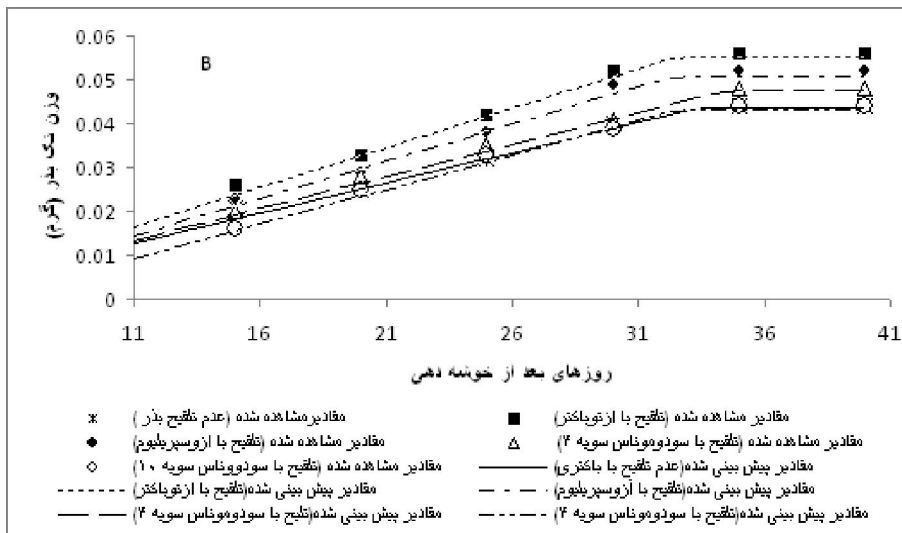
(۱۹۹۳) علت کاهش کارایی مصرف نیتروژن را به افزایش سرعت از دست رفتن نیتروژن از طریق آبشویی، تصعید و یا عدم جذب موثر آن توسط گیاه نسبت دادند. یزدانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تحت تأثیر باکتری‌های محرک رشد و کودهای نیتروژنه و فسفره بر ذرت گزارش کردند که کارایی مصرف کود نیتروژنه با کاهش ۵۰ درصد از کود نیتروژنه و مصرف کامل کود فسفره به همراه کودهای بیولوژیک (PGPR) به طور معنی‌داری نسبت به شاهد بدون تلقیح (NPK) افزایش می‌یابد. زیدی و محمد (۲۰۰۶) اظهار داشتند که برای صرفه‌جویی در مصرف نیتروژن و افزایش کارایی آن، استفاده از باکتری‌های محرک رشد که تثبیت‌کننده نیتروژن بوده و می‌توانند در طول رشد گیاه، نیتروژن را تثبیت و در اختیار گیاه قرار دهند، امری ضروری است. فاگریا و بالیگار (۲۰۰۵) گزارش کردند که باکتری‌های محرک رشد، ضمن کاهش میزان مصرف و افزایش کارایی کودهای شیمیایی، موجب افزایش رشد گیاهان به واسطه افزایش جذب نیتروژن می‌شود.

ارتفاع بوته: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس ارتفاع بوته تحت تأثیر زمان مصرف کود نیتروژنه، باکتری‌های محرک رشد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته (۴۷/۶۰ سانتی متر) به زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن (۳۳/۴۰ سانتی متر) به زمان سوم مصرف کود نیتروژنه

نیتروژنه، نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد که بواسطه مصرف نیتروژن توسط گیاه و افزایش میزان اسیمیلایون و نقل و انتقال مواد به دانه، طول دوره پر شدن دانه جو افزایش میابد ضمن آنکه احتمال دارد باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های رشد و تامین عناصر غذایی، امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه را فراهم ساخته‌اند. دوره موثر پر شدن دانه اکثراً برای ارزیابی نسبی طول دوره پر شدن بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد. کوماری و والارسی (۱۹۹۸) اظهار داشتند که دانه‌های با وزن بالاتر، از سرعت پر شدن بالاتری نسبت به دانه‌های با وزن کمتر برخوردار میباشند. تسونو و همکاران (۱۹۹۴) افزایش سرعت پر شدن دانه را در بوته‌هایی گزارش کردند که کود نیتروژنه به صورت سرک دریافت کرده بودند و علت 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 برگ‌های بالایی و تأخیر در پیری برگ می‌گردد، که این موضوع منجر به افزایش میزان مواد فتوسنتزی و شدت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و افزایش وزن دانه می‌گردد.

کارایی مصرف نیتروژن: بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. بیشترین کارایی مصرف نیتروژنه (۲۲/۶ کیلوگرم بر کیلوگرم) به زمان دوم مصرف کود نیتروژنه در تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن (۵/۸۶ کیلوگرم بر کیلوگرم) به زمان سوم مصرف کود نیتروژنه در عدم تلقیح بذر با باکتری بر آورد گردید (جدول ۳). دوپل و هالفورد



شکل ۱- روند تغییرات سرعت پر شدن دانه جو در زمان مصرف اول کود نیتروژنه (A)، زمان دوم (B) و زمان سوم از مصرف کود نیتروژنه (C) در تلقیح بند با باکتری‌های محرک رشد

وزن صد دانه: بر اساس جدول تجزیه واریانس وزن صد دانه تحت تأثیر زمان مصرف نیتروژن، باکتری‌های محرک رشد و اثر متقابل این دو عامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر وزن صد دانه (۵/۸۳ گرم) به زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن (۲/۹۶ گرم) به زمان سوم مصرف کود نیتروژنه و عدم تلقیح با باکتری‌های محرک رشد بدست آمد. بررسی روند تغییرات سرعت پر شدن دانه در این ترکیب تیماری (شکل ۱- B) نشان می‌دهد که در این ترکیب تیماری طول دوره پر شدن دانه (۳۲/۶۳ روز) و حداکثر وزن دانه (۰/۰۵۸۷ گرم) بیشتر از دیگر ترکیبات تیماری بوده است (جدول ۳). به نظر می‌رسد بالا بودن وزن تک بذر در این ترکیب تیماری منجر به افزایش وزن صد دانه شده است ضمن آنکه افزایش وزن صد دانه را می‌توان به نقش مثبت باکتری‌های محرک رشد در گسترش ریشه اعم از وزن و حجم (جدول ۳) که به جذب آب و عناصر غذایی و انتقال آنها به سلول‌های گیاه کمک می‌کند نسبت داد که در نهایت به بهبود رشد و افزایش فتوسنتز گیاه منجر می‌شود. خاصه سیرجانی و همکاران (۱۳۹۰) دلیل اصلی افزایش وزن دانه را به تأمین نیتروژن در مراحل نمو دانه و فراوانی آن در طی نمو طولی ساقه و سنبله نسبت دادند.

وزن خشک و حجم ریشه: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) وزن ریشه تحت تأثیر کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه (۱۲۷/۹۳ گرم بر مترمربع) به تلقیح بذر با ازتوباکتر و

در عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشت (جدول ۳). باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع گیاه و قابلیت تولید را از طریق سنتز فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، سهولت جذب مواد غذایی و القای مقاومت سیستمیک به عوامل بیماری‌زا افزایش دهند (Burd *et al.*, 2000). لارسن و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کودهای زیستی از طریق مکانیسم‌های مختلفی همچون تولید هورمون‌های گیاهی و آنزیم ACC دامیناز در گیاهان، در تحریک رشد و افزایش ارتفاع بوته گیاهان نقش ایفا می‌کنند.

تعداد دانه در سنبله: مقایسه میانگین‌ها نشان داد حداکثر تعداد دانه در سنبله (۲۸/۶۳ دانه در سنبله) به زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن (۱۶/۱ دانه در سنبله) به زمان سوم مصرف کود نیتروژنه در عدم تلقیح با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشت (جدول ۳). افزایش اجزای عملکرد را می‌توان به نقش موثر باکتری‌های محرک رشد در تثبیت نیتروژن و رهاسازی آن در مراحل ساقه‌دهی و سنبله‌دهی نسبت داد که موجب افزایش نیتروژن قابل مصرف در مراحل حساس رشدی می‌شود (Kaya *et al.*, 2002). حسن‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) افزایش ۱۷ درصدی تعداد دانه در سنبله جو را تحت تأثیر باکتری محرک رشد برآورد نمودند. عموآقایی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد بر روی ارقام مختلف گندم اظهار داشتند که عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله در بذرهای تلقیح شده نسبت به بذرهای تلقیح نشده به صورت معنی‌داری افزایش یافت.

کمترین آن (۱۰۱/۵۵) گرم بر متر مربع) به عدم تلقیح با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشت. حجم ریشه تحت تاثیر زمان مصرف کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین حجم ریشه (۴۲۴/۶۶ سانتی متر مکعب در ۰/۱ متر مربع) در زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن (۴۰۱/۳۳ سانتی متر مکعب در ۰/۱ متر مربع) در زمان سوم مصرف کود نیتروژنه و عدم تلقیح با باکتری‌های محرک رشد برآورد گردید (جدول ۳). مانسک و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند وزن و عملکرد ریشه در تلقیح با باکتری‌های محرک رشدی بخصوص ازتوباکتر در گندم افزایش یافت. لویز و همکاران (۲۰۰۸) افزایش رشد ریشه ذرت را به اثر اکسین تولید شده به وسیله ازتوباکتر کروکوکوم نسبت دادند. به کارگیری زمان مناسب از مصرف کود نیتروژنه می‌تواند بر توسعه ریشه و در نهایت افزایش عملکرد موثر واقع گردد (میرنیا و همکاران، ۱۳۸۰).

تعداد سنبله در واحد سطح: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر آن (۲۷۲/۱۹ سنبله در متر مربع) به زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن (۲۴۷/۳۳ سنبله در واحد سطح) به زمان سوم مصرف کود نیتروژنه و عدم تلقیح با باکتری‌های محرک رشد بدست آمد (جدول ۳).

عملکرد دانه در واحد سطح: بیشترین عملکرد دانه (۴۵۲/۱۸ گرم بر متر مربع) به زمان دوم مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن

(۱۱۷/۲۷ گرم بر مترمربع) به زمان سوم مصرف کود نیتروژنه در عدم تلقیح با باکتری‌های محرک رشد به دست آمد (جدول ۳). ذبیحی و همکاران (۱۳۸۸) افزایش عملکرد دانه گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد را بین ۵ تا ۵۷/۶ درصد گزارش نمودند و اظهار داشتند که سویه‌های دارای توان تولید ACC-دآمیناز از افزایش بیشتری در عملکرد دانه برخوردار بودند. رام و همکاران (۱۹۸۵) تاثیر تلقیح ازتوباکتر بر رشد و عملکرد گندم را مثبت ارزیابی کردند. ویسی (۲۰۰۳) محدوده این افزایش عملکرد را بین ۱۰ تا ۱۵ درصد گزارش کردند. روستی و همکاران (۲۰۰۶) علت افزایش عملکرد در تلقیح بذر با باکتری‌ها را به افزایش جذب مواد غذایی قابل دسترس، افزایش وزن ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه نسبت دادند. حسن آبادی و همکاران (۱۳۸۹) 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.

نتیجه گیری کلی

روند پر شدن دانه نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه زمان‌های مصرف کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد مشابه است. کاربرد کود نیتروژنه در زمان دوم از مصرف کود نیتروژنه در زمان دوم از مصرف کود نیتروژنه در تلقیح بذر با ازتوباکتر، عملکرد دانه و بیشتر صفات مورد بررسی

جدول ۲- تجزیه واریانس زمان مصرف نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر انتقال ماده خشک و صفات مرتبط با آن در جو

درجه آزادی	طول دوره پرشدن دانه	حداکثر وزن دانه	سرعت پر شدن دانه	دوره موثر پر شدن دانه	کارایی مصرف کود	ارتفاع بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن صد دانه	وزن خشک ریشه	حجم ریشه	سنبله در واحد سطح	عملکرد دانه در سنبله
تکرار	۶۹۴/۰۱ ^{**}	۰/۰۰۱۱۴۱ ^{**}	۱/۹۲۸ ^{**}	۰/۱۵۵ ^{ns}	۷/۲۸ ^{**}	۲۶۳/۱۸ ^{**}	۷۲/۵۷ ^{**}	۱۱/۴۲ ^{**}	۹۰/۶۰ ^{ns}	۳۲۹۲/۹۵ ^{**}	۳۸۳۳/۵۰ ^{**}	۲۹۱۲/۳۰ ^{**}
زمان مصرف نیتروژنه	۰/۴۲۷ [*]	۰/۰۰۰۴۸۸ ^{**}	۱/۷۹۸ ^{**}	۴۴/۱۸۰ ^{**}	۱۱۹/۵۷ ^{**}	۲۲/۶۴ ^{**}	۶۴/۲۸ ^{**}	۴/۸۹۰ ^{**}	۷۰۰/۴۶ ^{**}	۱۰۹/۳۵ ^{**}	۱۵۱/۱۹ ^{**}	۴۷۸۲۹/۵۳ ^{**}
باکتری محرک رشد	۱/۲۴۰ ^{**}	۰/۰۰۰۱۸۲۸ ^{**}	۸/۲۰۱ ^{**}	۲۶/۱۳۹ ^{**}	۹۱/۹۰۴ ^{**}	۹۶/۳۸ ^{**}	۶۱/۵۰ ^{**}	۱/۸۲۷ [*]	۱۱۶۰/۰۳ ^{**}	۴۶۰/۹۲ ^{**}	۵۶۶/۷۸ ^{**}	۳۶۷۶۱/۷۲ ^{**}
زمان مصرف کود × باکتری محرک رشد	۵/۴۶۴ ^{**}	۰/۰۰۰۰۲۵ ^{**}	۲/۳۰۹ ^{**}	۱۹/۰۱۱۲ ^{**}	۷/۲۹ ^{**}	۷/۸۲ ^{**}	۳/۲۴ ^{**}	۰/۲۵۷ ^{**}	۴۲/۳ ^{ns}	۳۲/۶۸ ^{**}	۲۹/۶۹ ^{**}	۲۹۱۹/۸۴ ^{**}
خطا	۰/۰۴۷۷	۰/۰۰۰۰۰۱۸۳	۸/۴۳۳	۰/۳۲۲	۰/۳۸۳	۰/۶۳	۰/۳۴	۰/۰۱۸۲	۱۹/۳۶۱	۱/۹۵	۸/۵۲	۱۵۳/۵۹
ضریب تغییرات (%)	۵/۶۶۴	۳/۰۹	۳/۹	۸/۹	۵/۲	۲/۰۷	۲/۶۹	۳/۱۲	۳/۶۵	۹/۳۳	۱۲/۶	۵/۰۱

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

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری زمان‌های مصرف کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد بر انتقال مجدد ماده خشک و صفات مرتبط با آن در جو

تیمارهای مورد بررسی	طول دوره پرشدن دانه (روز)	حداکثر وزن دانه (گرم)	سرعت پر شدن دانه (گرم بر روز)	دوره موثر پرشدن دانه (روز)	کارایی مصرف کود (کیلوگرم/کیلوگرم)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن صد دانه (گرم)	حجم ریشه (سانتی متر مکعب در ۰/۱ متر مربع)	تعداد سنبله در واحد سطح (گرم بر متر مربع)	عملکرد دانه در واحد سطح	معادله برازش شده
زمان اول × عدم تلقیح	۳۳/۱۸ ^d	۰/۰۴۲۹ ^{de}	۰/۰۰۱۳۶ ^g	۳۱/۵۳ ^e	۱۰/۰۶۳ ^e	۳۴/۸۰ ^j	۱۹/۷۰ ^h	۴/۲۴ ^{de}	۴۰۸ ^h	۲۴۲/۶۵ ^j	۲۰۱/۲۶ ^e	Y=۰/۰۰۰۸+۰/۰۰۱۳۶X
زمان اول × ازتوباکتر	۳۲/۸۷ ^{de}	۰/۰۴۸۶ ^c	۰/۰۰۱۶ ^c	۳۰/۳۸ ^h	۱۶/۲۴ ^b	۴۱/۸۶ ^b	۲۵/۳۳ ^b	۴/۸۲ ^c	۴۱۹/۶۶ ^{bc}	۲۶۷/۸۶ ^b	۳۲۴/۹۰ ^b	Y=-۰/۰۰۰۱+۰/۰۰۱۶X
زمان اول × آزوسپریلیوم	۳۲/۰۹ ^{gh}	۰/۰۴۳۳ ^{de}	۰/۰۰۱۴۲ ^{ef}	۳۰/۵۹ ^g	۱۳/۱۶ ^c	۳۹/۹۶ ^{cde}	۲۳/۵۳ ^{cd}	۴/۳۰ ^{de}	۴۱۶/۳۳ ^{de}	۲۶۱/۳۳ ^c	۲۶۳/۲۷ ^c	Y=-۰/۰۰۰۷+۰/۰۰۱۴۲X
زمان اول × سودوموناس سویه ۴۱	۳۲/۹۱ ^{de}	۰/۰۴۲۶ ^{de}	۰/۰۰۱۴۴ ^{ef}	۲۹/۶۴ ^k	۱۱/۶۹ ^d	۳۹/۲۳ ^{def}	۲۱/۶۶ ^{fg}	۴/۲۲ ^{de}	۴۱۱/۳۳ ^g	۲۵۷/۵۲ ^e	۲۳۳/۸۱ ^d	Y=-۰/۰۰۰۲+۰/۰۰۱۴۴X
زمان اول × سودوموناس سویه ۴	۳۲/۵۸ ^{ef}	۰/۰۴۴۸ ^{de}	۰/۰۰۱۴۸ ^d	۳۰/۳۰ ⁱ	۱۲/۴۸ ^{cd}	۳۶/۷۰ ^{hj}	۲۲/۳۳ ^{ef}	۴/۴۴ ^d	۴۱۱/۳۳ ^g	۲۵۳/۸۶ ^f	۲۴۹/۷۱ ^{cd}	Y=-۰/۰۰۰۳+۰/۰۰۱۴۸X
زمان دوم × عدم تلقیح	۳۳/۱۸ ^d	۰/۰۴۳۷ ^{de}	۰/۰۰۱۳۸ ^{fg}	۳۱/۷۰ ^d	۱۱/۴۵ ^d	۳۵/۶۰ ^{ji}	۲۱/۱۶ ^g	۴/۳۳ ^{de}	۴۰۴/۶۶ ⁱ	۲۵۱/۹۹ ^g	۲۲۹/۱۰ ^d	Y=-۰/۰۰۰۶+۰/۰۰۱۳۸X
زمان دوم × ازتوباکتر	۳۵/۰۶ ^a	۰/۰۵۸۷ ^a	۰/۰۰۱۸ ^a	۳۲/۶۳ ^a	۲۲/۶۰ ^a	۴۷/۶۰ ^a	۲۸/۶۳ ^a	۵/۸۳ ^a	۴۲۴/۶۶ ^a	۲۷۲/۱۹ ^a	۳۵۲/۱۸ ^a	Y=-۰/۰۰۰۲+۰/۰۰۱۸X
زمان دوم × آزوسپریلیوم	۳۳/۷۸ ^c	۰/۰۵۱۰ ^b	۰/۰۰۱۷ ^b	۳۰/۰۰ ^j	۱۶/۱۱ ^b	۴۱/۱۳ ^{bc}	۲۴/۰۳ ^c	۵/۰۶ ^b	۴۲۱/۳۳ ^b	۲۶۷/۸۲ ^b	۳۲۲/۳۱ ^b	Y=-۰/۰۰۰۱۴+۰/۰۰۱۷X
زمان دوم × سودوموناس سویه ۴۱	۳۴/۲۴ ^b	۰/۰۴۷۶ ^c	۰/۰۰۱۴۶ ^{de}	۳۲/۶۳ ^a	۱۲/۹۴ ^c	۳۷/۹۰ ^{fgh}	۲۱/۴۳ ^{fg}	۴/۷۲ ^c	۴۱۹/۶۶ ^{bc}	۲۵۹/۴۶ ^d	۲۵۹/۹۷ ^c	Y=-۰/۰۰۰۱۵+۰/۰۰۱۴۶X
زمان دوم × سودوموناس سویه ۴	۳۲/۵۳ ^{ef}	۰/۰۴۳۱ ^{de}	۰/۰۰۱۵ ^c	۲۷/۳۲ ^m	۱۱/۶۰ ^d	۳۷/۰۶ ^h	۲۱/۳۳ ^{fg}	۴/۲۷ ^{de}	۴۱۶/۳۳ ^{de}	۲۵۶/۶۶ ^e	۲۳۲/۰۳ ^d	Y=-۰/۰۰۰۵۵+۰/۰۰۱۵X
زمان سوم × عدم تلقیح	۳۰/۷۸ ⁱ	۰/۰۳۰۰ ^g	۰/۰۰۱۲۸ ^h	۲۳/۴۴ ^o	۵/۸۶ ^g	۳۳/۴۰ ^k	۱۶/۱۰ ^j	۲/۹۶ ^g	۴۰۱/۳۳ ^j	۲۴۷/۳۳ ⁱ	۱۱۷/۲۷ ^g	Y=-۰/۰۰۰۱۸+۰/۰۰۱۲۸X
زمان سوم × ازتوباکتر	۳۲/۴۴ ^{gf}	۰/۰۴۴۰ ^{de}	۰/۰۰۱۳۷ ^{fg}	۳۲/۱۲ ^c	۱۲/۹۴ ^c	۴۰/۴۰ ^{dc}	۲۲/۹۳ ^{de}	۴/۳۶ ^{de}	۴۱۸/۳۳ ^{dc}	۲۶۱/۳۲ ^c	۲۵۸/۸۹ ^c	Y=-۰/۰۰۰۳۹+۰/۰۰۱۳۷X
زمان سوم × آزوسپریلیوم	۳۴/۰۲ ^{bc}	۰/۰۴۲۰ ^e	۰/۰۰۱۳۴ ^g	۳۱/۳۱ ^f	۱۱/۵۳ ^d	۳۸/۸۰ ^{efg}	۲۱/۵۰ ^{fg}	۴/۱۵ ^e	۴۱۴/۶۶ ^{ef}	۲۶۱/۳۲ ^c	۲۳۰/۶۱ ^d	Y=-۰/۰۰۰۳+۰/۰۰۱۳۴X
زمان سوم × سودوموناس پوتیدا سویه ۴۱	۳۱/۷۹ ^h	۰/۰۳۶ ^f	۰/۰۰۱۳۴ ^g	۲۷/۵۷ ^l	۹/۰۶ ^e	۳۷/۴۳ ^{gh}	۱۹/۱۳ ^h	۳/۶۵ ^f	۴۱۴/۶۶ ^{ef}	۲۶۱/۳۲ ^c	۱۸۱/۳۱ ^e	Y=-۰/۰۰۰۲۶+۰/۰۰۱۳۴X
زمان سوم × سودوموناس پوتیدا سویه ۴	۳۱/۸۰ ^h	۰/۰۳۴ ^f	۰/۰۰۱۴۴ ^{de}	۲۴/۱۴ ⁿ	۷/۳۴ ^f	۳۷/۰۰ ^{hi}	۱۷/۳۳ ^l	۳/۴۳ ^f	۴۱۳/۰۰ ^{fg}	۲۴۸/۲۶ ^h	۱۴۶/۸۳ ^f	Y=-۰/۰۰۰۷۶+۰/۰۰۱۴۴X

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

را افزایش داد. به نظر می‌رسد به کارگیری توأم باکتری و کود شیمیایی در بهبود عملکرد دانه جو تأثیر مثبتی داشته و با تقسیط بهینه کود نیتروژنه و استفاده از کودهای زیستی می‌توان به بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و افزایش کارایی مصرف نیتروژن کمک نمود.

منابع

حسن‌زاده الناز، مظاهری داریوش، چایچی محمد رضا، خاوازی کاظم. ۱۳۸۶. کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو. مجله پژوهش و سازندگی ۷۵: ۱۱۱-۱۱۸.

حسن آبادی طاهره، اردکانی محمد رضا، رجالی فرهاد، پاک نژاد فرزاد، افتخاری احمد. ۱۳۸۹. 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.

خاصه سیرجانی عباس، فرحبخش حسن، راوری سید ذبیح اله، پسندی پور نازنین، کرمی عالمه. ۱۳۹۰. بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) (۲): ۲۵: ۱۲۵-۱۳۵.

ذبیحی حمید رضا، ثواقبی غلام رضا، خاوازی کاظم، گنجعلی علی. ۱۳۸۸. رشد و عملکرد گندم در پاسخ به تلقیح باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های زراعی ایران (۱) ۷: ۴۱-۵۱.

سید شریفی رئوف، حکم علی پور سعید. ۱۳۸۹. زراعت گیاهان علوفه ای. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی و عمیدی تبریز ۵۸۵ صفحه.

سید شریفی رئوف، نظری حمید. ۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بذر با باکتریهای محرک رشد PGPR بر عملکرد دانه، کارایی مصرف کود و انتقال مجدد ماده خشک آفتابگردان در سطوح مختلف کود نیتروژنه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار (۳) ۲۳: ۳۷-۴۵.

صالح راستین ناهید. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در ایران ۱-۵۴.

عمو آقایی ریحانه، مستأجران اکبر، امتیازی، گیتی. ۱۳۸۲. تأثیر باکتری آزوسپریلیوم بر برخی شاخص‌های رشد و عملکرد سه رقم گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (۲) ۷: ۱۳۸-۱۲۷.

ملکوتی محمد جعفر، نفیسی محمد. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم (ترجمه). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران

میرنیا سید علی، مدرس ثانوی سید علی محمد، پیری طالب. ۱۳۸۰. تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر رشد و توسعه ریشه ذرت. مجله علوم خاک و آب (۱) ۱۵: ۳۹-۵۶.

یزدانی محمد، پیردشتی همت اله، اسماعیلی محمد علی، بهمن یار محمد علی. ۱۳۸۹. اثر تلقیح باکتریهای حل کننده فسفر و محرک رشد بر کارایی مصرف کودهای ازته و فسفره در کشت ذرت سینگل کراس. ۶۰۴. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی (۳) ۲: ۶۵-۸۰.

Angas P, Lampurlance J, Cantero-Martinez C.2006.Tillage and N fertilization: Effects on N dynamics and barley yield under semarid mediterranean condition. Soil and Tillage Research 31: 353-360.

Burd G, Dixon D, Glick B.2000.Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. Canadian Journal of Microbiology. 33: 237-245.

Cakmakci RI, Donmez MF, Erdogan U.2007.The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barely seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. Turkish Journal of Agriculture 31: 189-199.

Cassman KG, Ping S, Olk DC, Latham JK, Reinhardt W, Doberman A, Singh U.1998.Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems Field Crop Research. 56, 7-39.

Cho DS, Jong SK, Park YK.1987. Studies on the duration and rate of drain filling in rice (*Oryza sativa* L.). I. Varietal difference and effects of nitrogen. Korean Journal of Crop Science 23: 103-111.

Doyle AD, 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 H, Pieta-Filho C.1992. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barely and wheat. Seed Science. 2: 19-25.

Ericson NA.1993. Quality and storability in relation to fertilization of apple trees cv. Summered, Acts. Horticultur 326: 73-83.

Fageria NK, Baligar VC. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. Agronomy Journal 88: 97-185.

Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RL.1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University. Press, Ames. Pp: 187-208.

Good road L, Jhelum MD.1988. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. Plant and Soil 106:85-89.

Grant R.F.1989. Simulation of maize phenology. Journal of Agronomy 81:451-457.

Hatfield JL, Prueger JH.2004. Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. Crop Science 26: 156-168.

- Jagnow G.1987. Inoculation of cereal crops and forage grasses with nitrogen-fixing rhizosphere bacteria: possible causes of success and failure with regard to yield response-a review. *Agronomy Journal* 15: 361-368.
- James EH, Paulsen GM. 2004. Nitrogen assimilation and protein synthesis in wheat seedlings as affected by mineral nutrition. *Plant Physiology* 44(5): 636-640.
- Kaya YK, Arisoy RZ, Gocmen A. 2000. Variation in grain yield and quality traits of bread wheat genotypes by zinc fertilization. *Pakistan Journal of Botany* 1(4):142-144.
- Kloepper JW, Beauchamp CJ.1992.A review of issues related to measuring of plant roots by bacteria. *Canadian Journal of Microbiology* 38: 1219-1232.
- Kumari SL Valarmathi G.1998. Relationship between grain yield grain filling rate and duration of grain filling in rice. *Agriculture Journal* 85: 210-211.
- Larsen J, Cornejo P, Miguel Barea J. 2009. Interactions between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and the plant growth promoting rhizobacteria *Paenibacillus polymyxa* and *P. macerans* in the mycorrhizosphere of *Cucumis sativus*. *Soil Biology and Biochemistry* 41: 286-292.
- López Pereira M, Berney A, Hall AJ, Trápani N.2008. Contribution of pre-anthesis photoassimilates to grain yield: Its relationship with yield in Argentine wheat cultivars released between 1930 and 1995 . *Field Crops Research* 105 (1-2): 88-96.
- Manske GB, Luttger A, Behi RK, Vlek PG, Cimmit M. 2000. Enhancement of mycorrhiza (VAM) infection, nutrient efficiency and plant growth by *Azotobacter chroococcum* in wheat. *Plant Breeding* 13: 78-83.
- Mogaddam H, Chaichi MR, Mashhadi HR, Savagheby Firozabady GR, Hossainzadeh A.2007.Effect of method and time of nitrogen fertilizer application on growth, development and yield of grain sorghum. *Asian Journal of Plant Science* 6(1): 93-97.
- Moll RH, Kamprath EJ, Jackson WA.1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal* 74:262-264.
- Mosseddeq F, Smith DM.1994.Timing of nitrogen application to enhance spring wheat yield in Mediterranean climate. *Agronomy Journal* 86:221-226.
- Murchie EH, Yang J, Hubbart S, Horton P, Peng S. 2002. Are there associations between grain-filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field grown rice? *Journal of European Science*. 53: 2217-2224.
- Pal MS, Singh OP, SMalice HP.1996.Nutrient uptake pattern and quality of sorghum L. *Sorghum bicolor* Moench genotypes as influenced by fertility levels under rain fed condition. *Tropical Agriculture* 73: 6-9.
- Ram G, Chandraker BVS 1985. Influence of azotobacterization in presence of fertilizer nitrogen in the yield of wheat. *Indian Society and Soil Science* 33: 424-426.
- Roesty D, Gaur R, Johri BN.2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 1111-1120.
- Ronanini D, Savin R 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.

- Rudresha DL, Shivaprakasha MK, 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 and Ecology* 28:139–146.
- Sharaan AN, El-Samie FS.1999.Response of wheat varieties to some environmental influences.1. Effect of seeding rates and N fertilization levels on growth and yield of two wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). *American Agriculture Science* 44: 589-601.
- Syverud TD, Walsh LM, Oplinger ES, Kelling KA1990. Foliar fertilization of soybean (*Glycine max* L.). *Communication Soil Science and Plant Nutrition*.11:637-651.
- Tsuno Y, Yamaguchi T, 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. *Agronomy Journal* 47: 1-10.
- Vessey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255:571-586.
- Yamaguchi T, Tsuno Y, Nakano J, 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.
- Zaidi A, Mohammad S.2006.Co-inoculation effects of phosphate solubilizing micro-organisms and glomus fasciculatum on green gram-bradyrhizobium symbiosis. *Agriculture Science* 30: 223-230.

Study of effects of integrated biological and chemical fertilizers on fertilizer use efficiency, grain yield and related traits to grain growth of barley (*Hordeum vulgare* L.)

Raouf Seyed Sharifi^{*1}, Samaneh Hasani², Mohammad Sedghi¹ and Reza Seyed Sharifi¹

1- Faculty of Agriculture Sciences, University of Mohaghegh Ardabili

2- M.Sc. Student, University of Mohaghegh Ardabili

Abstract

In order to study of effects of integrated biological and chemical fertilizers on fertilizer use efficiency, grain yield and related traits to grain growth of barley (*Hordeum vulgare* L.), a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in research farm of the Faculty of Agriculture Sciences, University of Mohaghegh Ardabili in 2012. Treatments were time of nitrogen application in three levels including (T₁=1/3 at planting, 1/3 stem elongation and 1/3 before ear emergence), (T₂=1/4 at planting, 1/2 stem elongation and tillering, 1/4 before ear emergence), (T₃=1/2 at planting, 1/4 at tillering, 1/4 stem elongation, 1/4 ear emergence) and seed inoculation with biofertilizer in five levels (without inoculation as control, seed inoculation with *Azotobacter chroococcum* strain 5, *Azospirillum lipoferum* strain OF, *Pseudomonas putida* strains 41 and 4). Rate and effective grain filling period, yield and yield components were significantly affected by time of nitrogen application and seed inoculation with bio fertilizer. Means comparison showed that maximum of grain weight (0.0587 g), rate (0.0018 g/day) and effective grain filling period (32.63 day), yield and yield components were obtained in nitrogen application as T₂×seed inoculation with *Azotobacter*. It seems that in order to improve yield, fertilizer use efficiency, rate and effective grain filling period, it can be suggested that be applied seed inoculation with *Azotobacter*×nitrogen application as T₂

Key words: PGPR, Nitrogen, Barley, Grain Filling Period

* Corresponding author: Raouf_ssharifi@yahoo.com Received: 2014/06/11 Accepted: 2014/08/25