تأثیر مقادیر نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های PGPR بر عملکرد کمی و کیفی، خصوصیات ریشه، سرعت ظهور برگ و طول دوره پر شدن دانه تریتیکاله

سپیده عباس پور[۱] و رئوف سید شریفی[۲*]

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۰)

چکیده:

به منظور بررسی تأثیر مقادیر نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد کمی و کیفی، خصوصیات ریشه، سرعت ظهور برگ و طول دوره پر شدن دانه تریتیکاله، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۰ انجام گردید. تیمارها شامل مقادیر کود نیتروژن (صفر، ۸۰، ۱۶۰و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در چهار سطح (تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلیوم لیپوفروم استرین OF، باکتری سودوموناس پوتیدا سویه های ۴۱ و ۹ و عدم تلقیح بذر با این باکتری‌ها به عنوان شاهد) بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر عملکرد دانه (۱/۳۶ گرم در بوته) در ترکیب تیماری تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلیوم در مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. کاربرد باکتری‌های محرک رشد و افزایش مقادیر نیتروژن سرعت ظهور برگ را افزایش داد. بالاترین فیلوکرون (۵/۲۳ روز) و کمترین سرعت ظهور برگ (۰/۱۹۱ در روز) به ترکیب تیماری عدم مصرف و عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد تعلق داشت. آن در ترکیب تیماری تلقیح بذر با آزوسپریلیوم در مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برعکس بود. سرعت و طول دوره موثر پر شدن دانه تحت تأثیر مقادیر کود نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد قرار گرفتند. حداکثر وزن دانه (۰/۰۵۱۶ گرم) و طول دوره موثر پر شدن دانه (۲۹/۶ روز) در سطوح کودی ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد برآورد گردید. به نظر می‌رسد به منظور افزایش عملکرد دانه، سرعت ظهور برگ و طول دوره پر شدن دانه ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در تلقیح بذر با آزوسپریلیوم به کار برده شود.

واژه های کلیدی: باکتری‌های افزاینده رشد، تریتیکاله، فیلوکرون، کود نیتروژن، سرعت پر شدن دانه.

مقدمه:

تریتیکاله اولین غله ساخته دست بشر واجد خصوصیات مطلوب چاودار از جمله رشد سریع و قابلیت تولید در اراضی فقیر و کم بازده و از طرف دیگر دارای خصوصیات برتر کیفی و زراعی گندم می‌باشد. سازگاری آن به محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی موجب گسترش سطح زیر کشت آن در طی سه دهه اخیر شده است (قوشچی، ۱۳۷۹). نیتروژن به دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، عنصری است که کمبود آن به خصوص در خاک‌های دارای میزان کم ماده

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: raouf_ssharifi@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

آلی، بیش از سایر عناصر تولید را محدود می‌کند (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). از آنجا که تریتیکاله گیاهی کود پذیر است در طول دوره رشدی خود مقادیر قابل توجهی عناصر غذایی به خصوص نیتروژن از خاک برداشت می کند. از طرفی بخش عمده ای از مناطق تحت کشت این گیاه در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و به دلیل کمی مقدار مواد آلی، خاک‌های این مناطق دچار کمبود نیتروژن هستند (نقل از لطف اله و همکاران، ۱۳۹۱). گرچه یکی از راهکارهای مناسب برای حل این مشکل، استفاده از کودهای نیتروژنی می باشد. ولی مصرف بی‌رویه و نامناسب این نوع کودها با تشدید سرعت فساد مواد آلی، موجب تخریب ساختمان، کاهش حاصل‌خیزی خاک‌ها و آسیب های زیست محیطی می‌شود (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). بنابراین کشاورزی مدرن ناگزیر به جایگزین کردن بخشی از کودهای شیمیایی با کودهای زیستی است. به عبارتی استفاده از کودهای زیستی می‌تواند مانع از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی شود (Cakmakci *et al*., 2007b). در این راستا کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاهی (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) به صورت تلفیق با کودهای شیمیایی، مهمترین راهبرد برای مدیریت پایدار بوم نظام‌های کشاورزی و افزایش تولید در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌باشد (Cakmakci *et al*., 2007a). این باکتری ها به طور طبیعی در خاک ها وجود دارند. ولی تعداد و تراکم آن ها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذر گیاهان با این باکتری ها می تواند جمعیت آن ها را به حد مطلوب رسانده و در نتیجه منجر به بروز اثر مفید آن ها در خاک گردد (Cakmakci *et al*., 2007b).

برگ به خاطر داشتن ساختمان خاص، نقش بسیار مهمی در فتوسنتز گیاه بر عهده دارد و سرعت ظهور برگ توسط فیلوکرون برآورد می شود و مطالعه آن روش مناسبی برای بررسی بهتر دوره رشد رویشی و پیش بینی تعداد کل برگ‌های گیاه بوده و به شبیه سازی رشد گیاه کمک می کند (رفیعی و کریمی، ۱۳۷۳). بررسی‌ها نشان داده اند که کمبود عناصری مانند نیتروژن، به کاهش سرعت ظهور برگ و افزایش طول دوره رشد رویشی منجر می شوند (حکم علی پور و همکاران، ۱۳۸۶؛ Longnecker and Robson, 1994). Tollenaar و همکاران (۱۹۹۴) اظهار داشتند که تعداد برگ ظاهر شده ذرت با کاهش نیتروژن در دسترس کاهش می یابد. De Freitas and Germida (۱۹۹۰) افزایش سرعت ظهور برگ گندم را به واسطه استفاده از باکتری‌های محرک رشد آزوسپریلیوم و سودوموناس گزارش نمودند. مطالعات انجام شده روی گیاه جو توسط Cakmakci و همکاران (۲۰۰۷a) نشان داد که وزن، تعداد و سطح برگ در اثر تلقیح با باکتری‌های محرک رشد ۲۸/۸ تا ۴۵/۲ درصد بسته به نوع باکتری افزایش می‌یابد. Gholami و همکاران (۲۰۰۹) افزایش سطح برگ ذرت در پاسخ به تلقیح با آزتوباکتر براسیلنز دی- اس- ام، ۱۶۹۰ (Azotobacter brasilense DSM 1690) را حدود ۶۵ درصد گزارش نمودند.

عملکرد و اجزای عملکرد در گندم تحت تأثیر نیتروژن و باکتری های محرک رشد قرار می گیرد. Sharan و El-Samie (۱۹۹۹) گزارش کردند که کاربرد توام ازتوباکتر و آزوسپریلیوم همراه با کود نیتروژن، موجب افزایش تعداد سنبله، طول سنبله، تعداد و وزن دانه در هر سنبله و عملکرد دانه بوته‌های گندم شد. در یک بررسی در شرایط گلخانه‌ای، تلقیح بذرهای گندم با ازتوباکتر موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۹/۱ درصد گردید (Rai and Gaur, 1988). افزایش میزان تولید در گیاهان در اثر تلقیح بذر با باکتری‌ها به عوامل متعددی نظیر تولید ACC- دآمیناز (Jagnow, 1987)، تثبیت نیتروژن و رها سازی آن در مراحل حساس نیاز کودی (Kaya *et al,* 2000)، توانایی باکتری‌ها در حذف عوامل بیماریزای خاکزی، تولید مواد محرک رشد و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و اکسین، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و توسعه سیستم ریشه‌ای به منظور دست‌یابی بیش‌تر به آب و مواد غذایی (Rudresha *et al*, 2005) نسبت داده شده است. Kader و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که مصرف

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

ازتوباکتر علاوه بر تأثیر مثبت بر رشد ریشه‌ها و افزایش ۱۸ درصدی در عملکرد گندم، موجب صرفه جویی ۲۰ درصدی در مصرف نیتروژن گردید و سویه‌های دارای توان تولید ACC-دآمیناز، از بیشترین افزایش در عملکرد برخوردار بودند.

دوره مؤثر پر شدن دانه که از تقسیم وزن بذر رسیده بر سرعت پر شدن دانه برآورد می گردد به شدت تحت تأثیر نیتروژن قرار می گیرد. نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است 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 می‌یابد (Murchie *et al*., 2002). به نظر می رسد کاربرد نیتروژن با افزایش میزان اسیمیلاسیون، موجب بالا رفتن نقل و انتقال مواد به دانه شده و در نهایت می‌تواند وزن تک بذر، سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه را افزایش دهد. برخی علت بیشتر شدن سرعت پر شدن دانه در بوته‌هایی که کود نیتروژن را به صورت سرک دریافت کرده بودند، به غلظت بالای نیتروژن برگ در طی مرحله پر شدن دانه نسبت دادند (Cho *et al*.,1987). آنان اظهار داشتند 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 اندام های فتوسنتز کننده و افزایش وزن دانه گردد (Yamaguchi *et al*., 1995). اهمیت تریتیکاله در استفاده دو منظوره از آن موجب شده است که کاهش فیلوکرون به دلیل تسریع در گسترش سطح برگ و انباشتگی بیشتر ماده خشک از اهمیت بیشتری در این گیاه برخوردار باشد، از طرفی به دلیل نقش کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد در عملکرد کمی و کیفی، کمی بررسی‌هایی انجام شده در خصوص بر هم کنش توام باکتری‌های محرک رشد و کود نیتروژن موجب شد تا کاربرد توام باکتری‌های محرک رشد در مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد، سرعت ظهور برگ و طول دوره پر شدن دانه در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها:

آزمایش در سال ۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح کود نیتروژن (صفر، ۸۰، ۱۶۰ و۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلیوم لیپوفروم استرین Of، باکتری سودوموناس پوتیدا سویه های ۴۱ و ۹ و عدم تلقیح بذر با این باکتری‌ها به‌عنوان شاهد) بودند. باکتری‌ها از موسسه تحقیقات آب و خاک کشور و بذر تریتیکاله رقم جوآنیلو از موسسه تحقیقات دیم مراغه تهیه شد. پس از تهیه خاک یکدست، ۱۵ کیلوگرم خاک به هر گلدان اضافه شده و تمامی گلدان‌ها تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری از خاک پر شدند و به این ترتیب حجم یکسانی از خاک درون گلدان‌ها ریخته شد. برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هرگرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود استفاده گردید. همچنین از محلول صمغ عربی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد. تمام بذرها به مدت ۲ ساعت در مایه تلقیح باکتری‌های مورد نظر در شرایط تاریکی قرار گرفتند. سپس۴۰ عدد بذر در هرگلدان برای اعمال تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع که تراکم مطلوب و توصیه شده برای رقم جوآنیلو است، به صورت ردیفی کشت شد. کود نیتروژنه در دو مرحله یک دوم در مرحله سبز شدن، یک دوم در مرحله ساقه‌روی در تمامی واحدهای آزمایشی اعمال شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای در دمای۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد با طول دوره روشنایی ۱۵-۱۶ ساعت (با استفاده از ترکیبی از لامپ‌های معمولی و مهتابی) و رطوبت نسبی۵±۶۵ درصد نگهداری شدند. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده

مشخصه	pH	درصد اشباع	آهک	رس	سیلت	شن	بافت	کربن‌آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
میزان	۷/۸	۴۷	۱۵	۲۳	۴۲	۳۵	سیلتی لومی	۰/۶۲	۰/۰۶۲	۲۹۰/۸۲	۲۱۲

برای اندازه‌گیری فیلوکرون، از مرحله چهار برگی به بعد (زیرا تا مرحله چهار برگی ظهور برگ‌ها بیش‌تر تابع دمای خاک است)، هر ۴ روز یک‌بار تعداد برگ‌های موجود در ۳ بوته شمارش شد البته هر برگ زمانی در شمارش منظور می‌گردید که حداقل یک سانتی‌متر طول داشت. لازم به‌ذکر است که سه بوته انتخابی با نخ رنگی علامت‌گذاری شده بود و برگ‌های هر بوته بعد از شمارش با ماژیک رنگی علامت‌گذاری می‌شد تا مجددا مورد شمارش واقع نگردد. زمانی‌که طول آغازه برگ به ۱۰ میلی‌متر (یک سانتی‌متر) می‌رسید به‌عنوان ظهور برگ جدید در نظر گرفته شد (رفیعی و کریمی ۱۳۷۳). Tollenaar و همکاران (۱۹۹۴) سرعت ظهور برگ را عکس فیلوکرون یا مدت زمان لازم بین ظهور نوک برگ‌های متوالی و یا زبانک‌های آن‌ها گزارش کردند.

به منظور بررسی تاثیر تیمارهای مورد بررسی بر سرعت پر شدن دانه، نمونه برداری از ۱۰ روز بعد از گلدهی در فواصل زمانی هر ۴ روز یک‌بار انجام شد. در این مرحله تعدادی بوته به ظاهر یکنواخت و مشابه انتخاب گردید. هر بار دو خوشه از هر گلدان انتخاب و بعد از انتقال به آزمایشگاه دانه‌ها از خوشه جدا شده و به مدت ۲ ساعت در آون الکتریکی تهویه‌دار در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید (Ronanini *et al.*, 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.

$$GW = \begin{cases} a+bt_0 & t<T_0 \\ a+bt & t>T_0 \end{cases}$$

که در آن GW وزن دانه، t زمان، b سرعت پر شدن دانه، t_0 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 t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ($t < t_0$) سرعت پر شدن دانه را نشان می دهد. 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 فوق قرار داده شد و GW که وزن دانه است برآورد شد. برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه پیشنهادی Ellis و Pieta-Filho (۱۹۹۲) به شرح زیر استفاده گردید.

$$EFP = \frac{MGW}{GFR}$$

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

در زمان رسیدگی تعداد ۸ بوته به ظاهر یکنواخت و مشابه برداشت گردید سپس صفات مختلف مانند طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته در ۸ بوته که به طور تصادفی در هر گلدان مشخص شده بود اندازه‌گیری و میانگین داده های حاصل به عنوان ارزش آن صفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار گرفته شد. برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS و Excel استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

نتایج و بحث:

فیلوکرون و سرعت ظهور برگ: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن، فیلوکرون کاهش یافت. به طوری که حداکثر میزان آن (۳/۴۹ روز) در حالت عدم مصرف کود نیتروژن و حداقل آن (۲/۷۵روز) در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲).

بیش‌ترین و کم‌ترین سرعت ظهور برگ به‌ترتیب (۰/۳۷، ۰/۲۷ برگ در روز) به مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سطح شاهد (عدم مصرف کود) مربوط می‌شد (جدول ۲). حکم علی پور و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی روی ذرت نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن، سرعت ظهور برگ‌ها افزایش و فیلوکرون کاهش یافت. Longnecker و Robson (۱۹۹۴) نیز گزارش نمودند که کمبود نیتروژن سرعت ظهور برگ را کاهش می‌دهد.

روند تغییرات فیلوکرون در طول مراحل مختلف یاداشت برداری نشان داد که با گذشت زمان فیلوکرون افزایش و سرعت ظهور برگ روند کاهشی داشته است (شکل ۱).

نتایج بررسی های Thomison و Jordan (1995) نشان داد که با گذشت زمان فیلوکرون افزایش و سرعت ظهور برگ‌ها کاهش می یابد. این پژوهشگران اظهار داشتند که در مراحل اولیه رشد، اغلب برگ‌ها در معرض تابش مستقیم نور هستند در نتیجه سرعت جذب خالص به حد ماکزیمم می‌رسد، پس از آن به‌دلیل افزایش سطح برگ و سایه اندازی برگ‌های بالایی بر روی هم، میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد و کاهش سرعت جذب خالص موجب می شود که در مراحل نهایی دوره رشد رویشی به دلیل کاهش شدید سرعت ظهور برگ، فیلوکرون افزایش یابد. مصرف نیتروزن به دلیل کاهش فیلوکرون منجر به افزایش سرعت ظهور برگ در مراحل مختلف یادداشت برداری گردید. طوری که بررسی روند تغییرات فیلوکرون و سرعت ظهور برگ متاثر از ترکیب تیماری کود نیتروزن در مراحل مختلف یادداشت برداری (شکل ۲) نشان داد که گرچه با گذشت زمان فیلوکرون افزایش و سرعت ظهور برگ کاهش یافت ولی افزایش در مقادیر نیتروژن موجب شد سرعت ظهور برگ‌ها تشدید شده و فیلوکرون کاهش یابد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد منجر به کاهش فیلوکرون و افزایش سرعت ظهور برگ‌ها شد، که در بین آنها باکتری آزوسپریلیوم لیپوفروم بیش‌ترین سرعت ظهور برگ و کم‌ترین میزان فیلوکرون را به خود اختصاص داد (جدول ۲). نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش سرعت ظهور برگ در ذرت به واسطه تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشدی توسط Ribaudo و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده است. Sarig و همکاران (۱۹۹۰) افزایش سرعت ظهور برگ را با استفاده از باکتری‌های محرک رشد گزارش نمودند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ترکیب تیماری .N × عدم تلقیح بذر با باکتری دارای حداکثر فیلوکرون و حداقل سرعت ظهور برگ بود. در حالی که کم‌ترین میزان فیلوکرون و بالاترین سرعت ظهور برگ به ترکیب تیماری $N_{۲۴۰}$. × آزوسپریلیوم تعلق داشت (شکل ۳). بررسی‌های Sarig و همکاران (۱۹۹۰) نشان داد که استفاده از باکتری‌های محرک رشد با کاهش فیلوکرون منجر به افزایش سرعت ظهور برگ گردید.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر خصوصیات ریشه، سرعت و طول دوره موثر پرشدن دانه، عملکرد و اجزای عملکرد و برخی دیگر از صفات در جدول ۳ و ۴ آورده شده است.

وزن و حجم ریشه: بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) تأثیر باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد و اثر ترکیب تیماری تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در سطوح کود نیتروژنه در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک ریشه معنی‌دار بود. اثر فاکتور های مورد بررسی بر نسبت وزن خشک ریشه به کل اندام هوایی نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. حجم ریشه نیز تحت تأثیر کود نیتروژنه، باکتری‌های محرک رشد و ترکیب تیماری این دو عامل قرار

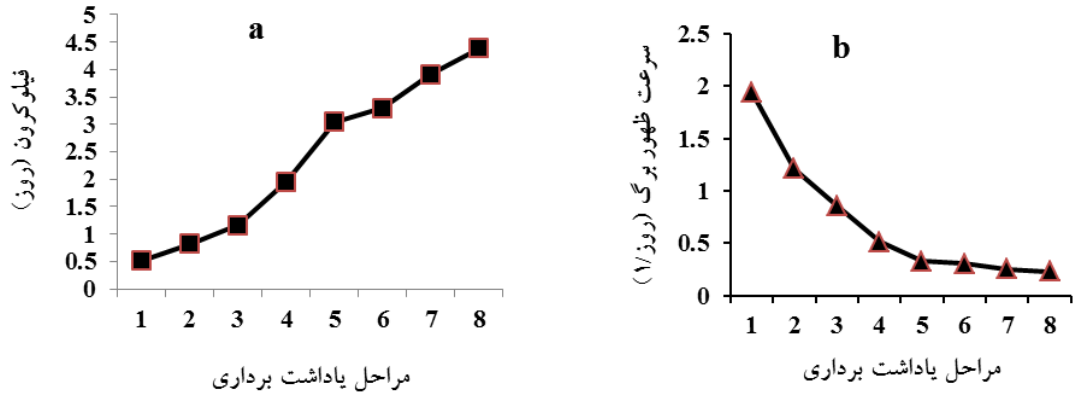
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

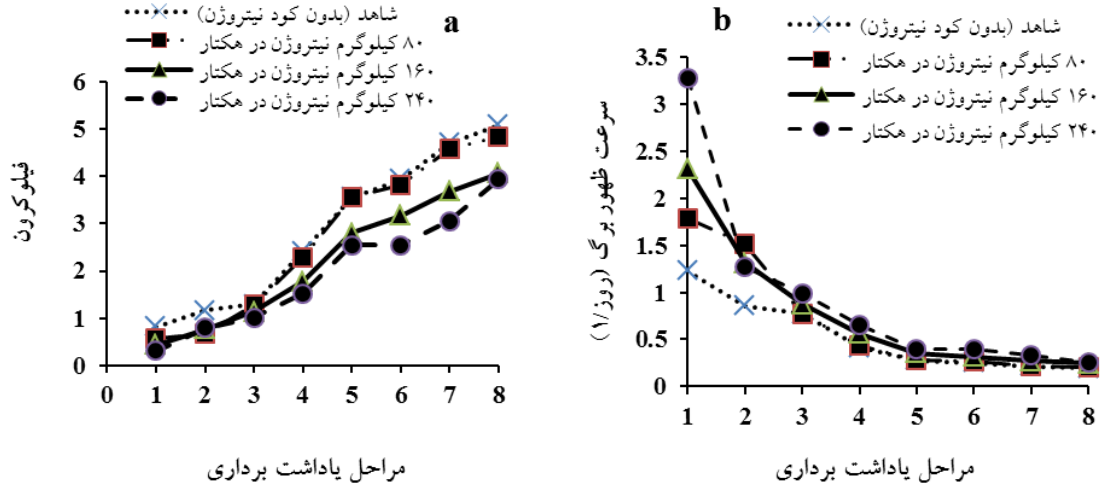
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر فیلوکرون و سرعت ظهور برگ

تیمارها		فیلوکرون (روز)	سرعت ظهوربرگ (روز/۱)
سطوح کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	صفر	۳/۴۹^{a}	۰/۲۷^{b}
	۸۰	۳/۴^{b}	۰/۲۹^{a}
	۱۶۰	۲/۸۷^{c}	۰/۳۵^{a}
	۲۴۰	۲/۷۵^{c}	۰/۳۷^{a}
باکتری‌های محرک رشد	عدم تلقیح	۳/۸۷^{a}	۰/۲۶^{c}
	سودوموناس سویه ۹	۳/۴^{b}	۰/۳۱^{b}
	آزوسپریلیوم	۲/۵۹^{d}	۰/۳۸^{a}
	سودوموناس سویه ۴۱	۳^{c}	۰/۳۴^{a}

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



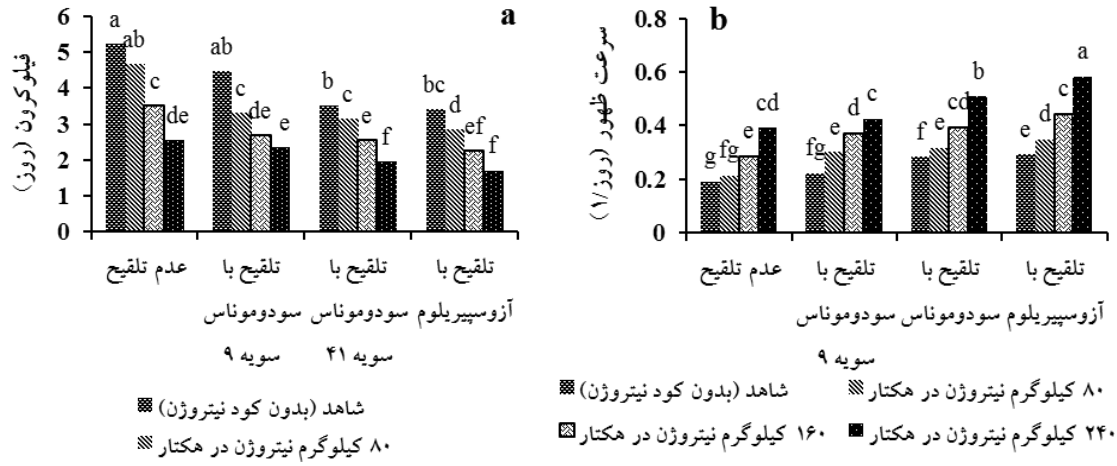
شکل ۱- روند تغییرات فیلوکرون (a) و سرعت ظهور برگ (b) در طول مراحل مختلف یادداشت برداری



شکل ۲- روند تغییرات فیلوکرون (a) و سرعت ظهور برگ (b) متأثر از ترکیب تیماری کود نیتروژن در مراحل مختلف یادداشت برداری.

گرفت. بیش‌ترین حجم ریشه (۰/۹۳۵ سانتی‌متر مکعب) به ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم و کم‌ترین آن (۰/۶۱۱ سانتی‌متر مکعب) به عدم تلقیح و عدم مصرف کود نیتروژنه تعلق داشت.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در سطوح مختلف کود نیتروژن بر فیلوکرون (a) و سرعت ظهور برگ (b) تریتیکاله.

در بسیاری از تحقیقات نشان داده شده است که تلقیح غلات با آزوسپریلیوم موجب افزایش حجم و تعداد ریشه شده است (Bashan *et al.*, 1989). Bashan and Dubrovsky (۱۹۹۶) در بررسی تأثیر انواع PGPR به‌ویژه باکتری‌های جنس آزوسپریلیوم مشاهده کردند که نسبت وزن خشک بخش هوایی بوته به ریشه تحت تأثیر تلقیح با این باکتری‌ها قرار گرفت و اظهار داشتند که تسهیم وزن خشک در سطح کل بوته از طریق تحت تأثیر قرار دادن فعالیت‌های ریشه با سازوکارهای تنظیم کننده پیچیده در خلال رشد و نمو گیاه تأثیر گذار هستند. مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری این دو عامل نشان داد که بیش‌ترین وزن و حجم ریشه (به ترتیب ۳۴۷/۲ میلی‌گرم و ۰/۹۳۵ سانتی متر مکعب) به ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و کم‌ترین آنها (۳۳۲ میلی‌گرم و ۰/۶۱۱ سانتی متر مکعب) به N. × عدم تلقیح بذر با باکتری تعلق داشت. Pacovsky (۱۹۹۰) نیز افزایش وزن خشک ریشه ذرت را در تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم گزارش کردند. آزوسپریلیوم به‌عنوان یک تحریک کننده رشد گیاهی، غیر از تثبیت نیتروژن مولکولی با تولید اکسین موجب افزایش تولید تارهای کشنده ریشه می‌شود و لذا جذب عناصر غذایی از خاک و رشد گیاه بهبود می‌یابد (Jain and Pativquin, 1984). تأثیر مواد تنظیم کننده رشد تولیدی به وسیله PGPR بر رشد ریشه از طریق پارامترهایی بروز می‌کند که مهم‌ترین آنها افزایش وزن و انشعابات ریشه، کاهش ضخامت ریشه و افزایش تارهای مویین سطح ریشه می‌باشند که از میان آنها افزایش وزن ریشه در اثرکاربرد PGPR عمومی‌تر می‌باشد. Banerjee و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش سطح ریشه گیاه می‌شوند و Sarig و همکاران (۱۹۹۲) افزایش سطح ریشه را عامل اصلی افزایش دسترسی به آب و عناصر غذایی و بهبود رشد گیاه گزارش کردند. Freitas و Stamford (2002) در یک بررسی گلدانی در تلقیح بذر با آزوسپیریلیوم افزایش رشد ریشه ذرت و فعالیت آنزیم نیتروژناز را گزارش کردند. Kader و همکاران (۲۰۰۲) افزایش وزن و حجم ریشه ذرت را به اثر اکسین تولید شده توسط ازتوباکتر کروکوکوم نسبت دادند. Fulchieri و Frioni (۱۹۹۴) نیز بذرهای ذرت را با مایه تلقیحی حاوی مخلوطی از دو سویه باکتری آزوسپریلیوم برازیلنس و یک سویه آزوسپریلیوم لیپوفروم تلقیح کردند و با کشت آنها در مزرعه افزایش وزن خشک بخش هوایی بوته و ریشه را نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) گزارش کردند. افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

جدول ۳- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) اثر باکتری‌های محرک رشد و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد صفات تریتیکاله

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	حجم ریشه	نسبت وزن ریشه به اندام هوایی	تعداد پنجه	ارتفاع بوته	طول سنبله	دانه در سنبله
تکرار	۲	۲۶/۸۵*	۰/۰۰۱۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۲۸^{ns}	۲/۶۲ ^{ns}	۷/۴۵**	۰/۰۲۵^{ns}	۰/۹۳^{ns}
باکتری	۳	۱۰۶/۵۸**	۰/۰۲۶**	۰/۰۰۱۳**	۰/۴۷۵^{ns}	۲/۶۵^{ns}	۱/۰۲**	۳۸/۵۳**
نیتروژن	۳	۲۱/۶۸^{ns}	۰/۰۷۹**	۰/۰۰۵۷**	۰/۳۲۲^{ns}	۶۶/۲۹**	۲/۹۳**	۹۴/۴۲**
باکتری×نیتروژن	۹	۱۹/۰۷*	۰/۰۰۳۷**	۰/۰۰۰۱۷**	۰/۷۲^{ns}	۲/۱۴*	۰/۱۱**	۵/۰۷**
خطای آزمایش	۳۰	۷/۶۸	۰/۰۰۰۵۵	۰/۰۰۰۰۰۹۴	۱/۲۲	۰/۹۴	۰/۰۲۳	۰/۲۹
ضریب تغییرات (درصد)		۰/۸۱	۲/۹۹	۲/۰۹	۴/۸	۱/۴۴	۱/۹۳	۲/۴۱

ns، * و **به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

حجم ریشه بیانگر توسعه بیش‌تر ریشه است که افزایش توان جذب آب و عناصرغذایی بیش‌تر را در حجم وسیع‌تری از خاک امکان‌پذیر می‌سازد. بدین ترتیب به نظرمی‌رسد که با کاربرد PGPR دراین آزمایش و افزایش حجم ریشه، توان و کارایی جذب و مصرف آب و عناصر غذایی تریتیکاله بهتر شده و در نتیجه رشد و نمو بهبود یافته است.

ارتفاع بوته: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن و اثر ترکیب تیماری باکتری‌های محرک رشد در سطوح مختلف کود نیتروژنه به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۷۱/۱ سانتی‌متر) از ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱ و کم‌ترین آن (۶۳/۹ سانتی‌متر) از N. × عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌دست آمد (جدول ۴). لطف اله و همکاران (۱۳۹۲) افزایش ارتفاع بوته در غلات با افزایش سطوح نیتروژن را به افزایش طول میان‌گره ها نسبت دادند. ارتفاع بوته از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد دانه است زیرا ساقه در طی رشد و بلافاصله بعد از طویل شدن، قسمت زیادی ازمواد فتوسنتزی برگ‌ها را که ممکن است از راه های مختلف برای رشد پنجه‌ها یا سنبله به مصرف برسد درخود ذخیره می‌کند و نیز به عنوان منبعی از کربوهیدرات‌ها و مواد نیتروژنه عمل می‌نماید که در طی مرحله پرشدن دانه، متحرک شده و به دانه منتقل می‌شود. حسن آبادی و همکاران (۱۳۸۹) اثر کاربرد توام کود نیتروژنه و باکتری محرک رشد سودوموناس را بر ارتفاع بوته مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. Cakmakci و همکاران (۲۰۰۷b) اظهار داشتند باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع بوته 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 دهند.

طول سنبله: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین طول سنبله (۸/۶۵، ۸/۶ سانتی‌متر) به ترتیب به ترکیب‌های تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱ و کم‌ترین آن (۶/۵۵ سانتی‌متر) به ترکیب تیماری N. × عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشت. به عبارتی واکنش طول سنبله به هر دو باکتری آزوسپریلیوم و سودوموناس سویه ۴۱ در سطح ثابتی از مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار یکسان بود (جدول۴). افزایش طول سنبله در اثر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری باکتری‌های محرک رشد و مقادیر نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات دیگر تریتیکاله

ترکیب تیماری	وزن خشک ریشه (mg)	حجم ریشه (cm^3)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	دانه در سنبله	وزن صد دانه (gr)	عملکرد تک بوته (gr)
N_0 × عدم تلقیح بذر با باکتری	۳۳۲g	۰/۶۱۱^{h}	۰/۲۰۰^{a}	۶۳/۹۰^{j}	۶/۵۵^{k}	۱۵/۲۴^{j}	۳/۶۲^{h}	۰/۵۵^{m}
N_{80} × عدم تلقیح بذر با باکتری	۳۳۵/۳^{efg}	۰/۷۲۵^{fg}	۰/۱۷۳^{b}	۶۶/۲۸^{hi}	۷/۳۲^{ij}	۱۷/۵۱^{i}	۳/۸۹^{g}	۰/۶۸^{l}
N_{160} × عدم تلقیح بذر با باکتری	۳۳۶/۶^{cdefg}	۰/۷۳۳^{fg}	۰/۱۳۷^{gh}	۶۷/۷۹^{efgh}	۸^{def}	۲۳/۲۰^{ed}	۴/۲۹^{ed}	۰/۹۹^{gh}
N_{240} × عدم تلقیح بذر با باکتری	۳۳۵/۵^{defg}	۰/۷۹۵^{e}	۰/۱۳۲^{hij}	۶۸/۴۱^{defg}	۸/۱۴^{bcdef}	۲۳/۹۷^{bcd}	۴/۴۳^{cd}	۱/۰۶^{ef}
N_0 × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۳۳۹/۲^{bcdef}	۰/۷۲۵^{fg}	۰/۱۵۸^{d}	۶۵/۲۶^{ij}	۷/۶۹^{gh}	۲۱/۳۴^{gh}	۴/۱۱^{f}	۰/۸۷^{jk}
N_{80} × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۳۳۹/۸^{bcde}	۰/۷۵۲^{f}	۰/۱۳۹^{g}	۶۷/۲۰^{fgh}	۸/۰۳^{cdef}	۲۳/۵۸^{cde}	۴/۴۳^{cd}	۱/۰۴^{fg}
N_{160} × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۳۴۷/۲^{a}	۰/۹۳۵^{a}	۰/۱۱۶^{l}	۷۰/۴۳^{ab}	۸/۶۵^{a}	۲۶/۷۰^{a}	۵/۱۱^{a}	۱/۳۶^{a}
N_{240} × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۳۴۰/۱^{bcd}	۰/۸۶۳^{cd}	۰/۱۳۰^{ij}	۶۹/۲۱^{bcde}	۸/۲۳^{bcd}	۲۴/۴۳^{bc}	۴/۶۱^{b}	۱/۱۲^{cd}
N_0 × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۳۳۹/۱^{bcdef}	۰/۷۲۵^{fg}	۰/۱۶۳^{c}	۶۴/۴۶^{j}	۷/۵۶^{hi}	۲۰/۸۵^{h}	۳/۹۷^{g}	۰/۸۲^{k}
N_{80}× تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۳۳۹/۵^{bcde}	۰/۷۴۹^{f}	۰/۱۴۶^{f}	۶۶/۷۴^{ghi}	۷/۹۵^{ef}	۲۲/۹۱^{ef}	۴/۲۱^{ef}	۰/۹۶^{hi}
N_{160} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۳۴۳^{ab}	۰/۹۱۹^{ab}	۰/۱۲۳^{k}	۷۱/۱۰^{a}	۸/۶۰^{a}	۲۵/۹۱^{a}	۴/۶۹^{b}	۱/۲۱^{b}
N_{240} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۳۴۰^{bcd}	۰/۸۴۴^{d}	۰/۱۳۱^{ij}	۶۹/۳۲^{bcde}	۸/۲۶^{bc}	۲۴/۲۳^{bc}	۴/۵۹^{b}	۱/۱۱^{cde}
N_0 × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۳۳۴/۸^{fg}	۰/۷۰۵^{g}	۰/۱۷۶^{b}	۶۴/۴۶^{j}	۷/۲۷^{ij}	۱۸/۰۸^{i}	۳/۹۳^{g}	۰/۷۱^{l}
N_{80} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۳۳۸/۹^{bcdef}	۰/۷۴۴^{fg}	۰/۱۵۳^{e}	۶۶/۶۲^{ghi}	۷/۸۹^{fg}	۲۲/۲۰^{fg}	۴/۱۳^{ef}	۰/۹۱^{ij}
N_{160} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۳۴۰/۱^{bc}	۰/۸۸۸^{bc}	۰/۱۲۸^{j}	۶۹/۹۰^{abc}	۸/۳۰^{b}	۲۴/۵۶^{b}	۴/۶۹^{b}	۱/۱۵^{c}
N_{240} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۳۳۹/۳^{bcdef}	۰/۸۲۹^{de}	۰/۱۳۴^{hi}	۶۹/۵۰^{abcd}	۸/۱۶^{bcde}	۲۴/۱۶^{bc}	۴/۴۵^{c}	۱/۰۷^{ef}

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

کاربرد باکتری‌های محرک رشد همراه با کود نیتروژنه توسط El-Samie و Sharaan (1999) نیز گزارش شده است. این پژوهشگران افزایش طول سنبله را به نقش مثبت آزوسپریلیوم در افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیش‌تر ریشه‌ها و همچنین انجام فرایند تثبیت بیولوژیک نیتروژن نسبت دادند.

تعداد دانه در سنبله: مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله (۲۶/۷۰) به ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و کم‌ترین آن (۱۵/۲۴) به ترکیب تیماری $N_{۰}$ × عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشت، همچنین بین دو باکتری آزوسپریلیوم لیپوفروم و سودوموناس پوتیدا سویه ۴۱ در ترکیب با ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). Fulchieri و Frioni (۱۹۹۴) افزایش تعداد دانه در سنبله را در اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلیوم گزارش کردند.

وزن صد دانه: وزن صد دانه تحت تأثیر کود نیتروژنه، باکتری‌های محرک رشد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل قرار گرفت (جدول ۴). نتایج نشان داد که با مصرف نیتروژن به همراه تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد، وزن صد دانه افزایش یافت که بیش‌ترین مقدار آن (۵/۱۱گرم) به ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و کم‌ترین آن (۳/۶۲ گرم) به ترکیب تیماری $N_{۰}$ × عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشتند (جدول ۴). Carlier و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تلقیح بذر گندم با باکتری‌های محرک رشد می‌تواند موجب افزایش ۶ درصدی وزن هزار دانه، ۱۳درصدی تعداد سنبله و ۳۰ درصدی تعداد دانه در هر سنبله شود. افزایش اجزاء عملکرد را می‌توان به نقش موثر باکتری‌های محرک رشد در تثبیت نیتروژن و رها سازی آن در مراحل ساقه‌دهی و خوشه‌دهی نسبت داد که سبب افزایش نیتروژن قابل مصرف در مراحل حساس رشدی می‌شود (Kaya و همکاران، ۲۰۰۲).

عملکرد تک بوته: نتایج نشان داد که اثر نیتروژن، باکتری‌های محرک رشد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل بر عملکرد تک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد تک بوته (۱/۳۶ گرم) به ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و کم‌ترین آن (۰/۵۵گرم) به عدم تلقیح و عدم مصرف نیتروژن تعلق داشت (جدول ۴). Öztürk و همکاران (۲۰۰۳) افزایش عملکرد دانه جو در اثر تلقیح با آزوسپریلیوم را به همراه مصرف کود نیتروژن گزارش کردند. هر چه میزان کود شیمیایی کم‌تر باشد نقش آزوسپریلیوم در تغذیه گیاه بیش‌تر می‌شود و نیاز به کود شیمیایی را کاهش می‌دهد و آزوسپریلیوم می‌تواند مکمل کود نیتروژن باشد و از این طریق در مصرف کود شیمیایی صرفه جویی می‌شود (Bashan and Dubrovsky, 1996). حسن آبادی و همکاران (۱۳۸۹)گزارش کردند که کاربرد آزوسپریلیوم به همراه کود نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه و صرفه‌جویی۵۰ درصدی (معادل ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار) کودهای نیتروژنی می‌شود. این افزایش احتمالاً ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد است که به‌وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آنها، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی باعث رشد گیاه شوند (Roesty *et al*., 2006). نظارت و غلامی (۱۳۹۰) گزارش کردند که با افزایش میزان نیتروژن خاک تأثیر باکتری بر عملکرد گیاه به‌تدریج کاهش پیدا کرد. به‌طوری که با استفاده از۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، عملکرد در کرت‌های تلقیح شده ۱۲ درصد بالاتر بود، در حالی‌که با مصرف کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد تنها ۵ درصد افزایش پیدا کرد. این مسئله نشان می‌دهد که *A.brasilense* می‌تواند عملکرد گیاه را به‌خصوص در شرایط سخت رویشی که گیاه با کمبود نیتروژن قابل دسترس مواجه است افزایش دهد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

جدول ۵ - تجزیه واریانس(میانگین مربعات) اثر باکتری‌های محرک رشد و مقادیر نیتروژن بر برخی د از صفات تریتیکاله

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن صد دانه	عملکرد تک بوته	سرعت پر شدن دانه	طول دوره پر شدن دانه	دوره موثر پر شدن دانه	حداکثر وزن دانه	پروتیین دانه
تکرار	۲	۰/۰۵۹**	۰/۰۰۳۷^{ns}	۴/۶۵**	۱۳۱/۴۹**	۱۰۳/۶۳**	۰/۰۰۰۳۰**	۱/۴۵**
باکتری	۳	۰/۵۲**	۰/۱۷**	۶/۸۷**	۰/۹۴**	۱۸/۳۸**	۰/۰۰۰۰۴۵**	۰/۲۵**
نیتروژن	۳	۱/۴۹**	۰/۴۶**	۱/۱۸**	۴/۴۲**	۲۹/۳۲**	۰/۰۰۰۱۳**	۳/۴۸**
باکتری×نیتروژن	۹	۰/۰۳۶**	۰/۰۱۲**	۳/۵۴**	۰/۱۳**	۲/۳۱**	۰/۰۰۰۰۰۶۴**	۰/۰۲۱^{ns}
خطای آزمایش	۳۰	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۱۱	۱/۹۵	۰/۰۰۳۸	۰/۰۳۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱۳	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۸۷	۳/۴۸	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۷۴	۰/۸۳	۱/۲۱

ns،* و **به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

عرب و همکاران (۱۳۸۷) تولید فیتوهورمون‌ها از جمله اکسین توسط باکتری آزوسپریلیوم را یکی از دلایل افزایش عملکرد گیاهان تلقیح شده با باکتری آزوسپریلیوم عنوان کردند. با توجه به اینکه باکتری‌های مورد استفاده دارای قابلیت تولید هورمون‌های محرک رشد می‌باشند به نظر می‌رسد که همین ساز و کار به دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای و ایجاد شرایط بهینه برای جذب بهتر آب و مواد غذایی، در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه شده است.

سرعت، طول دوره و دوره موثر پرشدن دانه: نتایج تجزیه واریانس این صفات نشان داد که سرعت، حداکثر وزن تک بذر، طول دوره و دوره موثر پر شدن دانه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند (جدول ۵). اثر مقادیر مختلف مصرف کود نیتروژنه بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه گندم در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد نشان داد که الگوی نمو بذر در تلقیح بذر با کلیه باکتری‌ها مشابه است (شکل ۴). بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه در تلقیح 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. مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد حاکی از آن است که حداکثر وزن تک بذر (۰/۰۵۱۶گرم)، طول دوره موثر (۲۸/۶۹ روز) و دوره پرشدن دانه (۲۹/۶روز) به ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و کم‌ترین آن‌ها به ترتیب (۰/۳۶۵ گرم، ۲۱/۴۹ روز و ۲۷/۵۳ روز) به ترکیب تیماری N. × عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشتند (جدول ۶).

حداکثر سرعت پر شدن دانه (۰/۰۰۱۸ گرم / روز) از ترکیب تیماری $N_{۱۶۰}$ × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و $N_{۱۶۰}$ × عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و کم‌ترین میزان آن (۰/۰۰۱۶ گرم در روز) از ترکیب تیماری N. × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹ به‌دست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد در مقادیر بالای کودی، مقدار نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار می گیرد که نتیجه آن افزایش مصرف نیتروژن توسط گیاه و افزایش میزان اسیمیلاسیون و در نهایت بالا رفتن نقل و انتقال مواد به دانه می باشد که می تواند طول دوره پر شدن دانه گندم را افزایش دهد. Kato (1999)؛ Kumari و Valarmathi (1998) اظهار داشتند که دانه‌های با وزن بالاتر، از سرعت پر شدن بالاتری نسبت به دانه‌های با وزن کمتر برخوردار می‌باشند. Cho وهمکاران (۱۹۸۷)؛ Tsuno و همکاران (۱۹۹۴) علت زیادتر بودن سرعت پر شدن دانه در بوته هایی که کود نیتروژن به صورت سرک دریافت کرده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری باکتری‌های محرک رشد و مقادیر نیتروژن بر سرعت و طول دوره موثر پرشدن دانه تریتیکاله

ترکیب تیماری	سرعت پر شدن دانه (روز/ گرم)	طول دوره پرشدن دانه (روز)	دوره موثر پر شدن دانه (روز)	حداکثر وزن دانه (گرم)	معادله برازش شده
N_0 × عدم تلقیح بذر با باکتری	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۷/۵۳^{j}	۲۱/۴۹^{l}	۰/۰۳۶۵^{i}	Y= -.0109+.0017x
N_{80} × عدم تلقیح بذر با باکتری	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۷/۸۸^{i}	۲۳/۰۸^{k}	۰/۰۳۹۲^{h}	Y= -.0112+.0017x
N_{160} × عدم تلقیح بذر با باکتری	۰/۰۰۱۸^{a}	۲۸/۸۳^{f}	۲۴/۰۱^{i}	۰/۰۴۳۲^{d}	Y= -.0091+.0018x
N_{240} × عدم تلقیح بذر با باکتری	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۸/۹۵^{e}	۲۶/۳۰^{de}	۰/۰۴۴۷^{c}	Y= -.007+0.0017x
N_0 × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۸/۱۵^{h}	۲۴/۳۴^{h}	۰/۰۴۱۳^{f}	Y= -.0094+.0017x
N_{80} × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۹/۰۲^{e}	۲۶/۴۰^{d}	۰/۰۴۴۸^{c}	Y= -.0055+.0017x
N_{160} × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۰/۰۰۱۸^{a}	۲۹/۶۰^{a}	۲۸/۶۹^{a}	۰/۰۵۱۶^{a}	Y= -.0036+.0018x
N_{240} × تلقیح بذر با آزوسپریلیوم	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۹/۱۴^{d}	۲۷/۲۱^{c}	۰/۰۴۴۸^{c}	Y= -.0029+.0017x
N_0 × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۷/۹۱^{i}	۲۳/۶۱^{j}	۰/۰۴۰۱^{g}	Y= -.0098+.0017x
N_{80} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۸/۴۸^{g}	۲۵/۰۵^{f}	۰/۰۴۲۵^{e}	Y= -.0086+.0017x
N_{160} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۹/۴۷^{b}	۲۷/۶۸^{b}	۰/۰۴۷۰^{b}	Y= -.0032+.0017x
N_{240} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۴۱	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۹/۰۴^{de}	۲۶/۳۵^{de}	۰/۰۴۴۸^{c}	Y= -.0056+.0017x
N_0 × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۰/۰۰۱۶^{c}	۲۸/۲۳^{h}	۲۴/۸۲^{fg}	۰/۰۳۹۷^{gh}	Y= -.0083+.0016x
N_{80} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۸/۱۹^{h}	۲۴/۶۵^{gh}	۰/۰۴۱۹^{f}	Y= -.0082+.0017x
N_{160} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۹/۲۶^{c}	۲۷/۴۷^{bc}	۰/۰۴۶۷^{b}	Y= -.0039+.0017x
N_{240} × تلقیح بذر با سودوموناس سویه ۹	۰/۰۰۱۷^{b}	۲۹/۰۱^{e}	۲۶/۰۶^{e}	۰/۰۴۴۷^{c}	Y= -.0065+.0017x

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

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 برگ‌های بالایی و تأخیر در پیری برگ می گردد، که این موضوع موجب افزایش میزان مواد فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و افزایش وزن دانه می‌گردد (Murchie *et al*., 2002). در مورد دوره موثر پر شدن دانه می‌توان اظهار داشت که طول این دوره در مقادیر 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. 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 *et al*., 1985). حداکثر طول دوره موثر پر شدن دانه (۲۸/۶۹روز) در مصرف ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در تلقیح بذر با آزوسپریلیوم و حداقل طول این دوره (۲۱/۴۹ روز) در حالت عدم مصرف نیتروژن و عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد گردید. شیب خط برازش شده در همین ترکیب تیماری (۰/۰۰۱۸ گرم در روز) بیشتر از دیگر ترکیبات تیماری برآورد گردید (جدول ۶). نتیجه اینکه ترکیب تیماری مصرف ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در تلقیح بذر با آزوسپریلیوم از حداکثر شیب برخوردار بود. به نظر می رسد باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های رشد و تامین عناصر غذایی، ضمن افزایش سرعت پر شدن دانه امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه را فراهم ساخته‌اند (Zamber *et al*., 1984).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

پروتئین دانه: نتایج جدول تجزیه واریانس(جدول ۵) نشان داد که درصد پروتئین دانه تحت تأثیر نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. با افزایش سطوح کود نیتروژن، درصد پروتئین دانه افزایش یافت. روند مشابهی نیز در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در مقایسه با عدم تلقیح بذر مشاهده گردید (جدول ۴). بیش‌ترین درصد پروتئین دانه (۱۱/۳۱ درصد) به تلقیح بذربا سودوموناس سویه ۹ و کم‌ترین میزان آن (۱۰/۹۷ درصد) به عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تعلق داشت. Zamber و همکاران (۱۹۸۴) افزایش درصد پروتئین دانه گندم را در اثر تلقیح بذر با باکتری محرک رشد در سطوح صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش نمودند. مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژنه نشان داد که بالاترین درصد پروتئین دانه (۱۱/۸۹ درصد) به مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم‌ترین میزان آن (۱۰/۶۴ درصد) به عدم مصرف کود نیتروژن تعلق داشت. به‌نظر می‌رسد کودهای نیتروژنی مقدار واردات نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات‌ها افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین می‌گردند (Kim وهمکاران، ۱۹۸۶).

نتیجه‌گیری:

با افزایش کود نیتروژنه و کاربرد باکتری‌های محرک رشد، فیلوکرون کاهش، سرعت ظهور برگ، طول دوره پر شدن و عملکرد دانه افزایش یافت. نتایج نشان داد که در ترکیب تیماری تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه و دیگر صفات مورد بررسی بیش‌تر از کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و عدم تلقیح بذر بود. به‌نظر می‌رسد به منظور افزایش عملکرد دانه و دیگر صفات مرتبط اثر تلقیح بذر با باکتری های افزاینده رشد به همراه مصرف کود بیشتر از مصرف کود اوره به تنهایی و یا تلقیح بذر با این باکتری‌ها بدون مصرف کود نیتروزن باشد.

منابع:

حسن آبادی، ط.، اردکانی، م.ر.، رجالی، ف.، پاکنژاد، ف. و افتخاری، ا. (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، اصفهان، ایران.

حکم علی‌پور، س.، سیدشریفی، ر.، قدیم‌زاده، م. و جماعتی ثمرین، ش. (۱۳۸۶) ارزیابی تراکم بوته و سطوح نیتروژن بر فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ذرت. مجله علوم خاک و آب ۲۱ (۲): ۱۵۹-۱۶۹.

عرب، س. م.، اکبری، غ. ع.، علیخانی، ح. ع.، ارزانش، م. ح.، و دادی، ا.ا. (۱۳۸۷) 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 ۶: ۲۱۷- ۲۲۵.

لطف اله، ف.، سید شریفی، ر.، و صدقی، م. (۱۳۹۲) تأثیر پرایمینگ بذر با باکتری های محرک رشد و زمان محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد تریتیکاله. ششمین همایش یافته های پژوهشی کشاورزی-دانشگاه کردستان، ایران.

قوشچی، ف. (۱۳۷۹) تریتیکاله. انتشارات کارنو.

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

نظارت، س. و غلامی، ا. (۱۳۹۰) بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه (*Psedomonas* و *Azospirillum*) بر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

رشد و عملکرد گیاه ذرت (*Zea mays*). نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی) ۹۱: ۵۱-۴۴.

Banerjee, M. R., Yesmin, L. and Vessey, J. K. (2006) Plant-growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides. In: (Ed. Rai, M. K.) pp.137-181. Handbook of microbial biofertilizers. Food Production Press, U.S.A.

Bashan, Y., Levanony, H. and Mitiju, G. (1989) Changes in proton efflux of intact wheat root induced by A. brasilense Cd. Canadian Journal of Microbiology 35: 691-67.

Bashan, Y. and Dubrovsky, J. G. (1996) *Azospirillum* spp. Participation dry matter partitioning in grasses at the whole plant level. Biology Fertility Soils 23: 435-440.

Cakmakci R. I., Donmez, M. F. and Erdogan, U. (2007a) 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.

Cakmakci, R., Erat, M., Erdoman, U. G., and Donmez, M. F. (2007b) The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentos phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 170: 288-295.

Carlier, E., Rovera, M., Jaume, A. R. and Rosas, S.B. (2008) Improvement of growth, under field conditions, of wheat inoculated with Pseudomonas chlororaphis subsp. Aurantiaca. World Journal of Microbiology and Biotechnology 24: 2653-2658.

Cho, D. S., Jong, S. K. and Park, Y. K. (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.

De Freitas, J. R. and Germida, J. J. (1990) Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Canadian Journal of Microbiolog 36: 265-272.- Ellis, R.H. and Pieta-Filho, C. (1992) The development of seed quality in spring and winter cultivars of barely and wheat. Seed Science 2: 19-25.

Freitas, A. D. S. and Stamford, N. P. (2002) Association nitrogen fixation and growth of maize in Brazilian rainforest Soil as affected by Azospirillum and organic materials. Tropical Grassland 36: 77-82.

Fulchieri, M. and Frioni, L. (1994) Azospirillum inoculation on maize (*Zea mays* L.): effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil Biology and Biochemistry 26: 921-923.

Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, S. (2009) The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. Proceedings of Word Academy of Science Engineering and Technology 37: 2070-3740

Grant, A. U., Stobbe, E. H. and Rocz, G. J. (1985) The effect of fall applied N and fertilizer and timing of N application on yield and protein content of winter wheat grown on zero tilled land in Manitoba. Canadian Journal of Soil Science 65: 621-628.

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.

Jain, D. K. and Pativquin, D. G. (1984) Characterization of a substance produced by Azospirillum which causes branching of wheat root hairs. Canadian Journal of Microbiology 32:206-210.

Kader, M. K., Mmian, H. and Hoyue, M. S. (2002) Effects of aztobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Science 2: 250 –261.

Kato, T. (1999) Genetic environmental variations and association of the characters related to the grain filling processing rice cultivars. Plant Production Science 2: 32-36.

Kaya, Y. K., Arisoy, R. Z. and Gocmen, A. (2002) Variation in grain yield and quality traits of bread wheat genotypes by zinc fertilization. Pakistal Journal of Botany 1: 142-144.

Kim, N. I. and Paulsen, G. M. (1986) Response of yield attributes of isogenic tall, semi dwarf, and double dwarf winter wheats to nitrogen fertilizer and seeding rates. Crop Science 156: 197-205.

Kumari, S. L. and Valarmathi, G. (1998) Relationship between grain yield grain filling rate and duration of grain filling in rice. Agriculture Journal 85: 210-211.

Longnecker, N. and Robson, A. (1994) Leaf emergence of spring wheat receiving varying nitrogen supply at different stage of development. Annals of Botany 74:1-7.

Murchie, E. H., 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. European Journal of Agronomy Science 53: 2217-2224.

Öztürk, A., Caglar, O. and Sahin, F. (2003) Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166: 1–5.

Pacovsky R. S. (1990) Development and growth effects in sorghum-Azospirillum association. Journal of Appled and Bacteriology 68:555-563.

Rai, S. N. and Gaur, A. C. (1988) Chraracterization of *Azotobacter* spp and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N–

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]

Sharaan, A. N. and El-Samie, F. S. A. (1999) Response of wheat varietiers to some environmental influences. 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.

Thomison, P. R., and Jordan, D. M. (1995) Plant population effects in corn hybrids differing in ear growth habitat and prolificacy. Journal of Production and Agriculture 8: 394-400.

Tollenaar, M., Daynard, T. B. and Hunter, R. B. (1984) The effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. Crop Science 19: 363-366.

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. Agronomy Journal 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. Agronomy Journal 33: 251-258

Zamber, M. A., Konde, B. K. and Sonar, K. R. (1984) Effect of Azotobacter chroocum and Azosprillum brasilense inoculation under graded levels of nitrogen on growth and yield of wheat. Plant and Soil 79: 61-67.

uptake of wheat crop. Plant and Soil 109: 131-134.

Ribaudo, C. M., Rondanini, D. P., Cura, J. A. and Fraschina, A. A. (2001) Response of Zea mays to the inoculation with Azospirillum on nitrogen metabolism under greenhouse conditions. Biology Plantarum 44: 631-634.

Roesty, D., Gaur, R. and Johri, B. N. (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. and Hall, A. J. (2004) Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brif interval of high temperature during grain filling. Field Crop Research 83: 79-90.

Rudresha, D. L., Shivaprakasha, M. K. and Prasad, R.D. (2005) Effect of combined application of Rhizobium, phosphate solubilizing bacterium and Trichoderma spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Appled Soil and Ecology 28:139–146.

Sarig, S., Okon, Y. and Blum, A. (1992) Effect of Azospirillum brasilense inoculation on growth dynamics and hydraulics conductivity of Sorghum bicolor roots. Journal of Plant Nutrition 15:805-819.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.8.4.9]