نشریه زراعت دیم ایران دوره ۸، شماره ۲، اسفند ۱۳۹۸
Archive of SID

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/idaj.2019.125651.251

افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم دوروم تحت تأثیر باکتری‌های محرک رشد در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

پروانه حاتمی نیا[۱]، نصرت الله عباسی[۲*]، محمد جواد زارع[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

چکیده

به‌منظور بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد و غلظت عناصر غذایی دانه گندم دوروم، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل کود زیستی در سه سطح (آزوسپیریلوم برازیلنس *Azospirillum brasilense*، ازتوباکتر کروکوکوم *Azotobacter chroococcum* و عدم تلقیح)، شرایط رطوبتی در دو سطح (آبیاری تکمیلی و دیم) و دو رقم گندم دوروم (ساجی و دهدشت) بود. نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی، تأثیر افزایشی بر عملکرد دانه، عملکرد زیستی و اجزای عملکرد دانه گندم داشت. اثر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد و غلظت عناصر در دانه دو رقم گندم دوروم، معنی‌دار بود و باکتری آزوسپیریلوم نسبت به باکتری ازتوباکتر برتری بیشتری داشت. نهایتاً، بیشترین غلظت نیتروژن (۲۰/۷۱ درصد)، فسفر (۱۳/۱ درصد)، پتاسیم (۳/۷ درصد) در دانه و بیشترین عملکرد دانه (۲۹۲۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد زیستی (۸۵۶۶ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۴۲ درصد) ارقام گندم دوروم در شرایط آبیاری تکمیلی توأم با تلقیح با باکتری‌های محرک رشد حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، ازتوباکتر، تنش رطوبتی، عناصر، عملکرد دانه، گندم

* نگارنده مسئول: *abbasinosrat@gmail.com* تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم دوروم یا گندم ماکارونی (*Triticum turgidum* L. Subsp. durum) به‌عنوان یک محصول غذایی با اهمیت، تولیدی معادل ۳۱/۳ میلیون تن در جهان دارد و محصول اصلی در چندین کشور دنیا است (Motzo and Giunta, 2007). تنش خشکی یکی از مشکلات اساسی کشاورزی در ایران و جهان است و عامل مهم کاهش عملکرد گندم به‌شمار می‌رود (Abdolshahi *et al.*, 2012). از طرفی دوره رشد زایشی و پر شدن گندم در اواخر بهار با افزایش دمای هوا وکم‌آبی مواجه بوده، بنابراین رشد گیاه تحت تأثیر تنش‌های گرمایی و خشکی قرار گرفته و از پتانسیل تولید کاسته می‌شود (Joudi *et al.*, 2014). تحقیقات نشان داده که در اثر تنش خشکی انتهای فصل، عملکرد دانه گندم، ۴۳ درصد کاهش می‌یابد (Ehdaie *et al.*, 2008). آبیاری تکمیلی نقش کلیدی در تولید محصول در کشورهای مختلف دنیا دارد، به‌طوری که ۸۰ درصد مناطق تحت کشت دنیا و ۶۰ درصد تولید جهانی در این شرایط تولید می‌شود اعمال آبیاری تکمیلی توانسته است عملکرد محصولات دیم را به نحو چشم‌گیری افزایش دهد (خسروی حسین‌پور، ۱۳۹۶). در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا شامل غرب آسیا و شمال آفریقا محدوده تولید گندم بسته به مقدار توزیع بارندگی از ۰/۶ تا ۱/۵ تن در هکتار در نوسان است. در این شرایط، عملکرد و راندمان کاربرد آبیاری تکمیلی، افزایش معنی‌داری نسبت به شرایط دیم داشته است (Mohamadi and Fathi, 2003). همچنین، استفاده از ارقامی که آب قابل دسترس را با کارایی بیش‌تر مصرف کرده و متحمل خشکی باشند، یک روش اساسی برای افزایش تولید در محیط‌های مستعد خشکی است.

به منظور تغذیه بهینه گیاه بر اساس اصول کشاورزی پایدار و نیز جهت کاهش اثر تنش‌های محیطی، استفاده از برخی کودهای زیستی مانند باکتری‌های محرک رشد مورد توجه قرار گرفته‌اند (Zahir, 2004). باکتری‌های محرک رشد از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، افزایش درسترسی به عناصر معدنی خاک، کنترل عوامل بیماری‌زا و همچنین تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و نیز سبب افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی می‌شوند (Sifola *et al.*, 2006). از جمله باکتری‌های افزاینده رشد می‌توان به ازتوباکتر (Azotobacter)، آزسپیریلوم (Azospirillum) و سودوموناس (Pseudomonas) اشاره نمود (قربان‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم قادر هستند با استفاده از مکانیسم‌های مختلفی همچون تثبیت نیتروژن اتمسفری، تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و ویتامین‌های B، ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی در ریزوسفر، عملکرد گندم را افزایش دهند (جلیلیان و همکاران، ۱۳۹۵). کیزیلکایا (۲۰۰۸) نشان داد ازتوباکتر می‌تواند تا ۸۴ درصد عملکرد گندم را افزایش دهد. هانگریا و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند تلقیح باکتری آزوسپیریلوم با بذور چند رقم گندم منجر به افزایش عملکرد دانه بین ۱۸-۹ درصد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که تلقیح باکتری ازتوباکتر در غلات منجر به افزایش جذب نیتروژن و عملکرد دانه می‌شود (Kumar *et al.*, 2009). زهیر و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند که در صورت تلقیح گیاه گندم با تثبیت‌کننده‌های آزاد نیتروژن، رشد گیاه بیشتر می‌شود و عملکرد آن افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق شریفی و سیاه خلکی (۱۳۹۴) نشان داد تلقیح بذر گندم با باکتری ازتوباکتر و مصرف کود نیتروژنه در زمان کاشت، پنجه‌دهی و قبل از گلدهی باعث افزایش عملکرد تک بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، وزن ریشه و درصد پروتئین گردید. نتایج آزادی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی اثر باکتری‌های افزاینده رشد و کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم دوروم حاکی از آن بود بیشترین ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه در تیمارهای عدم تلقیح و تلقیح با کودهای زیستی به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه در رقم یاوارس و ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تلقیح با باکتری آزسپریلیوم و کمترین عملکرد دانه در رقم سیمره با ۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و عدم تلقیح مشاهده شد.کاهش نزولات جوی در سال‌های اخیر و افزایش تقاضا برای تولید گندم، تولید ارقامی از گندم با پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی را ضروری می‌نماید و در عین حال لازم است روش‌های که بتوانند تحمل گیاه به شرایط دشوار محیطی را افزایش داده و عملکرد دانه را بهبهود بخشند توسعه یابد. بنابراین هدف از اجرای این تحقیق، بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد و آبیاری تکمیلی آخر فصل بر عملکرد، اجزاء عملکرد و عناصر غذایی در دانه دو رقم گندم دوروم بود.

مواد و روش

این تحقیق در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۸ دقیقه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه‌ی شرقی و ارتفاع ۱۱۴۷ متری از سطح دریا اجرا شد. منطقه از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه‌مرطوب با تابستان گرم و زمستان نسبتاً سرد، با میانگین بارندگی سالیانهٔ ۵۷۱ میلی‌متر است. در طول فصل رشد (آذرماه ۱۳۹۵ تا تیرماه ۱۳۹۶) مجموع بارندگی ۲۳۲ میلی‌متر بود. میانگین دمای حداقل و حداکثر در طول دوره رشد، به‌ترتیب ۱۰/۰ و ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود. بافت خاک محل آزمایش لومی-شنی و سال قبل از اجرای آزمایش به‌صورت آیش بود. خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل کود زیستی در سه سطح (باکتری آزوسپیریلوم (*Azospirillum brasilense*) و باکتری ازتوباکتر (*Azotobacter Chroococcum*) و عدم تلقیح یا شاهد)؛ فاکتور دوم شرایط رطوبتی در دو سطح (آبیاری تکمیلی و دیم) و فاکتور دو رقم گندم دوروم (ساجی و دهدشت) می‌باشد. عملیات اولیه شخم زمین در تابستان سال ۱۳۹۵ با گاوآهن برگردان‌دار صورت

www.SID.ir

Archive of SID

گرفت، در اوایل آذر ماه عملیات آماده‌سازی تکمیلی زمین شامل شخم، دیسک‌زنی، بلوک‌بندی و کرت‌بندی انجام گرفت. اندازه کرت‌ها ۲×۳ متر و فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر و بین بلوک‌ها یک متر بود. هر کرت آزمایشی شامل هشت ردیف کشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر با طول سه متر بود. عملیات کاشت به‌صورت دستی و با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع صورت گرفت. با توجه به نتایج آزمون خاک در زمان کاشت اقدام به استفاده از کود اوره (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک)

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب	ظرفیت زراعی (درصد)
لومی-شنی	۴/۲۰	۸/۲۰	۰/۳۳	۸/۲۰	۲۱۴/۵۰	۰/۰۳	۱/۴	۲۸

کودهای زیستی به‌صورت بذرمال استفاده گردید. ابتدا بذرهای گندم با استفاده از الکل ۷۰ درصد ضدعفونی سطحی شد و سپس با آب مقطر شست‌وشو داده شد تا اثر الکل حذف شود. سپس بذور به محلول‌های حاوی باکتری آزوسپیریلوم و ازتوباکتر، منتقل گردید و به‌مدت یک ساعت در شیکر قرار گرفتند تا نفوذ باکتری به داخل شیارها و پوست دانه گندم امکان‌پذیر گردد (Zarea *et al.*, 2012). مایه تلقیح باکتری‌ها در آزمایشگاه گروه زراعت دانشگاه ایلام تهیه شد. جمعیت باکتری‌ها ۱۰۷ سلول باکتری در هر میلی لیتر مایع تلقیح بود (Zarea *et al.*, 2012).

در این تحقیق آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه انجام شد. میزان آب لازم برای هر مرحله آبیاری در تیمارهای مختلف طوری تعیین گردید که تا عمق توسعه ریشه به حد ظرفیت زراعی برسد. عمق توسعه ریشه با نمونه‌برداری به‌طور تصادفی از پلات‌ها تعیین گردید. به منظور مشخص کردن درصد وزنی رطوبت خاک و محاسبه میزان آب مورد نیاز از هر کرت نمونه‌هایی تا عمق توسعه ریشه برداشت و بلافاصله وزن مرطوب آن توزین و به مدت ۱۲ ساعت در آون با دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. برای وارد کردن میزان آب مورد نیاز در هر کرت از کنتور آب استفاده شد. میزان آب لازم برای هر مرحله آبیاری در تیمارهای مختلف با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید.

$$Vw= (Fc – P) \times Bd \times A \times D/Ea$$

Vw حجم آب آبیاری (متر مکعب)، Fc درصد وزنی رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه (برای این آزمایش ۲۸ درصد بدست آمد)، P درصد وزنی رطوبت خاک قبل از آبیاری (برای این آزمایش ۱۴ درصد بدست آمد)، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه (گرم بر سانتی‌متر مکعب) برای این آزمایش ۱/۴ بدست آمد، A مساحت کرت آزمایشی (۶ مترمربع)، D عمق ریشه

www.SID.ir

Archive of SID

(۶۰ سانتی‌متر) و Ea راندمان کاربرد آب آبیاری که تقریبا ۹۰ درصد بود. حجم آب مورد نیاز برای هر کرت ۰/۷۸۴ مترمکعب بود. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی، هفت بوته به طور تصادفی از هر کرت جدا گردید و با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد.

برداشت دانه در مرحله رسیدگی کامل دانه‌ها در خرداد ماه انجام پذیرفت. برای محاسبه تعداد سنبله در متر مربع، مساحت یک مترمربع از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد سنبله‌ها شمارش و از آن‌ها میانگین گرفته شد. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در سنبله، از هر کرت ۲۰ سنبله به‌طور تصادفی انتخاب و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذرها، متوسط تعداد دانه در سنبله برای هر واحد آزمایشی مشخص گردید. وزن هزار دانه نیز از شمارش و توزین چهار نمونه تصادفی ۱۰۰ بذری در هر کرت به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری عملکرد زیستی، پس از حذف حاشیه، مساحت یک متر مربع از هر کرت کف‌بر، خشک و توزین و به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. نمونه‌های حاصل از این بخش پس از جدا کردن دانه‌ها و توزین آن‌ها به کیلوگرم در هکتار تبدیل و عملکرد دانه با رطوبت ۱۲ درصد محاسبه شد و شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیست توده بر حسب درصد به دست آمد. نمونه‌برداری برای تعیین غلظت عناصر غذایی دانه در مرحله رسیدگی کامل گیاه انجام شد. میزان نیتروژن دانه با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون با استفاده از دستگاه کجلدال (Waling *et al.*, 1989) و میزان فسفر دانه با روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Olsen and Sammers, 1982) و غلظت یون پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فتومتر (Chapman and Pratt, 1978) تعیین گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد و رسم نمودارها نیز با نرم افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات کود زیستی و رقم بر ارتفاع بوته گندم دوروم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که ارتفاع بوته رقم ساجی بیش از رقم دهدشت بود (شکل۱). باکتری محرک رشد آزوسپیریلوم و ازتوباکتر ارتفاع بوته را در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۸/۰۹ و ۵/۰۵ درصد افزایش دادند (شکل ۲).

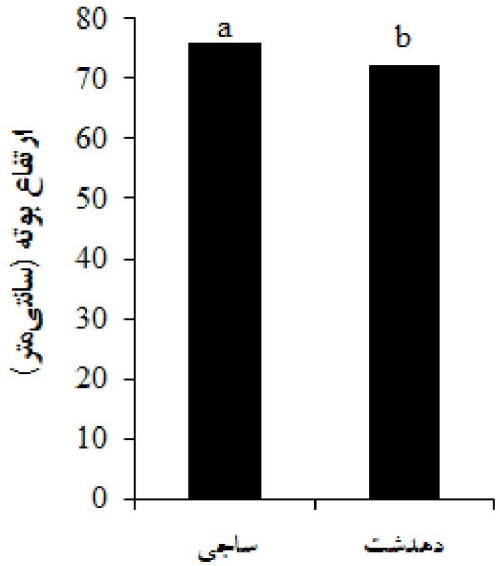
یکی از دلایل مهمی که می‌توان برای تأثیر کود بیولوژیک در افزایش ارتفاع بوته برشمرد، این است که مصرف این کودها منجر به افزایش طول میانگره‌ها می‌شود و این امر می‌تواند به تحریک تولید هورمون‌های گیاهی توسط این کودها مربوط باشد (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). ارتفاع زیاد گیاه از طریق افزایش مواد ذخیره‌ای ساقه، سبب می‌گردد که در طول پر شدن دانه تأمین مواد پرورده افزایش یابد و از این طریق عملکرد دانه افزایش یابد (محمدورزی و همکاران، ۱۳۹۰). سیدشریفی و نظرلی (۱۳۹۲) افزایش ارتفاع بوته را

www.SID.ir

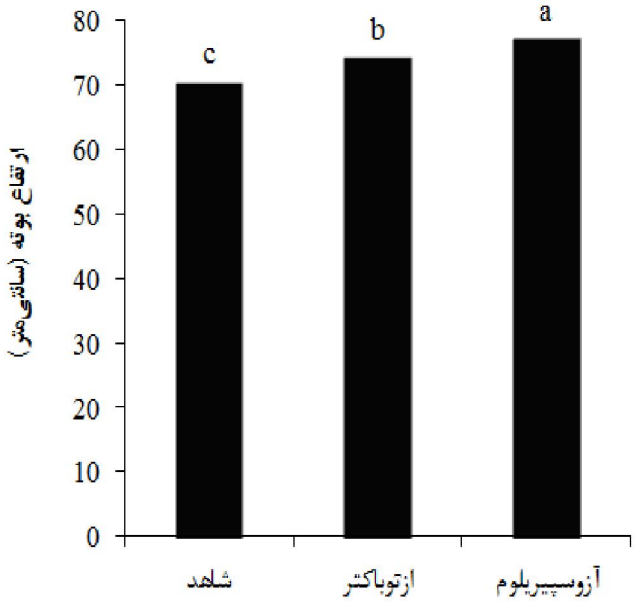
Archive of SID

بر اثر تلقیح با ازتوباکتر همراه با کاربرد اوره گزارش کردند.

یافته‌های پنگ و لتی (۲۰۰۹) حاکی از آن است که کاربرد کودهای زیستی حاوی باکتری محرک رشد سبب افزایش ارتفاع بوته و طول سنبله در گندم شد. ارتفاع بوته شاخصی از رشد رویشی محسوب می‌شود که با توجه به افزایش قابل ملاحظه‌ی این صفت بر اثر کاربرد کودهای زیستی، رشد رویشی و عملکرد زیست‌توده نیز بهبود می‌یابد. از آنجایی که آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه اعمال گردید، احتمالاً به همین دلیل اثر این تیمار بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۲).



شکل ۱- تأثیر رقم بر ارتفاع بوته گندم دوروم



شکل ۲- تأثیر کود زیستی بر ارتفاع بوته گندم دوروم

تعداد دانه در سنبله: نتایج آزمایش نشان داد که بین اثرات اصلی، فقط اثر کود زیستی روی تعداد دانه در سنبله معنی‌دار گردید. در حالی در بین اثرات متقابل اثر تنش رطوبتی× رقم در سطح احتمال پنج درصد و اثرات تنش رطوبتی× کودزیستی و رقم× کود زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید و اثر تنش رطوبتی ×رقم×کودزیستی معنی‌دار نشد (جدول ۲). تیمارهای باکتری آزوسپیریلوم+ آبیاری تکمیلی و رقم دهدشت + باکتری آزوسپیریلوم، به‌ترتیب بیشترین تعداد دانه در سنبله با افزایش ۱/۱۹ و ۱/۲۸ نسبت به شاهد شدند (شکل ۳ و ۴).

گزارش شده است که در ابتدای مراحل زایشی، تأمین عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن سبب افزایش آغازه‌های گلچه در سنبله شده که خود سبب افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. در این مورد مشاهده شد که تیمارهای حاوی باکتری‌های محرک رشد دارای بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله بودند که با نتایج مصلحی و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات کودهای زیستی، شرایط رطوبتی بر ارتفاع بوته و اجزاء عملکرد دانه دو رقم گندم دوروم

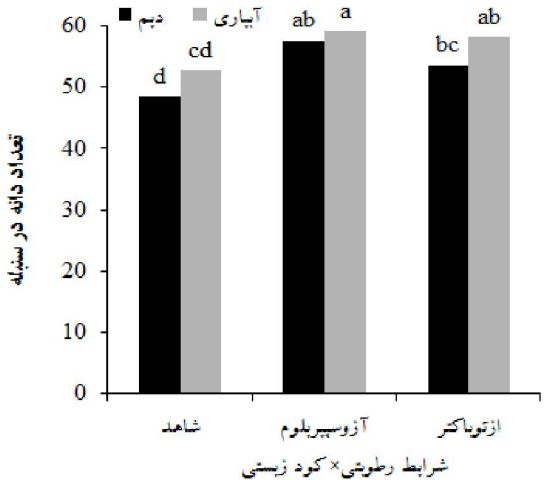
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
بلوک	۲	۳۴۴/۳۳**	۲۵۳/۰۸^{ns}	۳/۱۸^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۹۱۹۳^{ns}	۴۴۲۷۷۴۳**	۳۲۴/۶۲**	۰/۰۲۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}
شرایط رطوبتی	۱	۲/۴۰^{ns}	۷۹۱/۵۸^{ns}	۳/۰۰^{ns}	۰/۶۶*	۱۵۱۳۹۶۶**	۱۶۷۴۱۷^{ns}	۳۰۳/**	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۲۰**	۰/۰۰۴۰**
رقم	۱	۱۳۴/۲۴**	۱۹/۳۶^{ns}	۸/۲۱^{ns}	۰/۹۳*	۲۸۶۸۵^{ns}	۱۲۲۶۵۵۶^{ns}	۴۷/۵۹^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۲۰^{ns}
کود زیستی	۲	۱۳۵/۳۶**	۲۷۱۱۲/۳۲**	۱۷۸/۳۱**	۷/۶۳**	۱۴۷۶۵۴۷**	۷۳۰۰۹۹۳**	۶۲/۲۲^{ns}	۰/۰۶۱*	۰/۰۰۰۴۰**	۰/۰۴۰۰**
شرایط رطوبتی× کود زیستی	۲	۲۸/۲۸^{ns}	۵۸۷۲/۴۰^{ns}	۷۴/۷۵**	۱/۷۵**	۲۷۱۹۱^{ns}	۱۱۱۷۱۸۸^{ns}	۵۳/۳۷^{ns}	۰/۱۷۵**	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱۰^{ns}
شرایط رطوبتی× رقم	۱	۱۵/۵۴^{ns}	۴۸۶۲/۷۳^{ns}	۲۳/۴۴^{ns}	۱/۷۲**	۲۷۴۰۵۲*	۵۲۶۸۳۴^{ns}	۲۰/۴۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۱۰^{ns}
رقم× کود زیستی	۲	۲۸/۲۴^{ns}	۴۹۰۹/۴۳^{ns}	۱۲۰/۱۱**	۱/۱۸**	۲۸۹۹۳۱*	۵۸۵۵۷۷^{ns}	۲۳/۰۹^{ns}	۰/۰۲۹^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱۰^{ns}
شرایط رطوبتی× کود زیستی× رقم	۲	۲/۷۵^{ns}	۴۷۰/۵۲^{ns}	۵/۲۰^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۱۵۶۴۴^{ns}	۴۸۰۶۵۲۱**	۱۲۷/۶۷*	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۵۰**
خطا	۲۲	۹/۲۷	۲۳۹۷/۲۳	۶/۹۲	۰/۱۵	۶۲۱۷۷	۶۲۱۶۷۵	۲۹/۲۷	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۹
ضریب تغییرات (٪)	–	۳/۰۴	۱۳/۵۲	۴/۷۸	۶/۶۷	۱۰/۳۱	۱۱/۲۶	۱۵/۳۵	۲۵/۴۵	۴/۳۹	۱۰/۲۵

ns، **و*: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

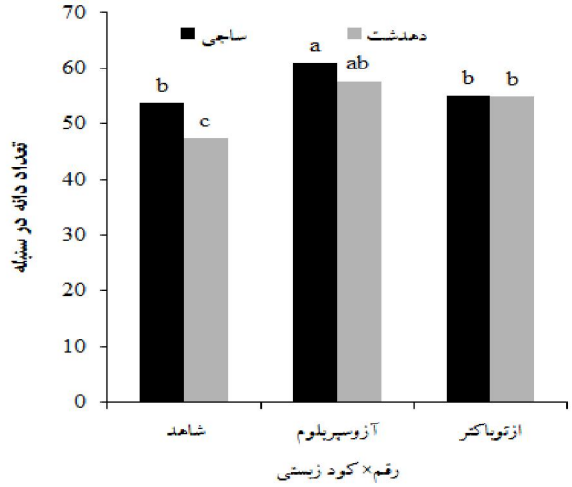
www.SID.ir

Archive of SID

توکلی و جلالی (۱۳۹۵) طی آزمایشی اظهار داشتند که تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبله بارور در شرایط کاربرد کودهای زیستی مختلف به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. حیدری‌سیاه‌خلکی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد عملکرد تک بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه را افزایش داد. ایشان دلیل این امر را به مکانیسم‌های هم‌چون تثبیت نیتروژن، تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین، جیبرلین و ویتامین‌های B، ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی در ریزوسفر نسبت دادند.



شکل ۳- تأثیر کود زیستی بر تعداد دانه در سنبله گندم دوروم تحت شرایط رطوبتی



شکل ۴- تأثیر کود زیستی بر تعداد دانه در سنبله دو رقم گندم دوروم

وزن صد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تنش رطوبتی و رقم در سطح احتمال پنج درصد و کودزیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. کلیه اثرات متقابل دوگانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سه‌گانه تنش رطوبتی× رقم×کودزیستی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

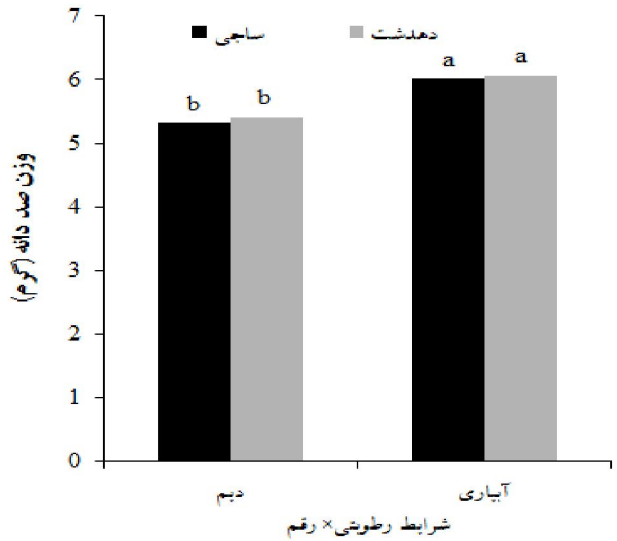
مقایسه میانگین اثرات دوگانه نشان داد تیمارهای رقم دهدشت+ تنش رطوبتی، رقم ساجی+ آزسپیریلوم و آزسپیریلوم+ تنش رطوبتی به‌ترتیب با میانگین ۶/۰۷، ۶/۷۷ و ۶/۹۲ بیشرین وزن صد دانه و تیمارهای رقم ساجی در شرایط دیم، رقم ساجی+ عدم کاربرد باکتری محرک رشد و عدم آبیاری+ عدم کاربرد باکتری محرک رشد به‌ترتیب با میانگین ۵/۳۱، ۴/۸۶ و ۴/۶۴ کمترین وزن صد دانه حاصل گردید (شکل ۵، ۶ و ۷).

به‌نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی باعث توسعه‌ی ریشه شده و شرایط را برای جذب عناصر غذایی فراهم می‌کنند که این به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌گردد. زمانی که گیاه به دوران رسیدگی نزدیک می‌گردد مواد حاصل از فتوسنتز را به اندام‌های زایشی (دانه‌ها) منتقل می‌کند.

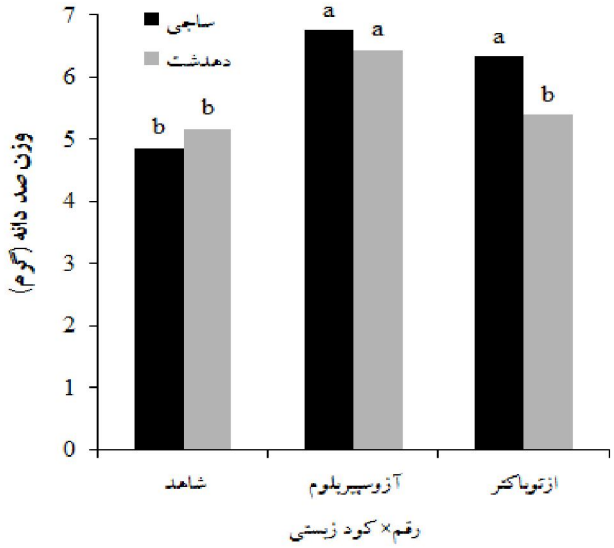
www.SID.ir

Archive of SID

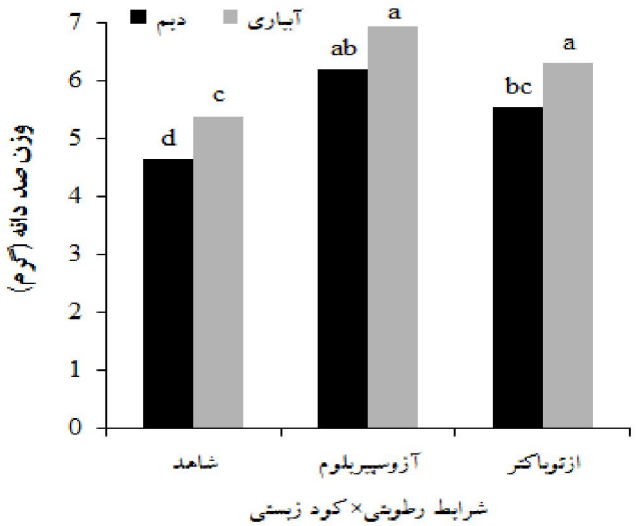
کودهای زیستی از طریق تسریع و تقویت این عمل سبب افزایش وزن هزار دانه می‌گردد (Saravi and Pirdasti, 2013). ارقام هم با توجه به پتانسیل ژنتیکی، عملکرد متفاوتی با هم دارند. از طرفی دوام بیشتر پوشش سبز در شرایط آبیاری نیز می‌تواند از طریق افزایش طول مدت فتوسنتز موجب افزایش وزن هزار دانه و درنتیجه عملکرد دانه گردد. حق بهاری و سید شریفی (۱۳۹۳) در طی مطالعه خود بیان کردند افزایش وزن صد دانه گندم در اثر تلقیح با باکتری را می‌توان به نقش مثبت باکتری‌های رشد در گسترش ریشه اعم از وزن و حجم که به جذب آب و عناصر غذایی و انتقال آن به گیاه کمک می‌نماید نسبت داد که در نهایت به بهبود رشد و افزایش فتوسنتز گیاه منجر می‌شود.



شکل ۵- تأثیر تنش رطوبتی بر وزن صد دانه دو رقم گندم دوروم



شکل ۶- تأثیر کود زیستی بر وزن صد دانه دو رقم گندم دوروم

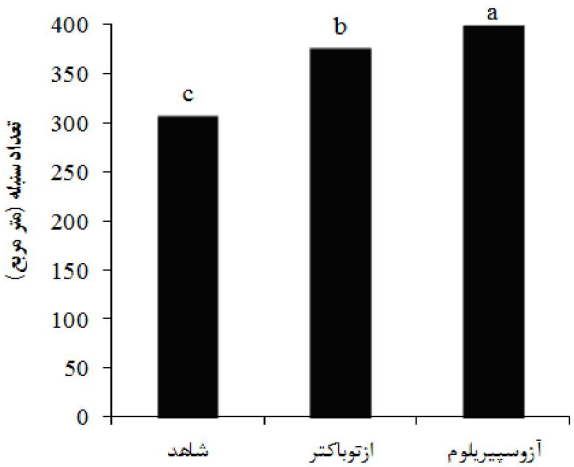


شکل ۷- تأثیر کود زیستی بر وزن صد دانه گندم دوروم تحت شرایط رطوبتی

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد سنبله در متر مربع: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد در بین اثرات اصلی اثر کود زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و هیچ یک از اثرات متقابل معنی‌دار نبود (جدول ۲). باکتری آزوسپیریلوم باعث افزایش ۱/۲۹ نسبت به شاهد شد (شکل ۸).



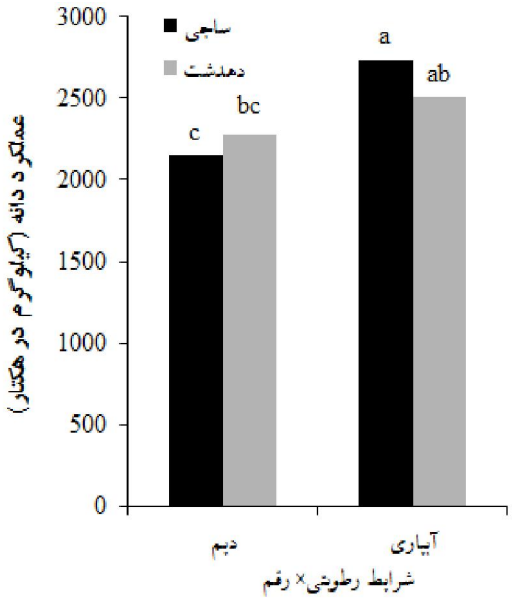
شکل ۸- تأثیر کود زیستی بر تعداد سنبله گندم دوروم

افزایش اجزاء عملکرد را می‌توان به نقش مؤثر باکتری‌های محرک رشد در تثبیت نیتروژن و رهاسازی آن در مراحل حساس نیاز کودی مرتبط دانست که موجب افزایش نیتروژن قابل‌مصرف در مراحل حساس رشدی می‌شود (James and Paulsen, 2004). افزایش تعداد سنبله در بوته در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد توسط (پازاکی، ۱۳۹۵) گزارش گردید. آزادی و همکاران (۱۳۹۲) بیان کردند بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در شرایط تلقیح با کودهای زیستی ازتوباکتر و آزسپریلیوم به دست آمد. نتایج به‌دست آمده با نتایج شریفی و امیریوسفی (۱۳۹۶) مطابقت دارد.

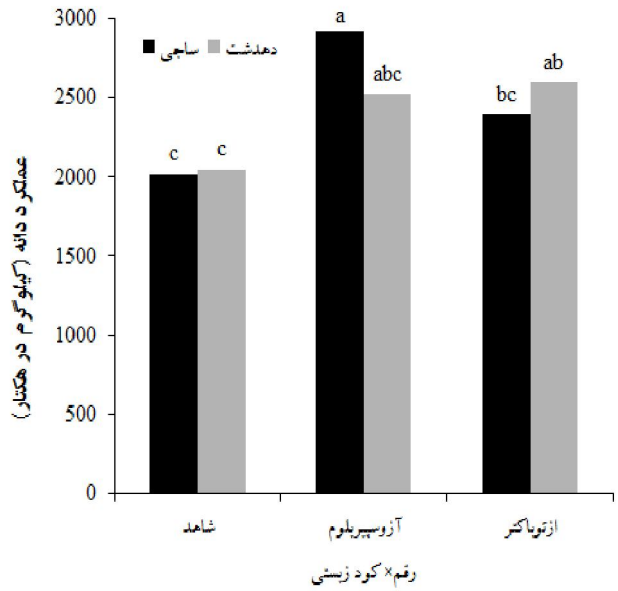
عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد در بین اثرات اصلی اثر تنش رطوبتی و کودزیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثر رقم معنی‌دار نشد. در بین اثرات متقابل اثر تنش رطوبتی× رقم و رقم× کودزیستی معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد رقم دهدشت + آبیاری تکمیلی بیشترین عملکرد دانه (۲۵۰۶ کیلوگرم در هکتار) و رقم ساجی در شرایط دیم کمترین عملکرد دانه (۲۱۵۲ کیلوگرم در هکتار) تولید کرد، ولی از لحاظ آماری تفاوتی با رقم ساجی+ آبیاری تکمیلی نداشت (شکل ۹)، همچنین بیشترین عملکرد دانه به میزان ۲۹۲۳۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار رقم ساجی+ آزوسپیریلوم به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با رقم ساجی+ بدون باکتری محرک رشد داشت، ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با رقم دهدشت+ آزوسپیریلوم و رقم ساجی+ ازتوباکتر نشان نداد، بین ارقام در شرایط عدم باکتری محرک رشد نیز تفاوتی مشاهده نشد (شکل ۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- تأثیر تنش رطوبتی بر عملکرد دانه دو گندم دوروم



شکل ۱۰- تأثیر کود زیستی بر عملکرد دانه در سنبله دو رقم گندم دوروم

ناصری‌راد و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که ارتفاع گیاه و عملکرد دانه در تلقیح با باکتری‌ها (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بالاترین عملکرد را دارا می‌باشد. پازاکی (۱۳۹۶) گزارش کرد کاربرد باکتری‌های محرک رشد و آبیاری عملکرد دانه گندم را ۹/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در تحقیقی گزارش شد که باکتری‌های محرک رشد از طریق افزایش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (توکلی و جلالی، ۱۳۹۵).

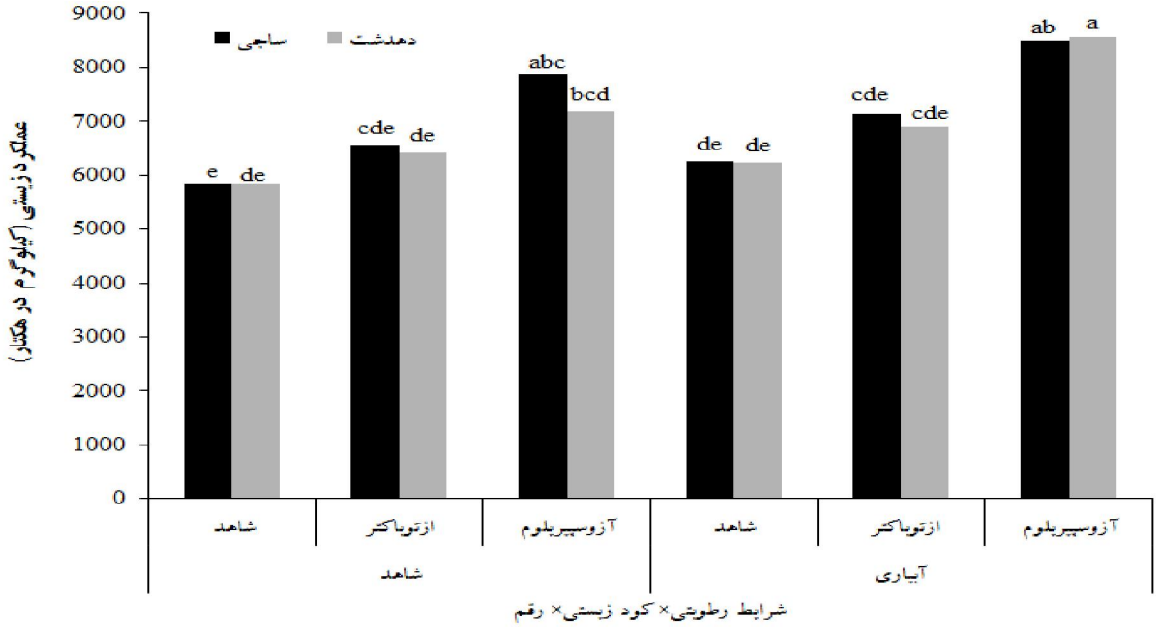
عملکرد زیستی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فقط اثر کودزیستی در بین اثرات اصلی و اثر تنش رطوبتی× رقم× کودزیستی در بین اثرات متقابل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار رقم دهدشت + آزوسپیریلوم + آبیاری به میزان ۸۵۶۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد، ولی با رقم ساجی در شرایط آبیاری تکمیلی همراه با باکتری آزوسپیریلوم، و رقم ساجی در شرایط دیم همراه با باکتری آزوسپیریلوم اختلافی از نظر آماری مشاهده نگردید. کمترین مقدار این صفت از تیمار رقم ساجی در شرایط دیم بدون کاربرد باکتری محرک رشد به میزان ۵۸۳۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۱۱).

بنا به نظر هی و پورتر (۲۰۰۶) شاخص برداشت صفتی عمدتاً ژنتیکی است و در حقیقت تنش خشکی با کمبود جذب عناصر غذایی ناشی از آن، عملکرد دانه و وزن خشک کل را تقریبا به یک نسبت کاهش می‌دهد. در مقابل محققین دیگری نیز اظهار داشتند باکتری‌های محرک رشد از جمله گونه‌های آزوسپیریلوم و ازتوباکتر از

www.SID.ir

Archive of SID

طریق شکل محلول قابل جذب عناصر غذایی در محیط ریشه، باعث جذب عناصر غذایی توسط گیاه و درنتیجه افزایش عملکرد ماده‌ی خشک گیاهی می‌شود (Kapulnik *et al*., 1985).



شکل ۱۱- تأثیر کود زیستی بر عملکرد زیستی دو رقم گندم دوروم تحت شرایط تنش رطوبتی

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد فقط اثر آبیاری تکمیلی در بین اثرات اصلی و اثر آبیاری تکمیلی × رقم × کودزیستی در بین آثار متقابل تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

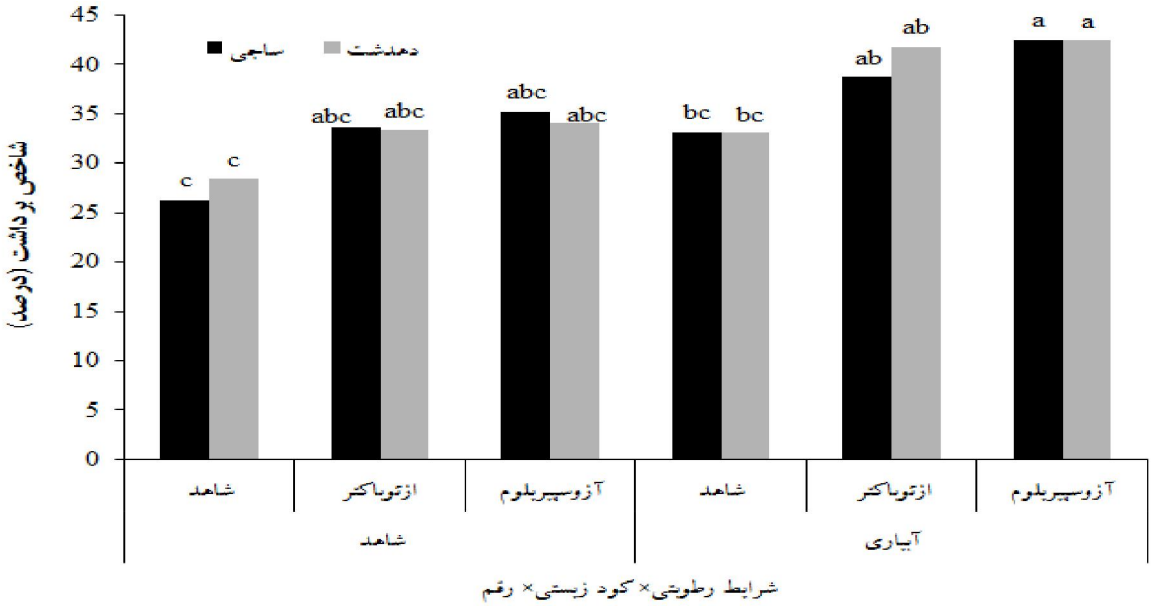
در شرایط آبیاری و دیم بین دو رقم در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد، با این حال بیشترین عملکرد به طور مشترک مربوط به دو رقم ساجی و دهدشت در شرایط آبیاری در تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم (۴۲/۵ و ۴۲/۴) و کمترین شاخص برداشت از تیمار ساجی و دهدشت در شرایط دیم، بدون تلقیح باکتری (۲۶/۳ و ۲۸/۴) حاصل شد (شکل ۱۲). بایستی توجه نمود که بین عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت یک رابطه مستقیمی وجود دارد، بدین معنی که هر چه قدر عملکرد دانه بیشتر باشد شاخص برداشت نیز بیشتر خواهد بود، یعنی نسبتی از مواد غذایی که در دانه ذخیره شده بیشتر بوده است. شاخص برداشت بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد، بدیهی است هر چقدر مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه منتقل شود عملکرد دانه افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی و باکتری‌های محرک رشد با تأثیر مثبت بر فتوسنتز جاری باعث افزایش شاخص برداشت شده‌اند (پازکی، ۱۳۹۵).

غلظت نیتروژن دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات کود زیستی و اثرات متقابل دوگانه

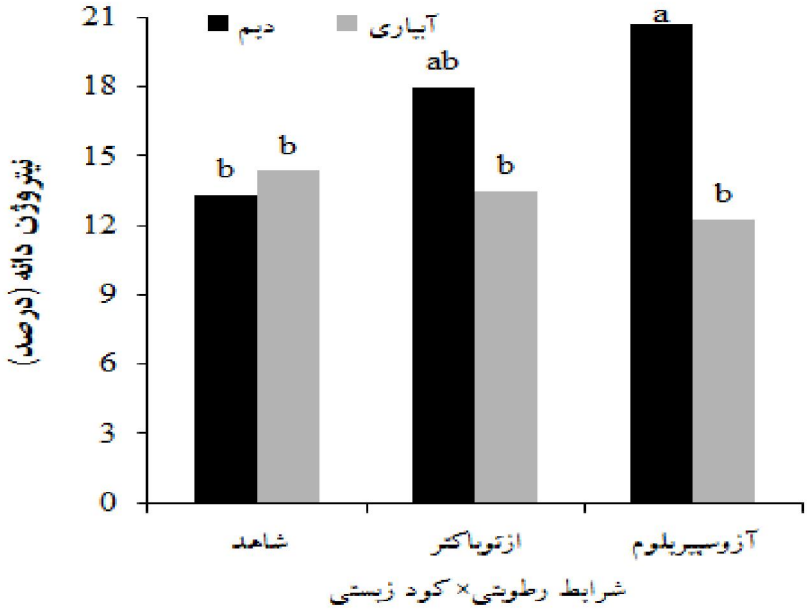
www.SID.ir

Archive of SID

(شرایط رطوبتی× کود زیستی) بر غلظت نیتروژن دانه گندم دوروم معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان نیتروژن دانه با کاربرد باکتری آزوسپیریلوم در شرایط دیم (۲۰/۲۵ درصد) به‌دست آمد، ولی از لحاظ آماری با تیمار کود زیستی ازتوباکتر تحت شرایط دیم اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان نیتروژن تحت شرایط دیم به دست آمد (شکل ۱۳).



شکل ۱۲- تأثیر کود زیستی بر شاخص برداشت دو رقم گندم دوروم تحت شرایط تنش رطوبتی



شکل ۱۳- تأثیر کود زیستی بر غلظت نیتروژن دانه دو رقم گندم دوروم تحت شرایط تنش رطوبتی

www.SID.ir

Archive of SID

به‌نظر می‌رسد کاربرد این ریزموجودات با افزایش سطح جذب ریشه و هم چنین تحریک ریشه برای دست‌یابی به حجم خاک بیش‌تر به گیاه در جذب بیشتر مواد غذایی کمک می‌کنند که نتیجه جذب مواد مغذی بیشتر به معنای افزایش غلظت مواد مغذی در بخش‌های مختلف گیاه خواهد بود.

جیریایی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی تاثیر تلقیح بذری آزوسپیریلوم لیپوفروم بر محتوای نیتروژن در دانه و ریشه گندم نشان داد تلقیح باکتریایی موجب افزایش به ترتیب ۱۴ و ۱۳ درصدی در غلظت نیتروژن شده است.

رجالی و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند تلقیح بذور گندم با سویه‌های مختلف ازتوباکتر منجر به افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن دانه می‌شود همچنین آن‌ها اظهار داشتند تلقیح بذور گندم میزان جذب نیتروژن از خاک را نیز افزایش می‌دهد.

غلظت فسفر دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد در بین آثار اصلی اثر آبیاری تکمیلی و کودزیستی و در بین آثار متقابل فقط اثر تنش رطوبتی×رقم×کودزیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

بیشترین میزان فسفر از تیمار رقم دهدشت + آزوسپیریلوم + آبیاری (۱۳/۱۳۱ درصد) به دست آمد. ولی از نظر آماری اختلاف معنی دار با تیمار رقم دهدشت + ازتوباکتر + آبیاری نبود،کمترین میزان فسفر از تیمار رقم ساجی تحت شرایط دیم، بدون اعمال باکتری‌های محرک رشد (۱۰/۶ درصد) حاصل گردید (شکل ۱۴).

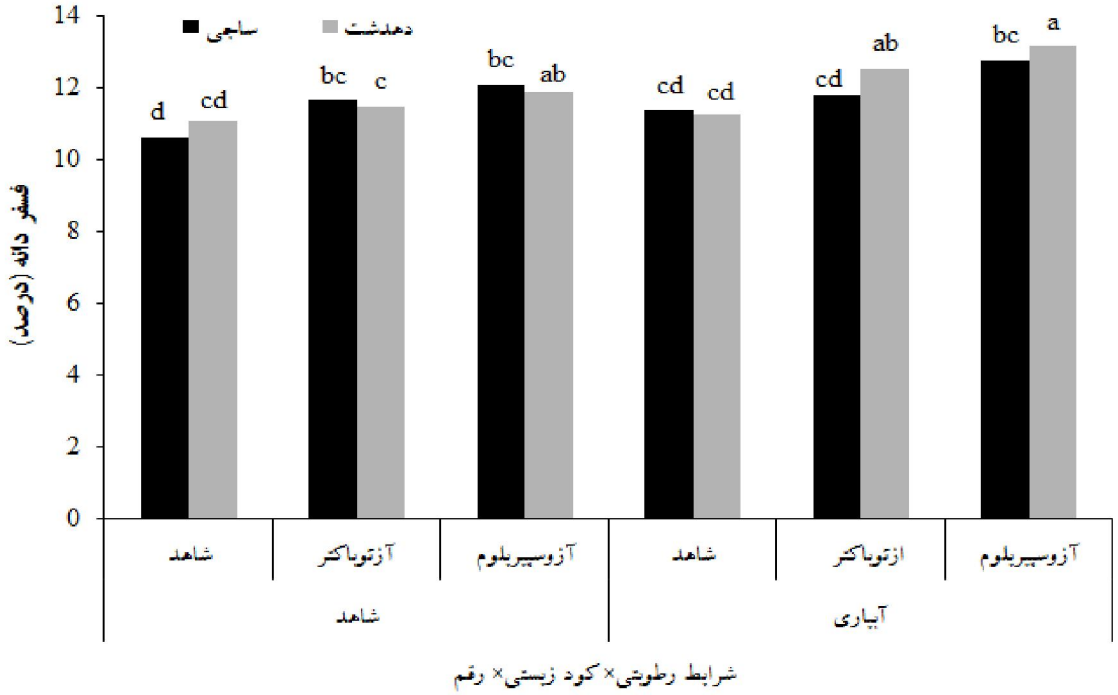
غلظت پتاسیم دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد در بین آثار اصلی، اثر تنش رطوبتی در سطح احتمال پنج درصد و اثر کود زیستی در سطح احتمال یک درصد و در بین آثار متقابل، اثر تنش رطوبتی× رقم× کودزیستی در سطح احتمال یک درصد بر غلظت پتاسیم دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار رقم دهدشت + آزوسپیریلوم + آبیاری با اینکه بیشترین میزان پتاسیم (۳/۷۷ درصد) را داشت ولی اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با تیمارهای رقم دهدشت+ازتوباکتر تحت شرایط آبیاری و دیم، رقم ساجی+ آزوسپیریلوم تحت شرایط آبیاری و دیم و رقم دهدشت+ازتوباکتر تحت شرایط آبیاری و دیم نداشت (شکل ۱۵). به نظر می‌رسد دلیل افزایش محتوای پتاسیم را می‌توان در تأثیر مثبت باکتری آزوسپیریلوم تنش رطوبتی در تثبیت و در اختیار قرار دادن عناصر حیاتی هم‌چون نیتروژن و آب کافی جست‌وجو کرد، چرا که افزایش توان رشدی و توسعه ریشه گیاه، دسترسی به حجم بیشتر خاک و افزایش سطح جذب گیاه را در پی دارد که از دلایل محکم در افزایش جذب عناصر در گیاه هستند.

کروس و همکاران (۲۰۰۴) طی پژوهشی اظهار داشتند در شرایط آبیاری نرمال کاربرد باکتری آزوسپیریلوم تأثیر معنی‌داری بر محتوای پتاسیم گندم ندارد در حالی‌که در شرایط بروز کم‌آبی بوته‌های تلقیح شده به شکل معنی‌داری محتوای پتاسیم بالاتری را نشان دادند. با این وجود در پژوهش اردکانی و مظاهری (۲۰۱۱) کاربرد

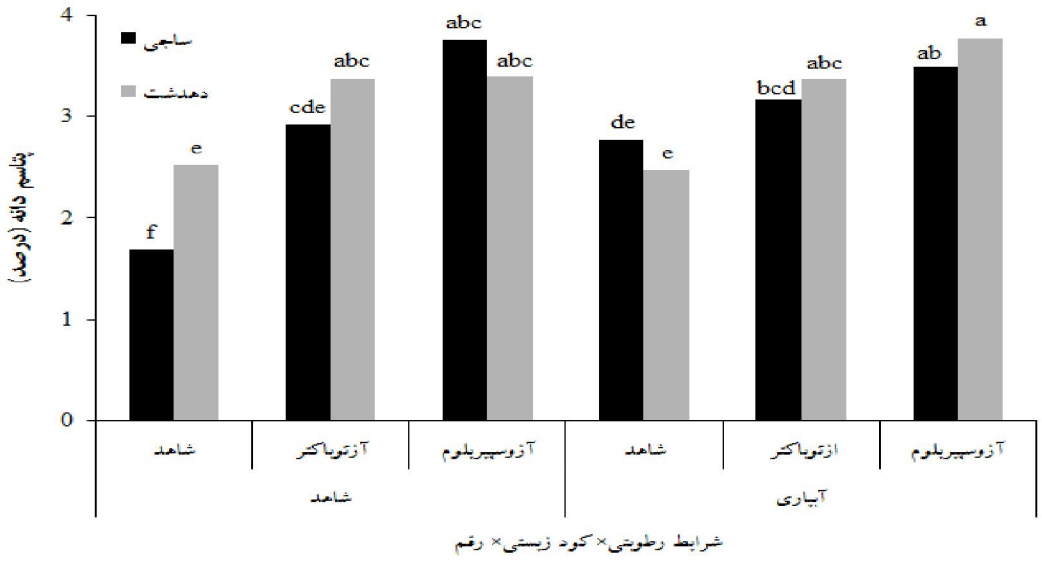
www.SID.ir

Archive of SID

باکتری آزوسپیریلوم منجر به افزایش محتوای پتاسیم دانه شد.



شکل ۱۴- تأثیر کود زیستی بر غلظت فسفر دانه دو رقم گندم دوروم تحت شرایط تنش رطوبتی



شکل ۱۵- تأثیر کود زیستی بر غلظت پتاسیم دانه دو رقم گندم دوروم تحت شرایط تنش رطوبتی

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

بررسی طولانی آمار هواشناسی نشان می‌دهد که توزیع کمی و کیفی بارندگی در اغلب مناطق کشت گندم در کشور به‌ویژه استان ایلام، بسیار پراکنده بوده و برای دست‌یابی به عملکردهای قابل قبول، غیر قابل اعتماد است. در این مناطق گیاهان کشت شده ممکن است در مراحل رشد رویشی خود در معرض تنش‌های متناوب قرار گیرند، ولی در مرحله رشد زایشی با تنش خشکی نهایی مواجه می‌شوند. نتایج این مطالعه نشان داد که در منطقه مورد مطالعه انجام یک بار آبیاری عملکرد دانه گندم را در ارقام رایج منطقه نسبت به شرایط دیم به‌صورت معنی‌داری افزایش داد. در بین ارقام در شرایط آبیاری، رقم ساجی با اینکه موفق‌تر عمل کرد ولی تفاوت معنی‌داری با رقم دهدشت در شرایط آبیاری نداشت. با این‌حال همواره عملکرد گندم در شرایط آبیاری تکمیلی نسبت به کشت دیم بیشتر است. باکتری‌های محرک رشد نیز باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند. با این حال باکتری آزوسپیریلوم نسبت به باکتری ازتوباکتر موفق‌تر عمل کرد. بیشترین عملکرد دانه (۲۹۲۳ کیلوگرم در هکتار) از رقم ساجی در تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم به‌دست آمد، و کمترین مقدار عملکرد دانه (۲۰۱۹ کیلوگرم در هکتار) از ارقام در شرایط دیم، بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد حاصل شد. بین ارقام در شرایط تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم و رقم دهدشت در تلقیح با باکتری ازتوباکتر تفاوت معنی‌داری نبود. در مطالعه حاضر، مشخص شد باکتری‌های مورد بررسی در شرایط آبیاری از نظر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه، نسبت به شرایط دیم، بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد در ارقام برتری نشان دادند. در نتیجه در شرایط کم‌آبی با مدیریت صحیح منابع آب و کاربرد کودهای زیستی علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی و تقویت گیاه، می‌توان ضمن غنی‌سازی محصولات زراعی گامی مؤثر در راستای کشاورزی پایدار برداشت.

منابع

آزادی صادق، سیادت سیدعطااله، ناصری رحیم، سلیمانی‌فرد عباس، میرزایی امیر. ۱۳۹۲. کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه در ارقام گندم دوروم. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷(۲): ۱۴۶-۱۲۹.

پازکی علی‌رضا. ۱۳۹۶. بررسی اثر اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در منطقه شهر ری. تحقیقات غلات. ۶(۱): ۱۱۷-۱۰۵.

توکلی مهران، جلالی امیرهوشنگ. ۱۳۹۵. تأثیر کاربرد انواع کودهای زیستی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. نشریه تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۶(۲۱): ۴۵-۳۳.

www.SID.ir

Archive of SID

جلیلیان جلال، امیرنیا رضا، قلی‌نژاد اسماعیل، عباس‌زاده سحر. ۱۳۹۵. تأثیر آبیاری تکمیلی و پیش‌تیمار بذر بر عملکرد. اجزای عملکرد دانه و برخی خصوصیات ماشک رقم دیم مراغه. به زراعی کشاورزی، ۱۸ (۳): ۶۳۷-۶۲۵.

جیریایی مجید، فاتح اسفندیار، آینه‌بند امیر، سپهر ابراهیم. ۱۳۹۴. مطالعه محتوای برخی عناصر غذایی در ریشه و دانه ارقام گندم تلقیح شده با آزوسپیریلوم و قارچ مایکوریزا. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹(۱): ۱۱۳-۱۰۲.

حسن‌پور علی، پیردشتی همت، اسماعیلی همت‌اله، عباسیان ارسطو. ۱۳۸۹. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد (*Sesame indicum* L.) به کاربرد تلفیقی نیتروژن و کود زیستی سوپرنیتروپلاس. مجله بوم شناسی کشاورزی. ۳(۱): ۱۶-۹.

حق‌بهاری مینا، سید شریفی رئوف .۱۳۹۳. تأثیر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد (PGPR) بر عملکرد، سرعت و طول دوره پرشدن دانه گندم در سطوح مختلف شوری خاک. تنش‌های محیطی در علوم زراعی.۶(۱): ۳۳۳-۳۲۱.

خسروی میترا، حسین پور طهماسب. ۱۳۹۶. بررسی کارایی آبیاری تکمیلی و مقادیر متفاوت کود نیتروژن در افزایش عملکرد ارقام مختلف گندم . پژوهشنامه کشاورزی. ۹(۱): ۲۸-۴۱.

سید شریفی رئوف، نظرلی علی. ۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد دانه، کارایی مصرف کود و انتقال ماده مجدد ماده خشک آفتابگردان در سطوح مختلف کود نیتروژنه. نشریه دانش کشاورزی وتولید پایدار. ۲۳(۳): ۴۵-۲۷.

شریفی پیمان ، امیر یوسفی مهدی. ۱۳۹۶. تأثیر نیتروژن و ازتوباکتر بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم روشن گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۷۲(۷): ۱۲۵-۱۴۴.

قربان‌پور منصور، حسینی ناصر، خدایی مطلق مهدی، سلگی موسی. ۱۳۹۳. تأثیر تلقیح باکتری‌های ریزوسفری سودوموناس بر رشد، کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis*). فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۳(۴): ۱۰۰-۸۹.

محمدورزی رسول. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر کودهای میکروبی (نیتروکسین و بیوفسفر) و نیتروژن بر روی خصوصیات کیفی و کمی آفتابگردان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

مصلحی نرگس، نیک‌نژاد یوسف، فلاح‌آملی هرمز و خیری نوراله. ۱۳۹۵. اثر کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی برنج (*Oryza sativa* L) رقم طارم هاشمی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸(۳۰).۸۷-۱۰۳.

Abdolshahi R, Safarian A, Nazari M, Pourseyedi S, Mohamadi-Nejad G. 2012. Screening drought-tolerant genotypes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using different multivariate methods. Archive Agronomy Soil Science 59: 685-704.

www.SID.ir

Archive of SID

Ardakani MR, Mazaheri D. 2011. Absorption efficiency of N, P, K through triple inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) by *Azospirillum brasilense*, Streptomyces sp., Glomus intraradices and manure application. Physiology and Molecular Biology of Plants 17(2): 181-192.

Chapman HD, Pratt PF. 1978. Methods of analysis for soils, plants and waters. Division of Agricultural Sciences, University of California, Berkeley, USA. 309 P.

Creus C, Sueldo R, Barassi C. 2004.Water relations and yield in *Azospirillum* inoculated wheat exposed todrought in the field. Canadian Journal of Botany 82: 273-281.

Ehdaie B, Alloush GA, Waines JG. 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crops Research 106 34–43.

Heidary Siah Khollaky MS, Sayed Sharifi R, Sedghi M. 2012. The effect of seed inoculation with plant growth promoting bacteria (*PGPR*) and nitrogen application on performance, speed and grain filling period. Research Seed (Seed Science and Technology) 3: 64-78.

Hungria M, Andrade DS, Colozzi-Filho A, Balota EL. 1997. Interacao entre microrganismos do solo, feijoeriro e milho em monoculture consorcio. Pesquisa Agropecu.ria Brasileira 32: 807-818.

James EH, Paulsen GM. 2004. Nitrogen assimilation and protein synthesis in wheat seedlings as affected by mineral nutrition. Plant Physiology 44(5): 636-640.

Joudi M, Ahmadi A, Mohammadi V, Abbasi A, and Mohammadi H. 2014. Genetic changes in agronomic and phenologic traits of Iranian wheat cultivars grown in different environmental conditions. Euphytica 196: 237-249.

Kapulnik Y, Gafny R, Okon Y. 1985. Efeect of *Azospirillum spp*. inoculation on root development and no3- uptake in wheat in hydroponic system. Canada Journal Botany 63: 627-631.

Kızılkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering *33*(2), 150-156.

Kumar M, Yadav V, Tuteja N, Johri AK. 2009. Antioxidant enzyme activities in maize plants colonized with *Piriformospora indica*. Microbiology 155: 780-790

Mohamadi, M. Fathi, G. 2003. Comparison of selection tolerance and high yielding genotypes of barley in normal and un normal conditions. Journal Agricultural Science 26(2): 25-31.

Motzo R, Giunta F. 2007. The effect of breeding on the phenology of Italian durum wheat: from landraces to modern cultivars. European Journal of Agronomy 26, 462-470.

Naserirad H, Soleymanifard A, Naseri R. 2011. Effect of Integrated Application of Bio-fertilizer on Grain Yield, Yield Components and Associated Traits of Maize Cultivars. American-Eurasian Journal Agricultural and Environment Science 10(2): 271-277.

Olsen SR, Sammers LE. 1982. Phosphrous. pp. 403-427. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of soil analysis part 2. Chemical and microbiological properties. The American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

Rejali F, Alizadeh A, Salehrastin N, Malakouti MJ, Khavazi K, Asgharzadeh A. 2011. In vitro preparation and reproduction of inoculant of Glomus intraradices. Iranian Journal of Soil Research (Formerly soil and water science) 20(2): 273-283.

www.SID.ir

Archive of SID

Saravi SH, Pirdasti H. 2013. Estimation the application of PGPR and PSM on yield and its components of wheat (N80 cultivar) at different levels of N and under green house condition. Iranian Journal of Field Crops Research 10(4): 681-689.

Sifola MI, Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Scientia Horticulturae 108(4): 408-413.

Waling I, Vark, WV, Houba, VJ, Van der lee JJ. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland.

Zahir ZA, Arshad M, and Frankenberger WT. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy 81: 98-169.

Zarea MJ, Hajinia S, Karimi N, Mohammadi Goltapeh E, Rejali F, Varma A. 2012. Effect of *Piriformospora indica* and *Azospirillum* strains from saline or non-saline soil on mitigation of the effects of NaCl. Soil Biology Biochemistry. 45: 139-146.

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22092/idaj.2019.120533.200

Quantity and quality yield of durum wheat under the impact of growth promoting bacteria in rain-fed and supplementary irrigation conditions

Parvaneh Hataminiaw[1], Nosratollah Abbasi[2*], Mohammad Javad Zarea[2]

1- MSc. Student, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

2- Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of growth promoting bacteria on yield and yield components and some nutrients of durum wheat, an experiment was carried out at the research farm of Ilam University in 2015-2016. An experiment was carried out as a factorial based on a randomized complete block design with three replications. Experimental factors included three levels of growth stimulating bacteria (*Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum* and non-inoculation), moisture conditions in two levels (supplementary irrigation and rainfed) and two durum wheat cultivars (Saji and Dehdasht). The results showed that supplementary irrigation increased yield and yield components and nutrients content of durum. The effect of Bio-fertilizer on yield and yield components and nutrients of durum wheat was significant but *Azospirilum* was superior to *Azotobacter*. Finally, the highest concentrations of nitrogen (20.71 %), phosphorus (13.1 %), potash (3.7 %), and maximum grain yield (2923 kg.ha^{-1}), biological yield (8566 kg.ha^{-1}) and harvest index (42.39 %) were obtained from two cultivars under irrigation conditions in inoculation with growth promoting bacteria.

Keywords: *Azospirillum*, Azotobacter, Water stress, Yield grain, Nutrients, Wheat

* *Corresponding author: abbasinosrat@gmail.com* *Received: 2018/01/01 Accepted: 2020/03/18*

www.SID.ir