

بررسی عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ارقام گندم نان تحت کاربرد نیتروژن و تلقیح باکتری‌ها در شرایط دیم

رحیم ناصری^{۱*} امیر میرزایی^۲ و عباس سلیمانی فرد^۳

- ۱- گروه تکنولوژی تولیدات گیاهی، آموزشکده فنی مهندسی و کشاورزی دهلران، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
- ۲- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران
- ۳- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه روی تبادلات گازی روزنه، کارایی فتوسنتزی و عملکرد دانه ارقام جدید گندم دیم، آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سرابله، استان ایلام در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ارقام مختلف گندم (سرداری، کریم، کوه‌دشت و ریژا) و منابع کودی (عدم مصرف کود نیتروژنی، ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، باکتری آزوسپریلیوم+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، باکتری ازتوباکتر+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده) بودند. نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات ساده رقم، منابع کودی و برهمکنش رقم×منابع کودی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و همچنین تبادلات گازی روزنه گندم دیم معنی دار بود. با توجه به مقایسه ساده، در بین ارقام مورد پژوهش رقم ریژا و در بین تیمار منابع کودی نیز تیمار آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین تبادلات گازی بودند. برهمکنش تیمارها هم نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۶/۵ دانه)، وزن هزار دانه (۳۶/۱ گرم)، عملکرد دانه (۳۹۲۵/۹ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۱۰۸۱۱/۸ کیلوگرم در هکتار)، فتوسنتز خالص (۵/۹۳ میکرومول CO₂ در متر مربع در ثانیه)، تعرق (۳/۸۹ میلی مول آب در مترمربع در ثانیه)، هدایت مزوفیلی (۰/۰۲ میکرومول CO₂ در مترمربع در ثانیه)، کارایی مصرف آب فتوسنتزی (۱/۹۶ میکرومول CO₂ بر مول آب) از رقم گندم ریژا×باکتری آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین مقدار این صفات مربوط به رقم گندم سرداری×تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) بود.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، تعرق، فتوسنتز خالص، کارایی مصرف آب فتوسنتزی، وزن

هزار دانه

* نگارنده مسئول: r.naseri@ilam.ac.ir تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۷

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت جهان و همچنین تأمین غذا سبب روی آوردن به استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی در نظام‌های زراعی شده، که این عمل سبب آلوده کردن محیط زیست گردیده است، بنابراین محققان در تلاش هستند تا بتوانند ضمن پایداری در عملکرد محصولات کشاورزی، امنیت غذایی را نیز تضمین نمایند (نصیری و همکاران، ۱۳۹۹). افزایش تقاضا برای غذای کافی و سالم، هزینه بالای تأمین کودهای شیمیایی و همچنین نگرانی نسبت به آلودگی‌های زیست محیطی و همچنین استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی از جمله مواردی هستند که در مورد کشاورزی رایج مطرح هستند (Fageria, 2009). کودهای زیستی ضمن تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب و فعالیت ریزجانداران مفید خاک شده، در نتیجه ظرفیت فتوسنتزی گیاه در مرحله پر شدن دانه افزایش و ضمن بیشتر شدن انتقال مواد ذخیره‌ای به سمت دانه در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Perramon et al., 2016). باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه از جمله منابع کود زیستی می‌باشند که از طریق مکانیسم‌های مستقیم و غیرمستقیم باعث افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی و در نهایت افزایش رشد گیاه می‌گردند (Khalid et al., 20006; Burdman et al., 2000). ازتوباکتر و آروسپیریوم از جمله میکروارگانسیم‌هایی می‌باشند که در ارتباط با محیط ریزوسفر گیاه بوده و اثرات سودمندی روی رشد گیاه خواهند داشت (قلمباز و همکاران،

۱۳۹۲). گیاهان تحت تیمار کودی زیستی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح) به دلیل جذب بیشتر عناصر غذایی مثل نیتروژن و فسفر در مراحل رویشی و زایشی گیاه، ضمن در اختیار قرار دادن این عناصر، موجب افزایش عملکرد می‌گردند (امانی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقات برومندراد و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده شد باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه (آروسپیریوم و ازتوباکتر) عنصر غذایی نیتروژن را در اختیار گیاه قرارداده و این موضوع در مراحل رشد گیاه و در تلقیح دانه‌های گرده تأثیر گذاشت و موجب افزایش تعداد دانه گردید (Perramon et al., 2016). مقصودی و همکاران (۱۳۹۳) نیز افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی و زیستی را به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب، افزایش فعالیت‌های کود زیستی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی عنوان کردند. باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه (ازتوباکتر) موجب تحریک رشد و استقرار گیاه در ابتدای فصل رشد و دستیابی گیاه به حداکثر سطح برگ و سرعت رشد از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌نیتروژناز در ریشه گندم و در نتیجه سبب فراهمی بیشتر نیتروژن شده و از این طریق عملکرد نهایی دانه را افزایش می‌دهد (حسن‌پور و زند، ۱۳۹۳). نتایج پژوهش استفان و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند تلقیح بذر با باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه ضمن افزایش فتوسنتز موجب افزایش عملکرد دانه گردید.

با توجه به مشکلات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و نقش این کودها در آلودگی آب‌های زیرزمینی و محیط زیست، امروزه در حضور

ردیف ۲۰ سانتی متر بود. آزوسپریلیوم و ازتوباکتر در این آزمایش (10^8 CFU/ml) از موسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شدند. بذور گندم با باکتری‌ها تلقیح و آغشته شده و پس از تهیه کردن بستر کاشت با خاک پوشانده شدند. آمار هواشناسی محل مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار بذر مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. کود نیتروژن از منبع کود اوره استفاده شد. در این پژوهش ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل بر اساس آزمون خاک در زمان کاشت به خاک اضافه شد (جدول ۲).

جهت اندازه‌گیری صفات مرتبط با تبادلات گازی از دستگاه فتوسنتز متر (Plant Photosynthesis Meter Korea TECH) که از دانشگاه ایلام تهیه شده بود، استفاده گردید، بدین منظور در مرحله گرده‌افشانی در فاصله زمانی ساعت ۱۰ تا ۱۲ ظهر در هر کرت و پس از قرار دادن برگ پرچم در داخل محفظه‌ای شیشه‌ای بعد از مدت ۴۵ ثانیه ثبت گردید (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۹). به منظور اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد دانه نیز در مراحل انتهایی رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد ده بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و تعداد دانه در سنبله شمارش شد، از کادر یک متر مربعی جهت شمارش تعداد سنبله در متر مربع استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری وزن هزار دانه به صورت تصادفی ۱۰۰۰ بذر از هر تیمار به صورت جداگانه شمارش و وزن دانه‌ها بوسیله ترازوی دیجیتالی صورت گرفت. جهت محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک پس از

باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه به عنوان کود زیستی می‌توان با مدیریت صحیح منابع از طریق این باکتری‌ها علاوه بر کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و همچنین افزایش عملکرد دانه گامی اساسی در راستای ایجاد کشاورزی پایدار برداشت. بنابراین این پژوهش با هدف تاثیر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و تبادلات گازی در ارقام گندم دیم اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه بر عملکرد دانه و تبادلات گازی ارقام تجاری گندم دیم، آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی سرابله، چرداول با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه و با طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۶ دقیقه و ارتفاع ۹۷۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ارقام مختلف گندم (سرداری، کریم، کوه‌دشت و ریژاو) و منابع مختلف کودی (عدم مصرف کود نیتروژنی، ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، باکتری آزوسپریلیوم+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، باکتری/ازتوباکتر+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، باکتری آزوسپریلیوم+ ازتوباکتر+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بودند. کرت‌های آزمایشی در این پژوهش شامل هشت ردیف با طول چهار متر و فاصله

واریانس با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 و مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم شکل‌ها توسط Excel صورت گرفت.

حذف اثرات حاشیه‌ای، ابتدا عملکرد بیولوژیک قبل از جدا کردن دانه‌ها، وزن شده و سپس پس از جدا کردن کاه و کلش، عملکرد دانه محاسبه گردید. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست آمد. تجزیه

جدول ۱- مقادیر متوسط ماهانه دما، بارش و رطوبت در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی سرابله در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹

ماه	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (°C)	میزان بارش (mm)	حداقل رطوبت (%)	حداکثر رطوبت (%)
مهر	۱۳/۲	۳۷/۲	۱۵	۱۸	۴۱
آبان	۰/۸	۲۷/۲	۴۴/۶	۳۳	۷۳
آذر	۰/۲	۱۹/۶	۱۳۴/۴	۳	۸۳
دی	-۲	۱۶/۴	۳۷/۴	۴۷	۸۴
بهمن	-۸/۵	۱۹/۵	۶۰/۳	۴۳	۷۹
اسفند	۱/۷	۲۴/۸	۲۶۷/۱	۴۷	۸۴
فروردین	۲/۶	۲۶/۶	۳۳/۵	۴۰	۸۰
اردیبهشت	۴/۸	۳۶/۵	۱۱/۳	۲۴	۶۴
خرداد	۱۶	۳۹/۷	۰	۱۲	۳۱

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹

بافت خاک	آهن	روی	مس	منگنز	منیزیم	فسفر	پتاسیم	نیترژن	کربن آلی	شوری	اسیدیته
	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	(ds/m)	
رسی-لومی	۱۰	۱/۴	۵/۲	۱۲	۲۱۶	۶	۲۸۰	۰/۱۳	۱/۵	۰/۴۰	۷/۱

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد دانه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این پژوهش، اثرات اصلی رقم و منابع مختلف کودی بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار گردید (جدول ۳). رقم

سرداری و ریژاو بترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد سنبله در مترمربع بودند (جدول ۴). در این پژوهش استفاده از باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه موجب افزایش تعداد سنبله در متر مربع گردید، تیمار باکتری آزو اسپریلیوم+۵۰ درصد کود شیمیایی نیترژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم

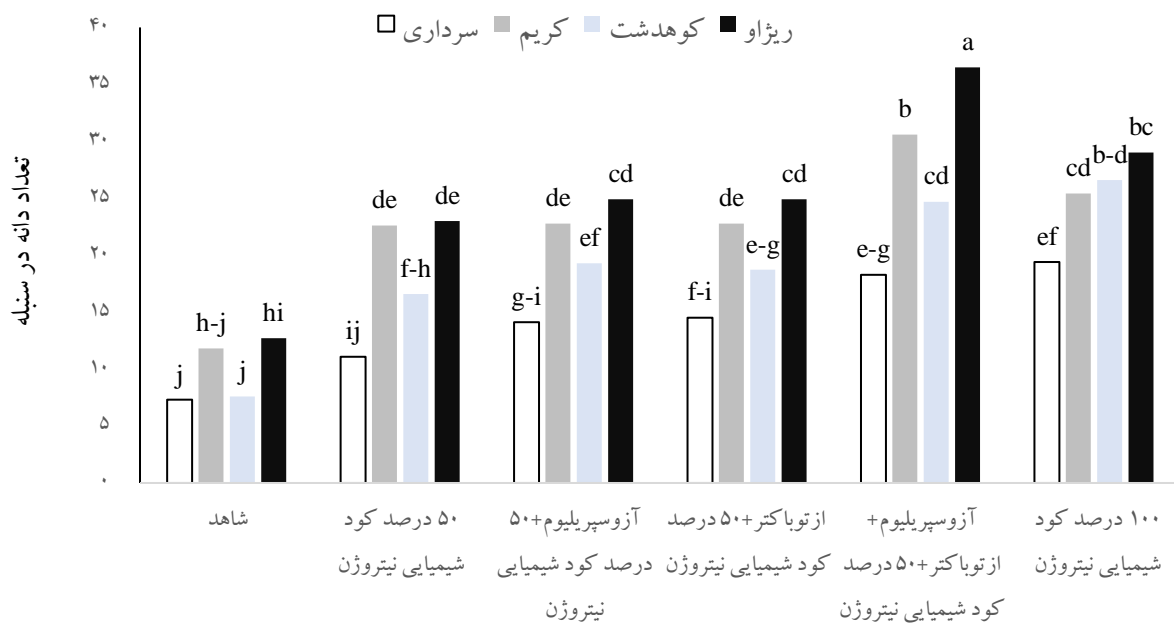
جیبرلین) می‌گذارد، سبب جذب مواد غذایی و رطوبت کافی شده که در نهایت روی تعداد سنبله اثر مثبتی بجای خواهد گذاشت. میرزاشاهی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان داد استفاده از *ازتوباکتر* سبب افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در مترمربع در گندم می‌گردد. تعداد دانه در سنبله یکی از معیارهای تعیین‌کننده عملکرد دانه محسوب می‌شود و در این آزمایش تحت تاثیر رقم، منابع کودی و برهمکنش رقم × منابع مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه ساده، رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله بودند (جدول ۴). در این پژوهش مشاهده گردید که استفاده از باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گردید، تیمار باکتری *آزوسپریلیوم* + *ازتوباکتر* + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین تعداد دانه در سنبله بود (جدول ۴). انصاری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود روی گندم نشان دادند که اثر ساده رقم روی تعداد دانه در سنبله معنی‌دار و ارقام مورد بررسی از نظر تعداد دانه با هم متفاوت بودند. در گزارش دیگری بین ارقام مختلف گندم از نظر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌دار عنوان شد (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۳).

استفاده از منابع کودی در ارقام مختلف گندم نیز موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گردید. بیشترین تعداد دانه در سنبله از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری *آزوسپریلیوم* + *ازتوباکتر* + ۵۰

مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین تعداد سنبله در متر مربع بود (جدول ۴). در گزارش‌های خیاط و همکاران (۱۳۹۳) روی ارقام مختلف گندم نیز نشان داده شد که اثر اصلی رقم بر تعداد سنبله در مترمربع معنی‌دار و بین ارقام مختلف گندم از نظر تعداد سنبله تفاوت وجود داشت. در گزارش دیگری نیز ارقام مختلف گندم اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد سنبله در متر مربع از خود نشان دادند (بازدار و همکاران، ۱۳۹۰). در گزارش‌های توکلی و جلالی (۱۳۹۵) روی گندم نشان داده شد که باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (نیتروکسین) موجب افزایش اجزای عملکرد دانه از جمله تعداد سنبله در مترمربع می‌گردد. یساری و پاتواردهان (۲۰۰۷) نیز اثر مثبت باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (*ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم*) بر تعداد غلاف در بوته در گیاه کلزا را نشان دادند. مرتنز و هیس (۲۰۰۴) نیز طی تحقیقات خود، افزایش تعداد سنبله در تیمار تلقیح شده با *آزوسپریلیوم* را به دلیل به افزایش تعداد پنجه عنوان کردند. کود زیستی (*ازتوباکتر*) نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) می‌تواند شرایط تغذیه‌ای بهتری فراهم کند که با ایجاد محیطی بهتر برای *ازتوباکتر* سبب در دسترس بودن عناصر غذایی مورد نیاز از جمله نیتروژن گیاه گندم را تأمین و بدین سبب رشد بهتر، تعداد پنجه بیشتر و در نهایت تعداد سنبله بیشتری تولید نماید (مرادی و همکاران، ۱۳۹۰). در گزارش‌های شاتا و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان داده شد که باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (*ازتوباکتر*) به دلیل تأثیر گذاری که روی سیستم ریشه‌دهی به واسطه تولید هورمون‌های گیاهی (اکسین و

افزاینده رشد گیاه همخوانی دارد. در این پژوهش نشان داده شد با توجه به اینکه در مرحله گرده-افشانی تعداد دانه بارور در سنبله تعیین می‌گردد بنابراین هر عاملی که موجب اختلال در عمل گرده‌افشانی گردد، موجب کاهش در تشکیل تعداد دانه خواهد شد، همانطور که جدول آب و هواشناسی (جدول ۱) نیز نشان می‌دهد در شرایط دیم سرابله از اسفند ماه معمولاً کاهش بسیار شدید در نزولات جوی اتفاق می‌افتد که این امر تاثیر منفی بر گرده‌افشانی داشته که از بزرگ شدن سلول ممانعت بعمل می‌آورد و متعاقب آن بر تعداد دانه اثر می‌گذارد (Blum, 2005).

درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین آن از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) بدست آمد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) با تعداد ۳۶/۵ دانه در سنبله موجب افزایش ۸۰ درصدی در تعداد دانه در سنبله گردید و برای تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن میزان درصد افزایش برای تعداد دانه در سنبله ۷۴/۸ درصد بود (شکل ۱). البته تفاوت در تعداد دانه در سنبله را می‌توان به دلیل اختلاف بین ارقام (ژنتیک) دانست، که با نتایج اسلامی و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر متفاوت بودن اجزای عملکرد گندم در حضور کاربرد باکتری‌های



برهمکنش رقم × منبع مختلف کودی

شکل ۱- تعداد دانه در سنبله ارقام گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیک میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد، اجزای عملکرد و تبادلات گازی تحت کاربرد کود شیمیایی نیتروژن و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه در ارقام مخلف گندم دیم

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	فتوستتر خالص	تعرق	غلظت دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای	هدایت مزوفیلی	کارآبی مصرف آب فتوستتزی
تکرار	۲	۶۹۰۶/۳	۵۵/۳	۴۱/۹	۱۵۴۹۲۹۶/۸	۱۳۰۷۸۷۹۰/۹	۱۰/۹	۰/۸۲	۰/۱۰	۳۴۶۶۹/۱	۰/۰۰۰۰۸۸	۰/۰۸۶
رقم	۳	۸۴۰/۸ ^{oo}	۴۱۸/۳ ^{oo}	۳۳/۵ ^{oo}	۴۹۲۴۴۴۱۷/۶ ^{oo}	۳۸۰۴۷۲۸۲/۶ ^{oo}	۲۶/۷ ^{oo}	۳/۳ ^{oo}	۳/۱ ^{oo}	۱۲۱۸/۵ ^{oo}	۰/۰۰۰۰۲۲ ^{oo}	۰/۱۵ ^{oo}
منبع کودی	۵	۳۲۰۶/۸ ^{oo}	۴۵۰/۸ ^{oo}	۸۱/۱ ^{oo}	۷۵۸۲۴۴۷/۷ ^{oo}	۵۰۳۷۰۰۳۳/۹ ^{oo}	۱۰۶/۸ ^{oo}	۲۴/۱ ^{oo}	۵/۷ ^{oo}	۱۲۱۱۷/۶ ^{oo}	۰/۰۰۰۰۳۵ ^{oo}	۰/۵۲ ^{oo}
برهمکنش	۱۵	۵۶/۷	۱۳/۹ ^o	۳/۶ ^o	۲۰۱۱۱۲ ^{oo}	۱۱۷۶۹۵۳/۶ ^o	۱/۴۱	۰/۲۱ ^{oo}	۰/۲۳ ^{oo}	۷/۵	۰/۰۰۰۰۰۲۱ ^{oo}	۰/۰۲۸ ^o
خطا	۴۶	۱۷۷/۶	۷/۳	۱/۸	۵۸۱۰۷/۹	۴۹۹۵۷۷/۵	۱/۰۵	۰/۰۰۹۶	۰/۰۱۸	۱۲/۳	۰/۰۰۰۰۰۰۶۷	۰/۰۱۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۳/۷	۱۳/۴	۴/۸	۱۱/۸	۱۱/۰۴	۳/۳	۲/۷	۵/۸	۱/۱	۷/۱	۷/۵

^{oo} و ^o: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه ساده عملکرد، اجزای عملکرد دانه و تبادلات گازی تحت تأثیر رقم و منبع کودی در شرایط دیم

صفات	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	فتوستتر خالص (میکرومول CO ₂ در متر مربع در ثانیه)	تعرق (میلی مول آب در مترمربع در ثانیه)	غلظت دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای (میکرومول CO ₂ در مول)	هدایت مزوفیلی (میکرومول CO ₂ در مترمربع در ثانیه)	کارآبی مصرف آب فتوستتزی (میکرومول CO ₂ بر مول آب)
رقم											
سرداری	۳۶۳/۷a	۱۴/۱d	۲۷/۱b	۱۳۵۱/۹d	۴۴۴۷/۹d	۲۹/۱c	۲/۹d	۱/۷d	۳۰۸/۸d	۰/۰۰۹۹c	۱/۳۷c
کریم	۳۵۳/۶bc	۲۲/۷b	۲۹/۳a	۲۳۳۹/۳b	۷۲۶۸/۹b	۳۱/۵a	۳/۵b	۲/۳b	۳۱۹/۰۵b	۰/۰۱۱b	۱/۴۶b
کوهدشت	۳۶۱/۸ab	۱۸/۹c	۲۷/۶b	۱۹۳۷/۴c	۶۱۰۹/۶c	۳۰/۶b	۳/۴c	۲/۲d	۳۱۴/۸c	۰/۰۱۱b	۱/۴۴bc
ریژاو	۳۴۹/۲c	۲۵/۱a	۳۰a	۲۵۳۷/۲a	۷۷۴۷/۲a	۳۱/۹a	۳/۹a	۲/۷a	۳۲۸/۴a	۰/۰۱۲a	۱/۶a
منابع مختلف کودی											
شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی)	۳۲۶/۳c	۹/۸d	۲۴/۳d	۷۷۴/۱d	۲۹۴۵/۲d	۲۵/۸d	۱/۳e	۱/۲e	۳۲۶a	۰/۰۰۳۸e	۱/۱۴c
۵۰ درصد در هکتار کود شیمیایی نیتروژن	۳۵۷/۷b	۱۸/۳c	۲۷/۷c	۱۷۸۴/۲c	۵۸۸۵/۷c	۲۹/۸c	۳d	۲/۱۱b	۳۵۲/۳b	۰/۰۰۸۶d	۱/۴۲b
باکتری آزوسپیریولوم + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن	۳۵۸/۷b	۲۰/۳c	۲۸/۶c	۱۹۷۹/۵c	۶۳۸۰/۵c	۳۰/۷b	۳/۱c	۲/۲b	۳۰۵/۹c	۰/۰۱۰b	۱/۴۲b
باکتری ازتوباکتر + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن	۳۵۸b	۲۰/۲a	۲۷/۹c	۱۹۳۸/۱c	۶۲۶۳/۴c	۳۰/۷b	۳/۱c	۲/۱۹b	۳۰۸/۳c	۰/۰۱۰b	۱/۴۲b
باکتری آزوسپیریولوم + ازتوباکتر + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن	۳۷۱/۸a	۲۷/۵b	۳۱/۹a	۳۰۳۵/۹a	۸۸۰۲/۲a	۳۴/۱a	۵/۱a	۳/۰۹a	۲۸۵/۴e	۰/۰۱۸a	۱/۷۱a
۱۰۰ درصد در هکتار کود شیمیایی نیتروژن	۳۷۰/۰۸a	۲۵/۱	۳۰/۴b	۲۷۳۶/۹b	۸۱۳۱/۴b	۳۳/۵a	۵/۰۳b	۳/۰۳a	۲۹۲/۸d	۰/۰۱۷b	۱/۶۹a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

در گزارش‌های الکراکی و همکاران (۲۰۰۴) روی گندم تأثیر کود زیستی بر طولانی‌تر شدن دوره پرشدن دانه و در نتیجه آن افزایش تعداد دانه اشاره شده است. در این پژوهش کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد گیاه در ارقام مختلف گندم، موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گردید که می‌تواند ناشی از بهبود سیستم ریشه‌دهی و جذب بیشتر عناصر غذایی باشد. از دلایل تفاوت بین اجزای عملکرد در حضور باکتری‌های افزاینده رشد گیاه می‌توان به تفاوت بین خود ارقام اشاره نمود، که با نتایج آزادی و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی دارد، آن‌ها نیز در آزمایش خود روی گندم به اختلاف بین ارقام گندم بدلیل ویژگی‌های ژنتیکی اشاره کردند. بهبود ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر از طریق گسترش سیستم ریشه موجب زیاد شدن تعداد دانه در سنبله گندم می‌شود (عیدی‌زاده و همکاران، ۳۸۹؛ امیری فراسانی و همکاران، ۱۳۹۲).

وزن هزار دانه تحت تأثیر رقم، منابع کودی و برهمکنش رقم × منابع کودی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه ساده، رقم ریژاو به‌مراه رقم کریم و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۴). در این پژوهش استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب افزایش وزن هزار دانه گردید، تیمار باکتری *آزوسپریلیوم* + *ازتوباکتر* + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین وزن هزار دانه بود (جدول ۴). در

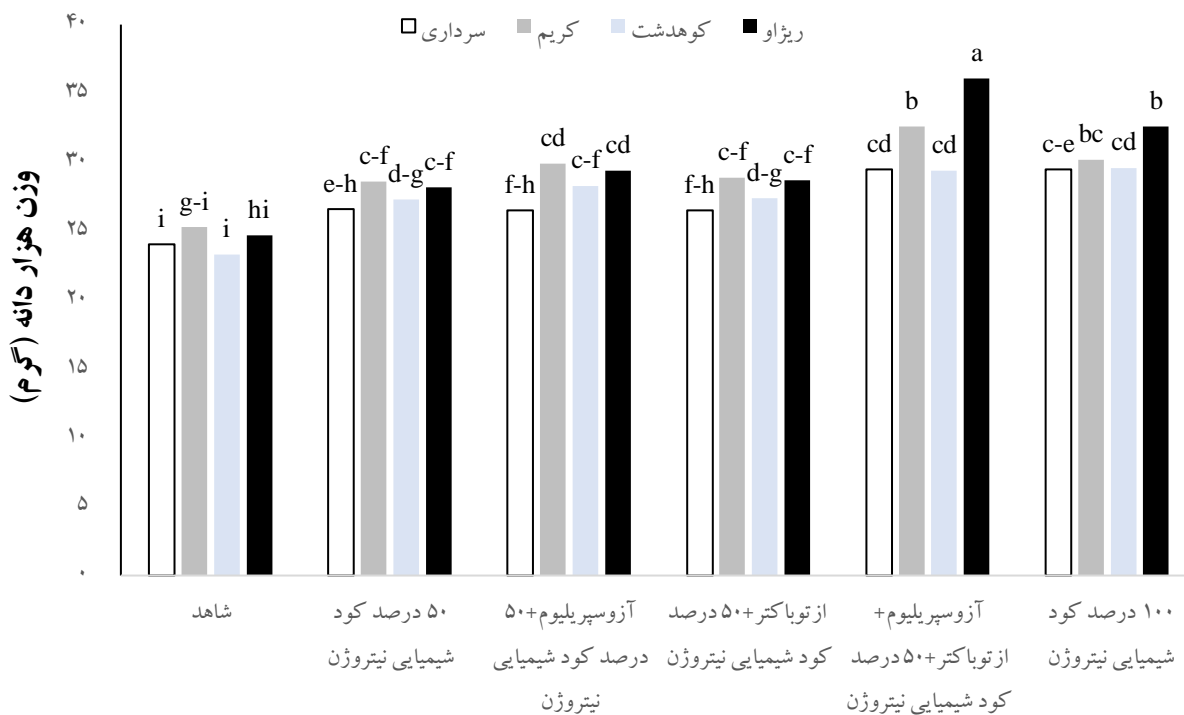
گزارش خیاط و همکاران (۱۳۹۳) روی ارقام مختلف گندم نیز نشان داده شده است که اثر اصلی رقم بر تعداد وزن هزار دانه معنی‌دار بوده و بین ارقام مختلف گندم از نظر وزن هزار دانه تفاوت وجود دارد. بیشترین وزن هزار دانه با ۳۶/۱ گرم از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری *آزوسپریلیوم* + *ازتوباکتر* + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین وزن هزار دانه از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل شد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) موجب افزایش ۳۳/۳ درصدی در وزن هزار دانه گردید و برای تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن میزان درصد افزایش برای وزن هزار دانه ۲۶/۲ درصد بود (شکل ۲). در تحقیقی دیگر روی گندم نیز بیشترین اجزای عملکرد دانه از جمله وزن هزار دانه در تیمار کود زیستی *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* مشاهده شد (آزادی و همکاران، ۱۳۹۲).

علت افزایش وزن هزار دانه را در تمامی رقم‌های مورد استفاده در تیمارهای *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* می‌توان ناشی از انتقال مواد فتوسنتزی به سمت ریشه‌ها عنوان نمود، توسعه سیستم ریشه سبب جذب عناصر غذایی که نهایت منجر به افزایش فتوسنتز و زمانی که گیاه وارد مرحله رسیدگی نهایی می‌گردد مواد حاصل از فتوسنتز به سمت دانه‌ها هدایت می‌شود (ناصری، ۱۳۹۵). در شرایط آب و هوایی ایلام و بخصوص منطقه مورد آزمایش (سرابله) در مرحله تشکیل و پر شدن دانه عملاً شاهد کمبود آب و افزایش شدت گرمای انتهایی فصل هستیم (جدول ۱) کمبود رطوبت به

عناصر غذایی، افزایش سرعت و دوره پر شدن دانه را نیز فراهم ساخته‌اند (ناصری و همکاران، الف ۱۳۹۶).

به نظر می‌رسد رقم ریژا و نسبت به سایر ارقام واکنش بهتری به همکاری با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از خود نشان داده که ناشی از تفاوت ژنتیکی ارقام مورد استفاده در این پژوهش می‌باشد، پژوهشگران دیگر نیز بیان داشتند که اختلاف‌های ژنتیکی رقم‌های گندم نقش مهمی در میزان وابستگی آن‌ها به کود زیستی دارد (Singh et al., 2012).

همراه گرما تشکیل دانه و پر شدن دانه را مختل کرده و نتیجه آن چروکیدگی و کاهش وزن دانه می‌باشد. نشان داده شد که باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب فراهم شدن رشد بهتر اندام‌های هوایی از طریق افزایش سیستم ریشه‌دهی، جذب عناصر غذایی و افزایش میزان کلروفیل برگ (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶ ب) که متعاقب آن سبب افزایش سطح سبز گیاه و موجب ذخیره بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت دانه و افزایش وزن هزار دانه می‌گردد. از طرف دیگر به نظر می‌رسد کود زیستی با تولید هورمون‌های رشد و تأمین



برهمکنش رقم × منبع مختلف کودی

شکل ۲- وزن هزار دانه ارقام مختلف گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیک میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

آسمیلات‌ها کاهش می‌دهد و کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. تیمارهای کود زیستی در مقایسه با

ناصری و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی روی گندم نشان دادند که کمبود آب اندازه و وزن دانه‌های گندم را به علت تقلیل انتقال مجدد

تیمار شاهد (عدم تلقیح) با مناسب کردن بهبود شرایط رشد گیاه از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه سبب افزایش وزن هزاردانه در گندم می‌شود (خاصه سیرجانی و همکاران، ۱۳۹۰).

همان‌طوری که جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد عملکرد دانه تحت تاثیر اثر ساده رقم، منابع کودی و همچنین برهمکنش رقم×منابع مختلف کودی اختلاف معنی‌داری از خود نشان داد (جدول ۳). رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه بودند (جدول ۴). در این پژوهش نیز باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب افزایش عملکرد دانه گردید، تیمار باکتری آزوسپیریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین میزان عملکرد دانه بود (جدول ۴).

در گزارش‌های سیدی و همکاران (۱۳۹۷) روی ارقام مختلف گندم نیز نشان داده شده است که اثر اصلی رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار و بین ارقام مختلف گندم از نظر مقدار عملکرد دانه تفاوت زیادی مشاهده گردید. بیشترین میزان عملکرد دانه ۳۹۲۵/۹ کیلوگرم در هکتار از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری آزوسپیریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین عملکرد دانه از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) حاصل شد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) موجب افزایش ۸۶/۳ درصدی در عملکرد دانه و برای تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن میزان درصد افزایش برای عملکرد دانه ۸۳/۶ درصد بود

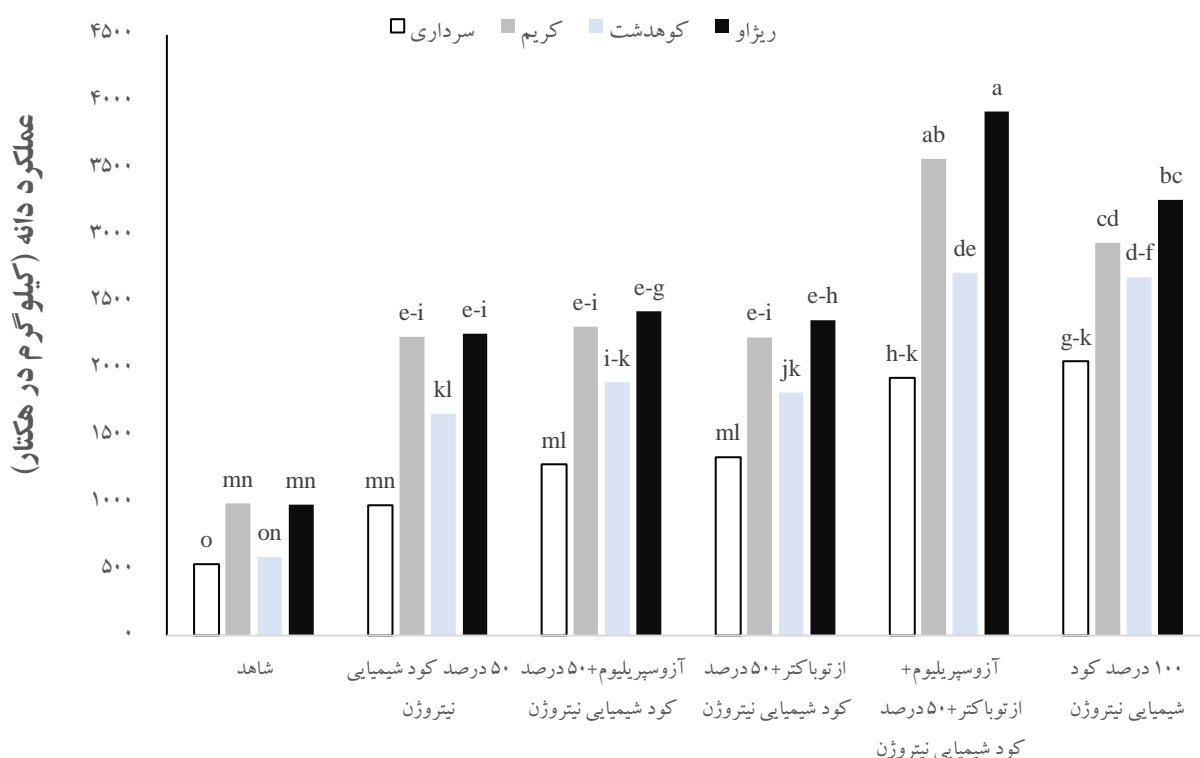
(شکل ۳). افزایش عملکرد دانه گندم با کاربرد کود زیستی نیتروکسین (ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) در گزارش توکلی و جلالی (۱۳۹۵) نیز نشان داده شده است. امانی و همکاران (۱۳۹۶) افزایش عملکرد دانه ذرت با استفاده از کود زیستی نیتروکسین (ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) را به دلیل نقش این باکتری‌ها در جذب عناصر غذایی از طریق ترشح مواد محرک رشد از جمله اکسین، جیبرلین و سیتوکینین عنوان نمودند، که این امر موجب توسعه در رشد ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی برای گیاه و در نتیجه سبب افزایش عملکرد دانه شد. ملکی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقات روی گندم نشان دادند که ازتوباکتر از طریق بهبود در جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، توزیع آب در گیاه و تولید هورمون‌های گیاهی سبب افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

بیشتر بودن عملکرد دانه در تیمارهای تلقیح باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم در تمامی ارقام مورد بررسی را به بالا بودن اجزای عملکرد یعنی تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌توان نسبت داد. به نظر می‌رسد که تلقیح بذر با باکتری افزاینده رشد گیاه با ایجاد شرایط مناسب جهت جوانه‌زنی باعث استقرار سریع‌تر گیاهچه (امیری و همکاران، ۱۳۹۲) و بهره‌مندی بیشتر از منابع محیطی توسط گیاه می‌شود (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۳). چنین وضعیتی سبب می‌گردد تا گیاه شرایط مناسب‌تری را جهت پر کردن دانه‌ها داشته باشد که این وضعیت همراه با افزایش عملکرد دانه نمود بیشتری می‌یابد. باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از طریق

زدائی در مرحله مصرف کود نیتروژن قبل از کاشت و مراحل اولیه رشد بوته‌ها نسبت داد، حال آن که در شرایط تلقیح با ازتوباکتر، در مراحل اولیه رشد، مقداری از نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط باکتری تأمین می‌گردد (خاصه سیرجانی و همکاران، ۲۰۱۱).

تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه و افزایش قابلیت جذب آب و عناصر غذایی به طور مستقیم در افزایش رشد گیاه می‌تواند موثر باشند (Sharma, 2002).

پایین بودن عملکرد دانه تحت مقادیر کم کود نیتروژن و فاقد ازتوباکتر را می‌توان به پایین بودن کارایی کود نیتروژن به لحاظ آبشویی و نیترات



برهمکنش رقم × منبع مختلف کودی

شکل ۳- عملکرد دانه ارقام مختلف گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیک میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کردند که سبب افزایش جذب عناصر غذایی ناشی از افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر و پتاسیم بیان داشتند. در گزارش کندی (۲۰۰۴) نیز نشان داده شد که آزوسپریلیوم و

میرزاشاهی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند استفاده از ازتوباکتر سبب بهبود رشد گندم شده که دلیل این موضوع را افزایش تارهای کشنده و تولید ریشه‌های جانبی به دلیل تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه (اکسین، جیبرلین و سیتوکینین) عنوان

ازتوباکتر به عنوان تحریک کننده رشد گیاهی با تولید هورمون با افزایش تولید تارهای کشنده ریشه سبب جذب عناصر غذایی از خاک می گردند.

اثر ساده رقم، منابع کودی و همچنین برهمکنش رقم×منابع مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی دار گردید (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه ساده، رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک بودند (جدول ۴). در این پژوهش همچنین باکتری های افزاینده رشد گیاه موجب افزایش عملکرد بیولوژیک شد، تیمار باکتری آروسپیریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین میزان عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۴).

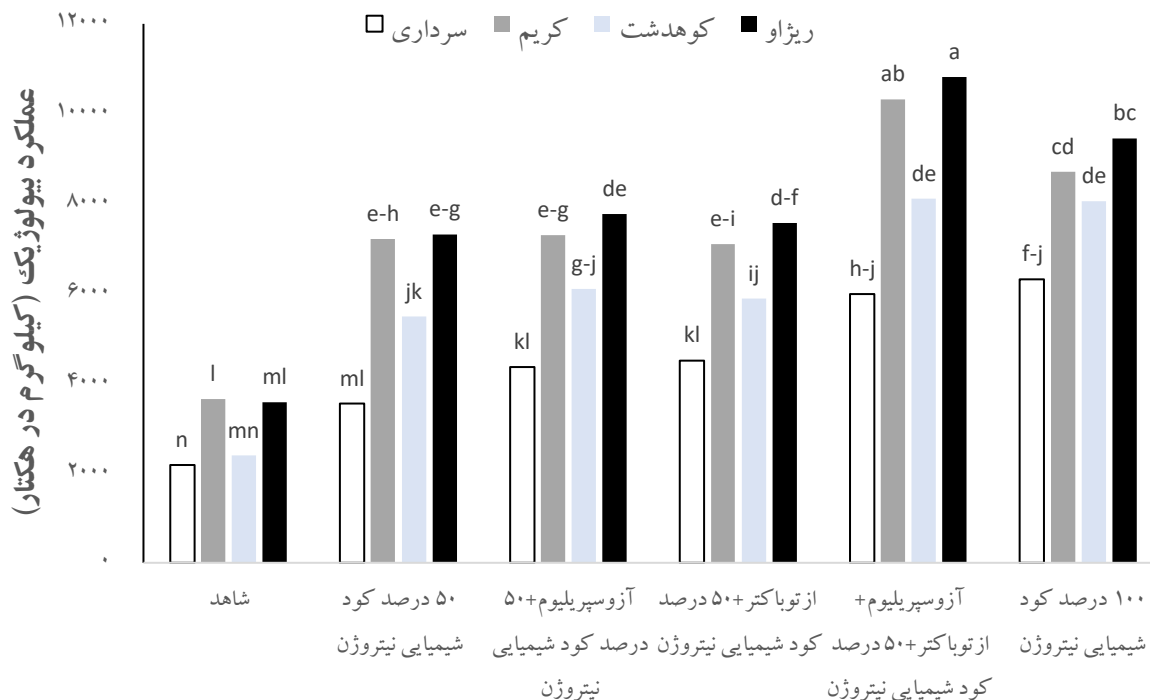
بازدار و همکاران (۱۳۹۲) روی گندم نشان دادند که اثر اصلی رقم بر عملکرد بیولوژیک دارای اختلاف معنی داری بوده و بین دو رقم مورد استفاده برای کسب حداکثر تولید عملکرد بیولوژیک تفاوت وجود داشت. در سایر گزارش ها نیز نشان داده شد که اثر اصلی رقم بر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی دار وجود داشت و بین ارقام مختلف گندم از نظر میزان عملکرد بیولوژیک تفاوت زیادی مشاهده شد (سیدی و همکاران، ۱۳۹۷).

بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک با ۱۰۸۱۱/۸ کیلوگرم در هکتار از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری آروسپیریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین میزان عملکرد

بیولوژیک از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) بدست آمد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) موجب افزایش ۷۹/۹ درصدی در میزان عملکرد بیولوژیک و برای تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن میزان درصد افزایش برای میزان عملکرد بیولوژیک ۷۷ درصد بود (شکل ۴). باکتری های ازتوباکتر و آروسپیریلیوم به دلیل دارا بودن ویژگی هایی مثل تثبیت کنندگی نیتروژن و تولید برخی ویتامین ها، موجب جذب آب و عناصر غذایی برای گیاه شده، که این امر سبب افزایش چشمگیر رشد و عملکرد ماده خشک گیاه می شود (Bilal et al., 2017). در تیمار منابع کودی عملکرد بیولوژیک به دلیل افزایش اجزای زایشی (تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه و وزن هزار دانه) در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) و جذب عناصر غذایی بیشتر (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶ ب) توسط گیاه، کارکردهای فیزیولوژیکی (افزایش میزان فتوسنتز) را افزایش و این موضوع سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می گردد. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش بخصوص عملکرد بیولوژیک و سایر صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد می توان چنین نتیجه گرفت که باکتری در شرایط مختلف رطوبتی می تواند باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شود و در شرایط تنش خشکی گرما باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش گردد. رهاسازی عناصر غذایی در اثر تجزیه مواد آلی را می توان به وسیله ریزجانداران خاک مرتبط دانست که به همراه نیتروژن کافی باعث می شود گیاه گندم با

(مرادی و همکاران، ۱۳۹۰). بیلال و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تلقیح بذر یولاف زراعی با آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر عملکرد ماده خشک را افزایش داد.

تغذیه بهتر، ماده خشک تجمع یافته در اندام هوایی خود را افزایش دهد. مواد آلی از طریق بهبود فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نیز می‌توانند عملکرد بیولوژیک را افزایش دهد



برهمکنش رقم × منبع مختلف کودی

شکل ۴- بر عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیکمانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان داده شد که از نظر شاخص برداشت در بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشته و ارقام جدید نسبت به ارقام قدیم دارای شاخص برداشت بیشتر بودند. باکتری‌های افزاینده رشد گیاه با بهبود ساختمان خاک و همچنین با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجب ایجاد بستر مناسب جهت رشد بهتر سیستم ریشه و در نهایت سبب افزایش رشد گیاه می‌شود. استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب دسترسی بهتر گیاه به عناصر غذایی

اثرات اصلی رقم و منابع مختلف کودی بر شاخص برداشت معنی‌دار گردید (جدول ۳). رقم ریژاو و سرداری و بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان بودند (جدول ۴). در این پژوهش مشاهده گردید که استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب افزایش این صفت گردید، تیمار باکتری آزوسپیریلیوم+ ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین شاخص برداشت بود (جدول ۴). در گزارش حسینی و

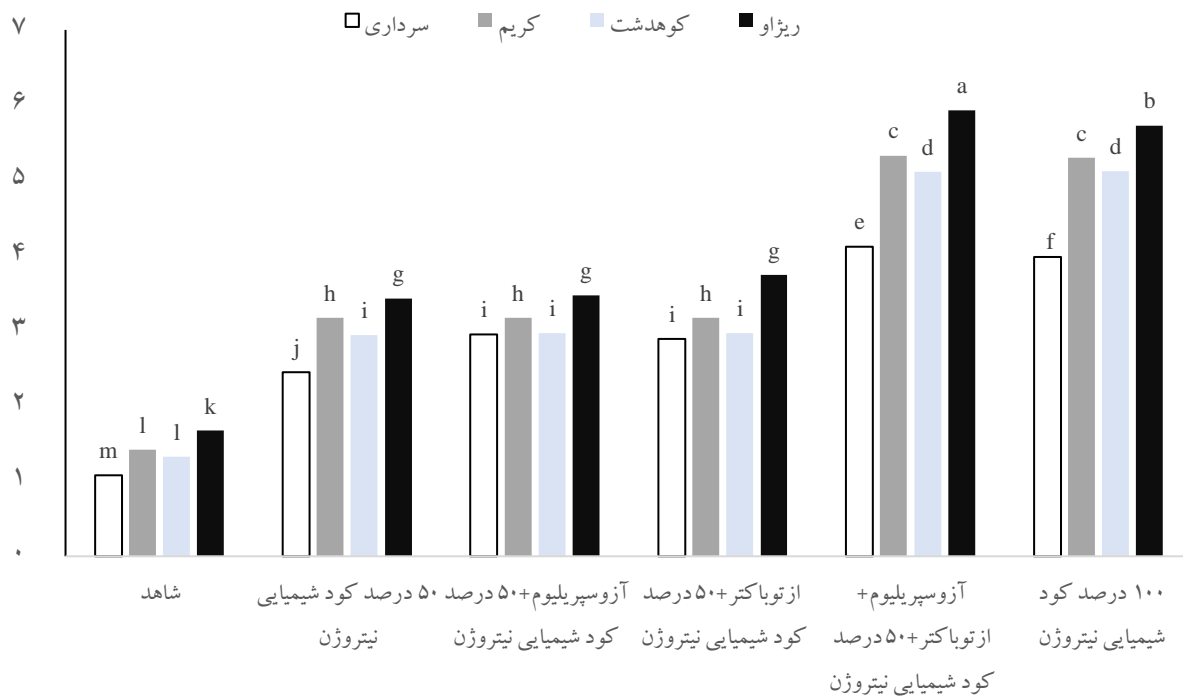
شده، که این موضوع سبب می‌گردد که گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه منتقل و منجر به افزایش عملکرد دانه و در نهایت موجب افزایش شاخص برداشت گردد (نصیری و همکاران، ۱۳۹۹). استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه همچنین موجب افزایش دسترسی بیشتر گیاه به نیتروژن شده و این عنصر که در ترکیب اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، ریبوزوم‌ها، پروتئین‌ها دخالت داشته و جزء مهمی از رنگیزه‌های فتوسنتزی و روبیسکو می‌باشد، با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه، اثرات مستقیمی بر میزان عملکرد دانه و شاخص برداشت خواهد گذاشت (Gul et al., 2015).

تبادلات گازی: با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده رقم، منابع کودی و اثر برهمکنش رقم × منابع مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد بر میزان فتوستنتز خالص معنی‌دار گردید (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه ساده، رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان فتوستنتز خالص بودند (جدول ۴). در این پژوهش همچنین باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب افزایش میزان فتوستنتز خالص شد، تیمار باکتری آروسپریلیوم + ازتوباکتر + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین میزان فتوستنتز خالص بودند (جدول ۴). بیشترین میزان فتوستنتز خالص با ۵/۹۳ میکرومول CO₂ در مترمربع در ثانیه از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری

آروسپریلیوم + ازتوباکتر + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین میزان فتوستنتز خالص از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) بدست آمد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۸۱/۸ درصدی در میزان فتوستنتز خالص گردید (شکل ۵). کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش دسترسی بیشتر گیاه به عناصر غذایی در نتیجه سبب افزایش میزان فتوستنتز و انتقال مواد پروده بیشتری به سمت دانه شده که منجر به افزایش عملکرد اقتصادی می‌شود (نصیری و همکاران، ۱۳۹۹). به دلیل نقش مستقیم و قطعی نیتروژن در ساختمان کلروفیل، تأمین کافی نیتروژن از طریق باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آروسپریلیوم) موجب افزایش میزان فتوستنتز می‌گردد (امانی و همکاران، ۱۳۹۶).

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده رقم، منابع کودی و اثر برهمکنش رقم × منابع مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد بر سرعت تعرق معنی‌دار گردید (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه ساده، رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین سرعت تعرق بودند (جدول ۴). همچنین تیمار باکتری آروسپریلیوم + ازتوباکتر + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین سرعت تعرق بود (جدول ۴).

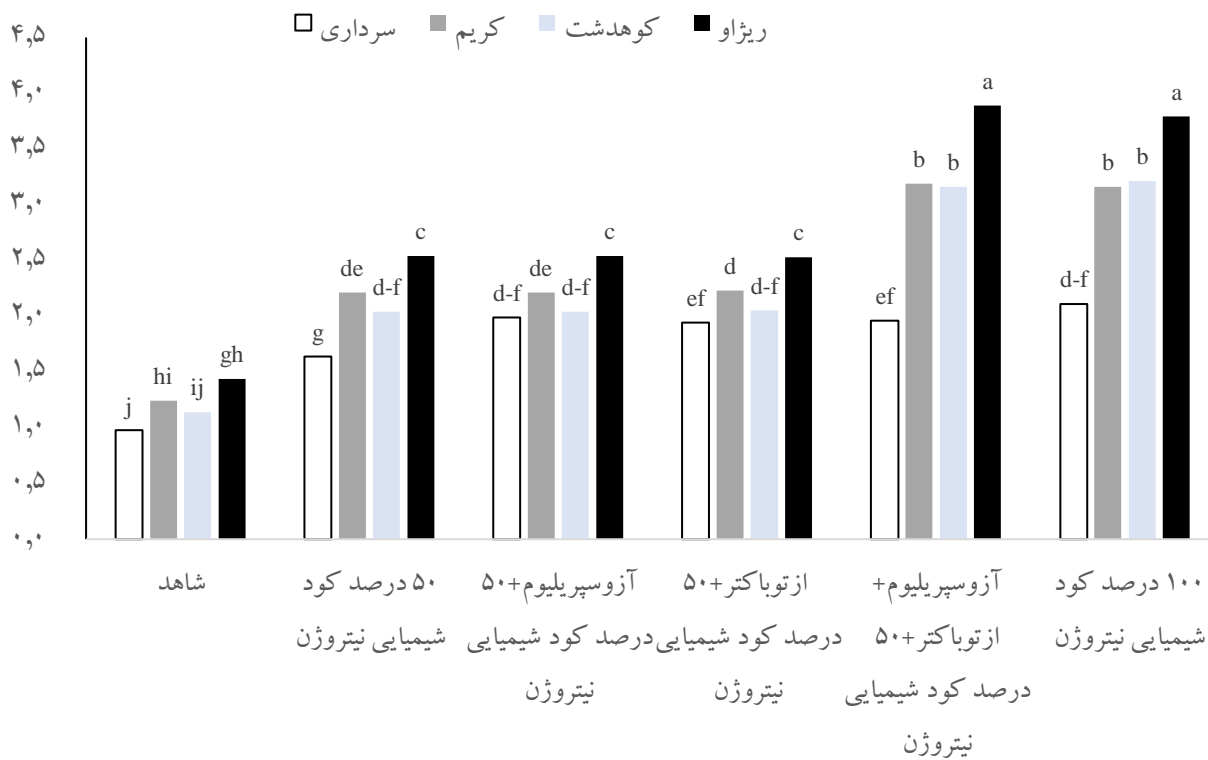
میزان فتوستنتز خالص میکرومول CO₂ بر مترمربع بر ثانیه



برهمکنش رقم × منبع مختلف کودی

شکل ۵- تغییرات میزان فتوستنتز خالص ارقام مختلف گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیک.

سرعت تعرق (میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه)



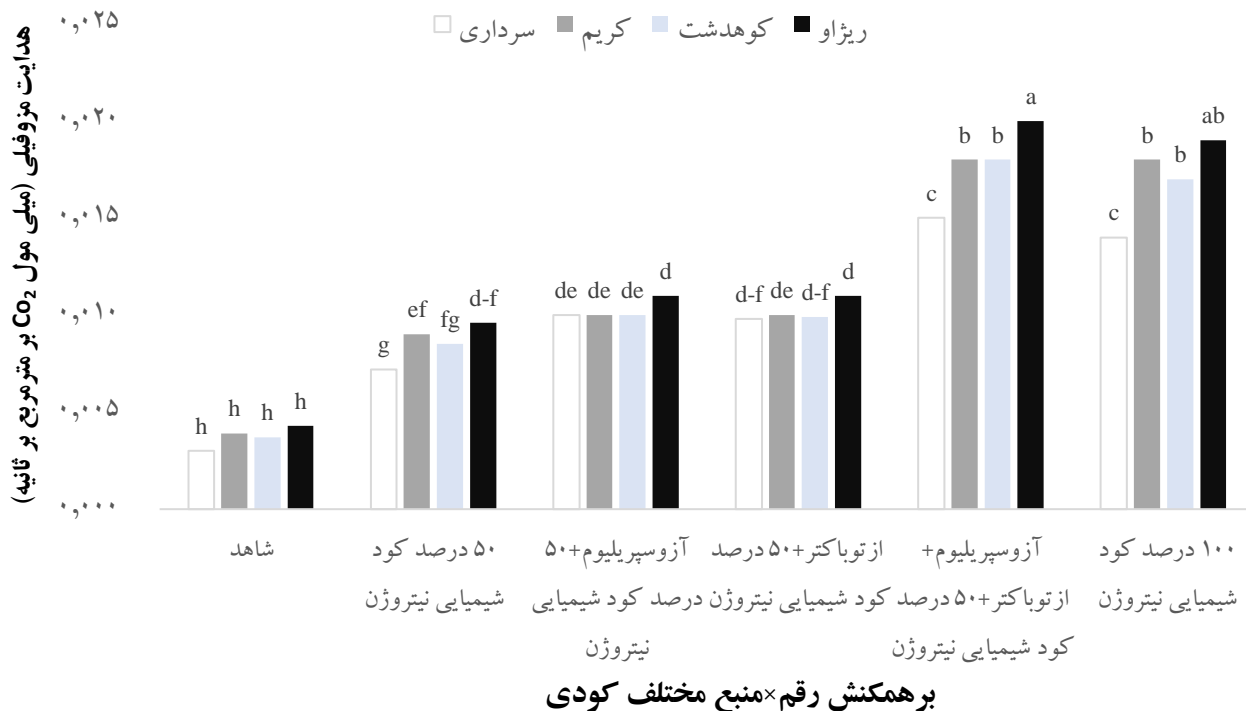
برهمکنش رقم × منبع مختلف کودی

شکل ۶- تغییرات سرعت تعرق ارقام مختلف گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیک میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

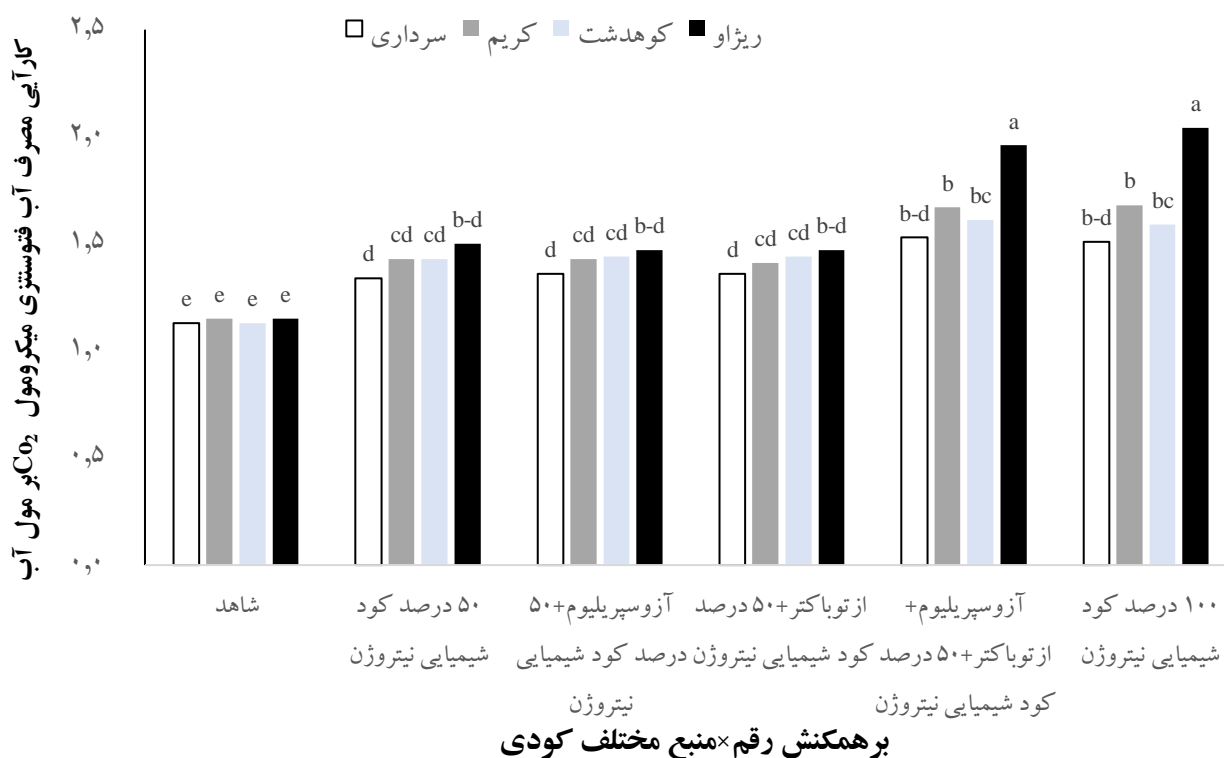
بیشترین سرعت تعرق با ۳/۸۹ میلی مول آب در مترمربع در ثانیه از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین سرعت تعرق از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) بدست آمد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۷۴/۸ درصدی در سرعت تعرق گردید (شکل ۶). با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده رقم و منابع کودی در سطح احتمال یک درصد بر غلظت دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای معنی‌دار گردید (جدول ۳). در این پژوهش نشان داده شد که رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان غلظت دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای را دارا بودند (جدول ۴). در این پژوهش همچنین مشاهده گردید که تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) دارای بیشترین غلظت دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای و کمترین میزان در تیمار باکتری آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده رقم، منابع کودی و اثر برهمکنش رقم×منابع مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد بر هدایت مزوفیلی معنی‌دار گردید (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه ساده، رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان هدایت مزوفیلی بودند (جدول ۴). تیمار باکتری آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن نیز دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین میزان

هدایت مزوفیلی بود (جدول ۴). بیشترین میزان هدایت مزوفیلی با ۰/۰۲ میکرومول CO₂ در مترمربع در ثانیه از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین میزان هدایت مزوفیلی از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) بدست آمد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۸۵ درصدی در میزان هدایت مزوفیلی گردید (شکل ۷). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم، منابع کودی و اثر برهمکنش رقم×منابع مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد بر کارایی مصرف آب فتوسنتزی معنی‌دار گردید (جدول ۳). رقم ریژاو و سرداری بترتیب دارای بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب فتوسنتزی بودند (جدول ۴). در این پژوهش همچنین باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه موجب افزایش کارایی مصرف آب فتوسنتزی شدند، تیمار باکتری آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) دارای کمترین کارایی مصرف آب فتوسنتزی بودند (جدول ۴). کارایی مصرف آب فتوسنتزی با ۱/۹۶ میکرومول CO₂ بر مول آب از رقم ریژاو و تحت کاربرد باکتری آزوسپریلیوم+ازتوباکتر+۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کمترین کارایی مصرف آب فتوسنتزی از رقم سرداری و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) بدست آمد، که نسبت به شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۴۲/۳ درصدی در کارایی مصرف آب فتوسنتزی گردید (شکل ۸).



شکل ۷- تغییرات هدایت مزوفیلی ارقام مختلف گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیک



شکل ۸- تغییرات کارایی مصرف آب فتوسنتزی ارقام مختلف گندم دیم با کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی و بیولوژیک

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

چندین سال است در منطقه مورد کشت قرار می‌گیرد، وضعیت مطلوب و بهتری را از خود نشان دادند. بنابراین با توجه به مشکلات زیادی که مصرف کودهای شیمیایی برای محصولات کشاورزی و همچنین به دلیل بالا بودن هزینه‌های خرید این کودها به نظر می‌رسد استفاده از ارقام جدید در حضور باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب می‌گردد که علاوه بر کاهش معنی‌دار مصرف کود شیمیایی، سبب سالم نگه‌داشتن محصولات زراعی و همچنین کاهش آلودگی در آب‌های زیرزمینی گردند.

با توجه به نتایج بدست آمده نشان داده شد که تلقیح بذر گندم دیم با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب بهبود خصوصیات رشدی گیاه و در نهایت عملکرد دانه گردید. در این پژوهش در تمامی رقم‌های گندم مورد استفاده در حضور باکتری آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر به واسطه میزان فتوسنتز و افزایش کارایی مصرف آب در نهایت سبب بهبود رشد گیاه شد، اما بترتیب رقم‌های ریژاو، کریم و کوهدشت در حضور باکتری‌های افزاینده رشد گیاه نسبت به رقم محلی سرداری که

منابع

- آزادی صادق، سیادت سیدعطاله، ناصری رحیم، سلیمانی فرد، عباس میرزایی امیر. ۱۳۹۲. کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه در ارقام گندم دوروم. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۷ (۲): ۱۴۶-۱۲۹.
- احتشامی سید محمدرضا، حکیمیان فاطمه، یوسفی راد مجتبی، چائی چی محمدرضا. ۱۳۹۳. تأثیر تلقیح مقادیر مختلف کود فسفر و باکتری حل‌کننده فسفات بر کمیت و کیفیت علوفه دو رقم جو. پژوهش‌های کاربردی زراعی ۱۰۲: ۱۴۱-۱۵۰.
- اسلامی علی، صدرآبادی حقیقی رضا، ظفریان مجتبی. ۱۳۹۳. واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک ارقام گندم به نحوه مصرف کود زیستی فولزایم. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۸ (۳): ۲۴۳-۲۵۶.
- امانی نسرین، سهرابی یوسف، حیدری غلامرضا. ۱۳۹۶. عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ذرت با کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی تحت سطوح خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۷ (۲): ۶۵-۸۳.
- امیری محمدبهاد، رضوانی مقدم پرویز، قربانی رضا، فلاحی جبار، دیهیم فرد رضا، فلاح پور فرنوش. ۱۳۹۲. اثرات تلقیح بذر توسط کودهای زیستی بر خصوصیات رشدی سه رقم گندم در مرحله سبز شدن در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۱ (۱): ۶۴-۷۲.

امیری فارسانی فاطمه، چرم مصطفی، عنایتی ضمیر نعیمه. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد گندم در دو نوع خاک در آزمایشی گلخانه‌ای. نشریه آب و خاک ۲۷ (۲): ۴۴۱-۴۵۱.

انصاری محمدحسین، هاشم آبادی داوود، یادگاری مهرباب. ۱۳۹۶. اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر صفات زراعی و فیزیولوژیک دو رقم گندم تحت شرایط دیم. تولیدات گیاهی ۴۰ (۲): ۷۵-۸۸.

بازدار سامان، ناصری رحیم، خاوازی کاظم، سلیمانی رضا. ۱۳۹۲. اثر مصرف توأم کود فسفوری و باکتری افزاینده رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم نان در مهران. مجله پژوهش‌های خاک ۲۷ (۳): ۲۶۳-۲۷۴.

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

حسنپور جواد، زند بهنام. ۱۳۹۳. نقش تلقیح بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) با کودهای زیستی در کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی. علوم و تحقیقات بذر ایران ۱ (۲): ۱-۱۲.

حسینی رقیه‌السادات، گالشی سراله، سلطانی افشین، کلاته مهدی. ۱۳۹۰. اثر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام قدیم و جدید گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۴ (۱): ۱۸۷-۲۰۰.

خاصه سیر رجانی عباس، فرح بخش حسن، راوری سیدذبیح...، پسندی پور نازنین، عالمه کرمی. ۱۳۹۰. بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم. مجله پژوهش‌های خاک ۲۵ (۲): ۱۲۵-۱۳۵.

سعیدی محسن، مرادی فواد، احمدی علی، سپهری روشنک، نجفیان گودرز، شعبانی اکبر. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی انتهای فصل بر خصوصیات فیزیولوژیک و روابط منبع و مخزن در دو رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.). مجله علوم زراعی ایران ۱۴ (۴): ۳۹۲-۴۰۸.

سیدی مائده، مجدم مانی، بابائی‌نژاد تیمور، دروگر نازلی. ۱۳۹۷. بررسی اثر توأم کودهای شیمیایی و زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی برخی از ارقام گندم نان در شرایط آب و هوایی شوشتر. مجله علوم به زراعی گیاهی ۸ (۱): ۸-۱۱.

خیاط شیما، مجدم مانی، علوی فاضل مجتبی. ۱۳۹۳. اثر مقادیر نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های گندم دوروم در خوزستان. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی ۶ (۲۱): ۱۰۳-۱۱۳.

عیدی‌زاده خالد، مهدوی دامغانی عبدالمجید، صباحی حسین، صوفی‌زاده سعید. ۱۳۸۹. اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شیمیایی بر رشد ذرت (*Zea mays* L.) در شوشتر. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی ۲: ۲۹۲-۳۰۱.

قلمباز سیمان، آینه بند امیر، معزی عبدالامیر. ۱۳۹۲. ارزیابی تأثیر کودهای بیولوژیکیبر عملکرد دانه و کاراییاستفاده از نیتروژن در گندم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۳ (۴): ۱۴۱-۱۵۸. ۱۳۹۲.

مرادی میثم، سیادت سیدعطاالله، خاوازی کاظم، ناصری رحیم، ملکی عباس، میرزایی امیر. ۱۳۹۰. اثر کاربرد کود زیستی و شیمیایی فسفر بر صفات کمی و کیفی گندم بهاره. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۵ (۱۸): ۵۱-۶۶.

مقصودی عیسی، قلاوند امیر، آقاعلیخانی مجید. ۱۳۹۳. تاثیر راهبردهای مدیریتی نیتروژن و کود زیستی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۲ (۲): ۲۷۳-۲۸۲.

ملکی عباس، بازدار عبدالرضا، لطفی یزدان، طهماسبی احمد. ۱۳۸۹. اثر کود زیستی ازتوباکتر و سطوح مختلف کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد در سه رقم گندم نان. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۴ (۱۲۱-۱۳۲).

میرزاشاهی کامران، اسدی رحمانی هادی، خاوازی کاظم و افشاری میترا. ۱۳۹۲. تأثیر دو نوع کودهای زیستی بر عملکرد گندم آبی در شمال خوزستان. مجله پژوهش‌های خاک ۲۷ (۲): ۱۵۹-۱۶۸.

ناصری رحیم، براری مهرشاد، زارع محمد جواد، خاوازی کاظم و طهماسبی زهرا. ۱۳۹۶. آ. اثر باکتری‌های افزایشنده رشد و قارچ میکوریزا بر رشد و عملکرد گندم در شرایط دیم. فصلنامه زیست‌شناسی خاک ۵ (۱): ۴۹-۶۶.

ناصری رحیم، براری مهرشاد، زارع محمد جواد، خاوازی کاظم و طهماسبی زهرا. ۱۳۹۶. ب. تأثیر کاربرد کود فسفر، باکتری سودوموناس پوتیدا و قارچ گلوموس موسه آ و اثرات تلفیقی آنها بر فعالیت برخی از آنزیم‌های آنتی اکسیدان، خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه گندم در شرایط دیم. مجله زراعت دیم ایران ۶ (۱): ۱-۳۳.

نصیری یوسف، موسوی‌زاده سیدعلی، اسدی محمد. ۱۳۹۹. تأثیر کاربرد کودهای دامی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگیهای ریختشناسی گندم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۳۰ (۱): ۳۱۸-۳۲۸.

Al-Karaki G, Michael Mc, John Zak B. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza 14: 263-269.

Bilal M, Ayub M, Tariq M, Tahir M, Nadeem MA. 2017. Dry matter yield and forage quality traits of oat (*Avena sativa* L.) under integrative use of microbial and synthetic source of nitrogen. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 16: 236-241.

- Blum, A. 2005. Drought resistance, water use efficiency, and yield potential are they compatible, dissonant, or mutually exclusive. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56: 1159-1168.
- Bromandrad A, Sajedi N, Changizi M Vasibi M. 2011. Effects of Combined chemical fertilizers, and PGPR on the performance of corn. *The First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Agriculture*. Iran. Khozestan. Pp. 201-204.
- Burdman S, Jurkevitch E, Okan Y, Subba Rao NS, Dommergues YR. 2000. Recent advances in the use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in agriculture. *Microbial Interaction in Agriculture and Forestry* 2: 229-250.
- Fageria NK. 2000. The use of nutrients in crop plants. *CRC Press*, Taylor & Francis Group, LLC. USA. New York.
- Gul S, Khan MH, Khanday BA Nabi S. 2015. Effect of sowing methods and NPK levels on growth and yield of rainfed maize (*Zea mays* L.). *Scientifica* 2015:1-6.
- Kennedy IR, Choudhury ATM and Kecskes ML. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promoting be better exploited? *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 1229-1244.
- Khalid A, Arshad M, Zahir ZA. 2006. Phytohormones: Microbial production and applications. In: Uphoff, N., Ball, A.S., Fernandes, E., Herren, H., Husson, O., Laing, M., Palm, C., Pretty, J., Sanchez, P., Sanginga, N., and Thies, J., (2006), *Biological Approches to Sustanable Soil System*. Taylor and Francis, Boca Raton, Florida, 207-220.
- Mertnese T, Hess D. 2004. Yield increase in spring wheat inoculated with *Azospirillum* under greenhouse and field condition of a temperate region. *Plant and Soil* 82: 87-99.
- Naseri R, Soleymanifard A, Solemani R. 2010. Yield and yield components dry land cultivars as influenced by supplementary irrigation at different growth stages. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 7 (6): 684-688, 2010.
- Perramon B, Bosch-Serra AD, Domingo F, Boixadera J. 2016. Organic and mineral fertilization management improvements to a double-annual cropping system under humid Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 76: 28-40.
- Sharma, AK. 2002. *Biofertilizers for sustainable agriculture*. 1st edition. Jodhpur: Agrobios, Indian, 456p.
- Shata SM, Mahmoud SA, Siam HS. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3: 733-739.
- Singh AK, DePauw RM, Hamel C, Knox RE. 2012. Genetic variability in arbuscular mycorrhizal fungi compatibility supports the selection of durum wheat genotypes for enhancing soil ecological services and cropping systems in Canada. *Canadian Journal of Microbiology* 58: 293-302.
- Stefan M, Munteanu N, Stoleru V, Mihasan M, Hritcu L. 2013. Seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria enhances photosynthesis and yield of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.). *Scientia Horticulturae* 151: 22-29.
- Yasari E, Patwardhan AM. 2007. Effects of *Aztobacter* and *Azospirillum* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. *Asian Jounarl of Plant Science* 6 (1): 77-82.

DOI: 10.22092/IDAJ.2021.352008.319

Study on grain yield, yield components and some physiologic characteristics in bread wheat cultivars influenced by applications of nitrogen and inoculation with bacteria under dryland farming

Rahim Naseri^{*1}, Amir Mirzeai², Abas Sioleymanifard³

- 1- Department of Plant Production Technology, Dehloran Faculty of Agriculture and Engineering, Ilam University, Ilam, Iran.
- 2- Crop and Horticultural Science Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran.
- 3- Department of Agriculture, Pyame Noor University, Tehran, Iran.

Abstract

In order to investigate the effects of plant growth promoting rhizobacteria on gas exchange, photosynthetic efficiency and grain yield of new dryland wheat cultivars, a factorial field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications on the farms of Sarablah Agricultural Research Center during 2019-2020 cropping Season. Experimental treatments included different wheat cultivars (Sardari, Karim, Koohdasht and Rijaw) and treatment of different fertilizer sources (without fertilizer source, 50% N fertilizer recommended, *Azospirillum*+50% N fertilizer recommended, *Azetobacter*+50% N fertilizer recommended, *Azospirillum*+*Azetobacter*+50% N fertilizer recommended and 100% N fertilizer recommended). The results of this study showed that the simple effects of cultivar, fertilizer sources and interaction of cultivar × fertilizer sources were significant on yield, grain yield components as well as gas exchanges of dryland wheat. Among the studied cultivars, Rijaw cultivar and among fertilizer sources, *Azospirillum*+*Azetobacter*+50% N fertilizer had the highest yield and yield components as well as gas exchanges. The results of this study indicated that the interaction of cultivar×different fertilizer sources was significant on grain yield, yield components as well as gas exchanges of dryland wheat. the highest grains.spike⁻¹ (80%), 1000-grain weight (33.3%), grain yield (86.3%), biological yield (79.9%), net photosynthesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), transpiration ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), mesophilic conductance ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ M}^{-2}\text{S}^{-1}$), photosynthetic water use efficiency ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) was obtained from the interaction of Rijaw× *Azospirillum*+*Azetobacter*+50% N fertilizer and the lowest value of these traits was related to the interaction between Sardari cultivar× control treatment (without fertilizer source).

Keywords: Net photosynthesis, Photosynthetic water use efficiency, Plant growth promoting bacteria, Transpiration, 1000-grain weight.

* Corresponding author: r.naseri@ilam.ac.ir Submit date:2020/09/26 Accept date: 2021/04/27