Plant Production and Genetics
Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2022, p. 275-290

تولید و ژنتیک گیاهی
جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۹۰-۲۷۵

مقاله پژوهشی

DOI: 10.34785/J020.2022.009

تأثیر کود زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی ارقام گندم و جو

احمد فرید فرید[۱]، محمدصفر نوری*[۲]، ذبیح‌الله فرخاری[۳]

۱. مربی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کندز، افغانستان
و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تخار، افغانستان
۳. مربی، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کندز، افغانستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۲

چکیده

آزمایش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی بر بعضی از ویژگی‌های زراعی ارقام مختلف گندم و جو انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای موردبررسی شامل مایه‌زنی با کود زیستی در سه سطح (بارور۲، اکتینومیست، بارور۲ + اکیتینومیست) و ارقام گندم و جو در ۱۴ سطح (هشت رقم گندم: مروارید، گنبد، کریم، احسان، دریا، N-91-8، N-91-9، N-91-17 و شش رقم جو: ماهور، ترکمن، صحرا، بومی، یوسف، لخت) بودند. نتایج نشان داد اثر رقم و اثر متقابل دوگانه رقم در کود زیستی بر صفات تعداد دانه در گلدان و سنبله، تعداد پنجه بارور در گلدان و تعداد سنبلچه در سنبله معنی‌دار بود. تعداد پنجه بارور در بوته فقط تحت تأثیر رقم قرار گرفت. کاربرد کود زیستی نیز صفت تعداد سنبلچه در سنبله را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین میزان وزن تک‌دانه (۰/۰۴۹۱ گرم) مربوط به رقم یوسف و کمترین میزان (۰/۰۳۲۴ گرم) نیز مربوط به رقم بومی در گیاه جو بود. بیشترین عملکرد دانه (۲/۳۶۶ گرم در بوته) نیز از رقم یوسف در گیاه جو به دست آمد و کمترین مقدار (۱/۲۴۲ گرم در بوته) مربوط به رقم دریا در گیاه گندم بود. بالاترین شاخص برداشت دانه (۵۱/۰۱۶ درصد) مربوط به جو لخت بود. به‌طورکلی تأثیر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و ارقام جو عملکرد بیشتری نسبت به ارقام گندم داشتند.

کلیدواژگان: اکتینومایست، بارور ۲، جو، عملکرد، گندم

* ایمیل نویسنده مسئول: safar_noori@yahoo.com

مقدمه

فسفر از عناصر غذایی ضروری برای گیاهان است. اگرچه کودهای شیمیایی فسفردار نقش عمده‌ای در افزایش تولیدات گیاهی دارند، استفاده گسترده از آن‌ها باعث آسیب به محیط زیست، کاهش سلامت اکوسیستم خاک و تهدید سلامت انسان از طریق ورود به زنجیره غذایی می‌شود. ازاین‌رو، نیاز مبرمی برای ارائه راهکارهای جایگزین جهت کاهش استفاده از کودهای شیمیایی وجود دارد (Khan *et al*., 2017). برای حفظ ثبات و توازن حاصلخیزی خاک و حرکت در راستای اهداف کشاورزی پایدار، کم نهاده و سازگار با محیط زیست، نیاز به مدیریت بهتر ذخایر خاک می‌باشد. بسیاری از راهکارهای ارائه‌شده توسط پژوهشگران در نقاط مختلف جهان، بر نقش میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات ازجمله باکتری‌ها (Zaidi *et al*., 2009 ; Ahmad *et al*., 2013; Gangwar *et al*., 2013) و قارچ‌ها (Khan *et al*., 2010) در جهت افزایش تولیدات گیاهی و حاصلخیزی خاک از طریق فراهمی فسفر تأکید دارند. در این میان، اکتینومیست‌ها با وجود این که پتانسیل ژنتیکی و تنوع زیستی بیشتری دارند (Pathom-Aree *et al*., 2006; Thangapandian *et al*., 2007)، کمتر مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته‌اند. اکتینومیست‌ها میکروارگانیزم‌های ساپروفیت، ناهمگن (هتروژینوس) و موجود در همه‌جا هستند و به گروه گسترده و متنوع باکتری‌های گرم مثبت، هوازی و میسلیومی تعلق دارند (Khan *et al*., 2017). اکتینومیست‌ها به دو دلیل در فعالیت محلول‌سازی فسفر دارای اهمیت هستند. اول به دلیل توانایی تولید متابولیت-های فعال کشاورزی مانند هورمون‌های گیاهی، سیدروفورها و آنتی‌بیوتیک‌ها (Hoster *et al*., 2005) و دوم به دلیل توانایی تحمل مولکول‌های تنش‌زای مختلف (Hamdali *et al*., 2010). همچنین مشخص شده است که تلقیح با سویه‌های اکتینومیستی باعث بهبود رشد گیاه می‌شود (Arora, 2013). در پژوهش دیگری، Hamdali و همکاران (۲۰۱۲) جمعیت‌هایی از سویه‌های اکتینومیست محلول‌کننده فسفات را از معدن فسفات موروکان جدا کردند و تأثیر آن‌ها بر بهبود رشد گیاه گندم را مورد آزمون قرار دادند. در بین سویه‌های مختلف اکتینومیست، سویه BH7 از *Streptomyces griseus* باعث بهبود ۷۰ درصدی رشد اندام هوایی و بیش از ۳۰ درصدی افزایش فسفات خاک در تیوب‌های کشت گردید. کود زیستی بارور ۲ حاوی دو نوع باکتری محلول‌کننده فسفات از گونه‌های *Bacillus lentus* و *Pseudomonas putida* می‌باشد که با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفر نامحلول و در نتیجه قابل‌جذب شدن آن برای گیاه می‌گردد. این باکتری‌ها قادرند در دامنه وسیعی از pH (بین ۵ تا ۱۱) و شوری تا ۳/۵ درصد را به‌خوبی تحمل نمایند. وجود این ویژگی‌ها باعث شده است تا بتوان این کود زیستی را در طیف گسترده‌ای از خاک‌های ایران و برای محصولات گوناگون به کار برد. نتایج Khosravian و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی اثر گندم و جو در شرایط کاربرد باکتری استرپتومایسس، بیانگر اختلاف معنی‌دار گندم و جو از نظر غلظت فسفر در برگ، ساقه، دانه، بخش هوایی و کل بوته بود، اما اختلاف غلظت فسفر در ریشه دو گیاه معنی‌دار نشد. همچنین نتایج پژوهش Abidi و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی تعدادی از گونه‌های زراعی و علف‌های هرز خانواده گندمیان حاکی از اختلاف معنی‌دار گونه‌ها از نظر تخصیص فسفر بود. Jahanshahi و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند کاربرد کود زیستی بارور ۲ باعث افزایش وزن خشک گیاه گشنیز شد و بیشترین میزان فسفر در اندام هوایی، در اثر کاربرد کود زیستی بارور ۲ مشاهده شد. کود زیستی فسفات بارور ۲ با آزادسازی فسفر موجب افزایش انتقال مواد غذایی و افزایش وزن غده‌ها در سیب‌زمینی شد (Behbehani and Khayyam Nekoyi, 2005). یافته‌های Khosravian و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد عملکرد دانه گندم و جو در اثر کاربرد کود فسفر و مایه‌زنی با باکتری استرپتومایسس، به‌صورت خطی افزایش یافت.

استفاده از ارقامی که در جذب عناصر معدنی از خاک کارآمدتر هستند و از عناصر جذب‌شده به‌صورت بهینه‌تری استفاده می‌کنند، به‌عنوان راهکاری مؤثر در بهبود کارایی استفاده از عناصر غذایی معدنی توجه بسیاری از محققان در سراسر جهان را به خود معطوف کرده است (Marschner, 2011). استفاده از گونه‌ها یا ارقام گیاهی کارآمد در جذب و استفاده از عناصر غذایی یک استراتژی مهم برای بهبود کارآیی مصرف عناصر مغذی (NUE) و نظام‌های کشاورزی پایدار است. انتخاب واریته‌های کارآمد را می‌توان به‌عنوان یک راهکار مکمل و حتی جایگزین مصرف کودهای شیمیایی در کشاورزی مورد توجه قرار داد (Batten, 1992).

ارقام مختلف گندم نان و دوروم تنوع واریته قابل‌ملاحظه‌ای ازنظر کارآیی استفاده از فسفر نشان داده و جذب فسفر مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده کارآیی استفاده از فسفر می‌باشد. همچنین، وزن خشک نسبی بخش هوایی بوته را می‌توان به‌عنوان شاخص کارآیی استفاده از فسفر در نظر گرفت (Ozturk, 2005). تحقیقات نشان داده است واریته‌های گندم زمستانه و جو بهاره نسبت به واریته‌های جو زمستانه در استفاده از فسفر کارآمدتر هستند و تنوع ارقام در کارآیی استفاده از فسفر به اختلاف آن‌ها در طول تارهای کشنده و ترشحات ریشه بستگی دارد (Nielsen, Gahoonia and 1996). در ارقام گندم بهاره تنوع قابل‌ملاحظه‌ای ازنظر جذب و کارآیی استفاده از فسفر مشاهده شده است (Gill *et al*., 2004). با توجه به اهمیت ویژه گیاه گندم و جو و نیز لزوم کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی در بخش کشاورزی، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر ارقام گندم و جو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در پردیس جدید دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، به‌منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی بر بعضی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی و زراعی گندم و جو انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، برای مشخص نمودن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده، نمونه خاک تهیه شد و مورد آزمون قرار گرفت. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل مایه‌زنی با کود زیستی در سه سطح (بارور ۲، اکتینومیست، بارور ۲ + اکتینومیست) و ارقام گندم و جو در ۱۴ سطح (هشت رقم گندم: مروارید، گنبد، کریم، احسان، دریا، N-91-8، N-91-9، N-91-17 و شش رقم جو: ماهور، ترکمن، صحرا، بومی، یوسف، لخت) بودند. کود زیستی مورد استفاده در این آزمایش، کود زیستی تجاری فسفات بارور-۲ و اکتینومیست بود. کود بارور ۲ حاوی دو باکتری پانتوا آگلومرانس (*Pantoea agglomerans*) سویه P_5 که با تولید اسیدهای آلی باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی می‌شود و باکتری سودوموناس پوتیدا (*Pseudomonas putida*) سویه P_{13} که با تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز باعث رهاسازی فسفر از ترکیبات آلی آن می‌شود، بود. جمعیت این باکتری‌ها 10^9 (کلونی زنده باکتری: CFU) بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. ابتدا بذرها روی پلاستیک پهن شده و سپس کود زیستی که با مقداری آب مخلوط شده بود، روی بذرها پاشیده شد. برای چسبندگی بیشتر کود زیستی به بذر از صمغ عربی استفاده و سپس اقدام به کشت گردید و برای جلوگیری از صدمه باکتری‌ها در اثر خشکی، بلافاصله اقدام به آبیاری گلدان‌ها شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	ازت کل (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	مواد خنثی (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۱/۱۳	۰/۶	۷/۹	۰/۱۱	۳۰	۶۴	۱۱/۵	۶	Si-C-L

در این پژوهش از گلدان‌هایی به قطر ۲۵ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر استفاده شد و در هر گلدان ۱۰ کیلوگرم خاک خشک ریخته شد. مقادیر کودی بر اساس وزن خاک خشک گلدان نسبت به وزن خاک خشک یک هکتار زمین به عمق مساوی خاک گلدان، محاسبه شد. نیتروژن کودی بر اساس ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره، در سه مرحله کاشت، پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن (هر مرحله یک‌سوم از کل)، پتاسیم کودی به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت کلرید پتاسیم و فسفر کودی به‌میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سوپرفسفات تریپل در زمان کاشت به خاک اضافه شد. بذور گندم و جو پس از مایه‌زنی با باکتری در گلدان‌ها کشت شدند. ابتدا ۳۰ بذر در هر گلدان کاشته شد ولی در نهایت، پس از استقرار کامل، بوته‌های اضافی برای رسیدن به تراکم نهایی ۱۰ بوته در گلدان (بر اساس تراکم مطلوب بوته در شرایط مزرعه (۳۶۰ بوته در مترمربع) حذف شدند. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک پس از انتقال بوته‌ها به

آزمایشگاه، تعداد پنجه‌های بارور و غیر بارور در بوته، تعداد سنبله در بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه تعیین شد. وزن متوسط یک‌دانه از تقسیم وزن دانه‌های یک گلدان بر تعداد دانه‌های موجود در همان گلدان به‌دست آمد. تعداد سنبله در گلدان نیز با توجه به تعداد بوته‌های موجود در گلدان و تعداد پنجه‌های بارور آن گلدان محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم‌افزار آماری SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

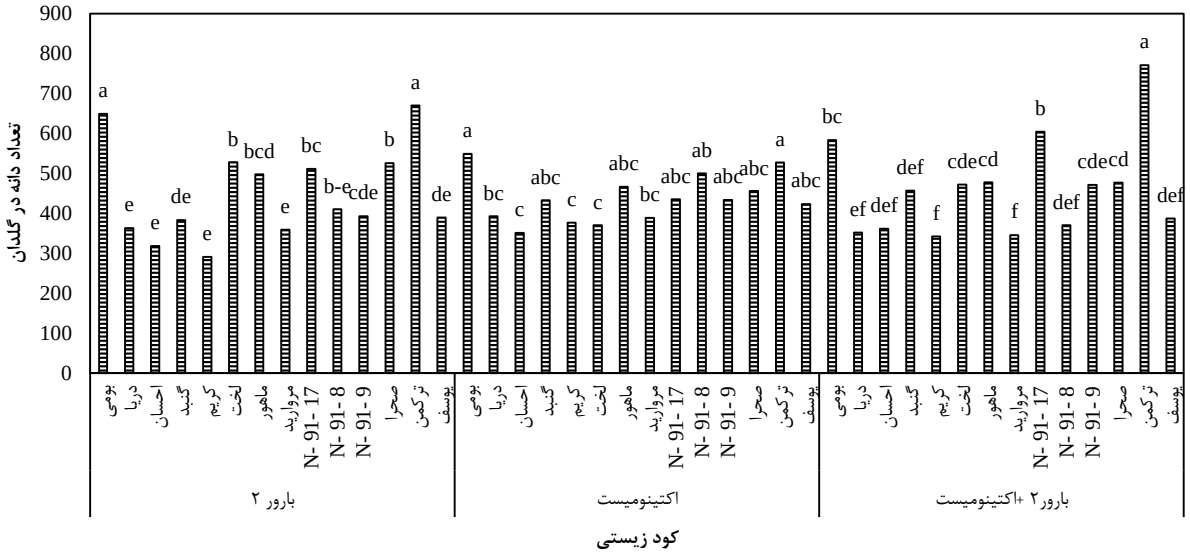
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر اصلی رقم و اثر متقابل دوگانه رقم در کود زیستی بر صفات تعداد دانه در گلدان، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور در گلدان و تعداد سنبلچه در سنبله معنی‌دار بود، ولی در مورد صفات تعداد پنجه بارور در بوته و تعداد پنجه نابارور در بوته تنها اثر رقم معنی‌دار شد. در مورد اثر اصلی کود زیستی، تنها صفت تعداد سنبلچه در سنبله تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در کود زیستی نشان داد در سطح کاربرد کود بارور ۲ بالاترین تعداد دانه در گلدان با میانگین ۶۴۹/۳ دانه از رقم بومی گیاه جو به دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با رقم ترکمن نیز نداشت. کمترین تعداد نیز با میانگین ۲۹۱ دانه در گلدان مربوط به رقم کریم گیاه گندم بود. در مورد سطح دوم کود زیستی (مصرف اکتینومیست) بیشترین تعداد دانه در گلدان با میانگین ۵۴۹ دانه مربوط به رقم بومی گیاه جو بود و کمترین تعداد نیز با میانگین ۳۵۱ دانه مربوط به رقم احسان گیاه گندم بود. زمانی که کود زیستی بارور ۲ به همراه اکتینومیست مورد استفاده قرار گرفت، این روند اندکی متفاوت بود. به‌طوری که بیشترین تعداد دانه با میانگین ۷۷۱ دانه مربوط به رقم ترکمن گیاه جو و کمترین تعداد نیز با میانگین ۳۴۲ دانه مربوط به رقم کریم گیاه گندم بود (شکل ۱). این امر به‌وضوح واکنش متفاوت ارقام مختلف گندم و جو را به کود زیستی بارور ۲، اکتینومیست و کاربرد توأم این دو نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اجزای عملکرد ارقام مختلف گندم و جو تحت تیمارهای مختلف کود زیستی

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در گلدان	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه بارور در گلدان	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد پنجه نابارور در بوته	تعداد پنجه بارور در بوته
رقم	۱۳	۷۷۴۸۲/۵۰۶**	۴۳۲/۷۸۵۵**	۴۴۶/۳۱۹۹**	۸۹/۲۳۰**	۵/۲۷۴۳**	۵/۲۷۴۳**
کود زیستی	۲	۷۲۵۵/۳۶۵^{ns}	۱/۲۵۹۶^{ns}	۱/۰۵۵۶^{ns}	۱/۵۳۲**	۰/۰۷۷۹^{ns}	۰/۰۷۷۹^{ns}
رقم × کود زیستی	۲۶	۹۵۵۰/۰۳۲*	۴۴/۴۰۸۹**	۱۱/۷۹۰۶**	۵/۹۶۰**	۰/۰۹۸۸^{ns}	۰/۰۹۸۸^{ns}
خطا	۴۲	۵۵۷۲/۵۳۲	۱۱/۲۴۴۶	۵/۶۴۲۹	۰/۱۶۹	۰/۰۹۳۷	۰/۰۹۳۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۶/۶۲	۱۱/۱۷	۱۴/۶۰	۲/۳۶	۳۹/۷۳	۱۷/۲۹

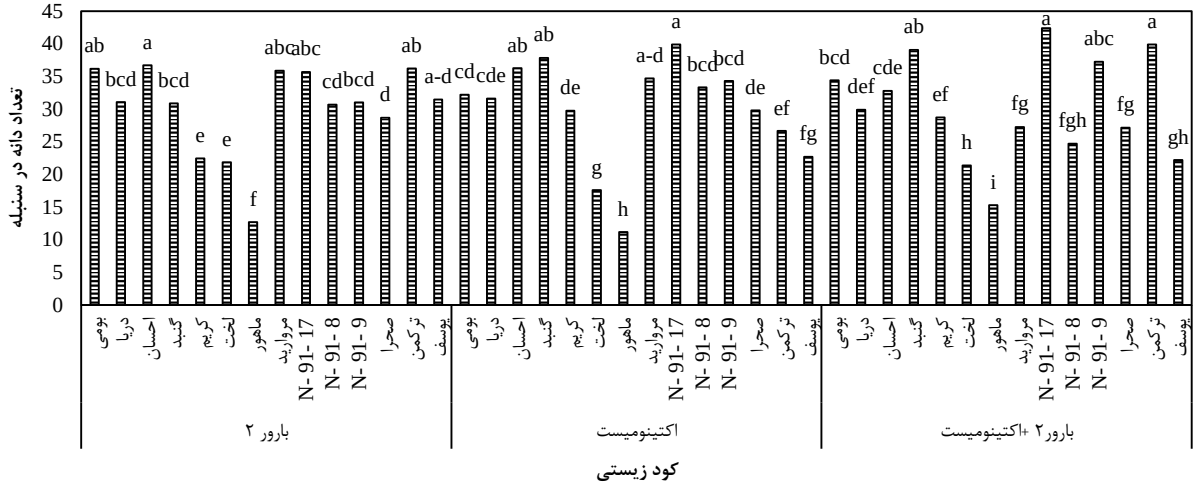
**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۱- اثر متقابل رقم و کاربرد کود زیستی بر تعداد دانه

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

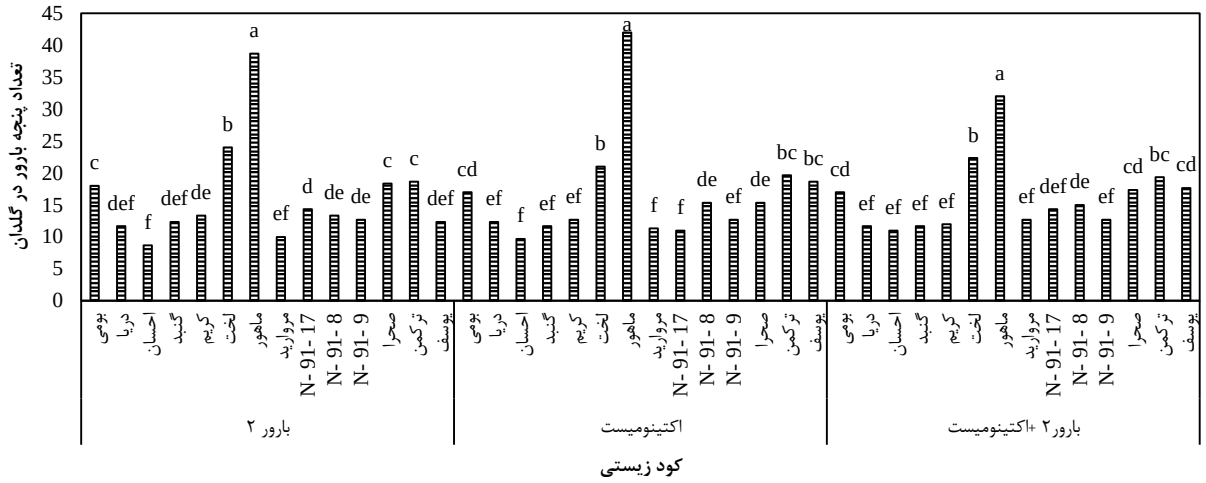
نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل رقم در کود زیستی نشان داد در سطح کاربرد کود بارور ۲ بالاترین تعداد دانه در سنبله با میانگین ۳۶/۷۱ دانه از رقم احسان گیاه گندم به دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با رقم ترکمن، بومی (گیاه جو)، مروارید و N-91-17 گندم نداشت. کمترین تعداد نیز با میانگین ۱۲/۷ دانه در سنبله مربوط به رقم ماهور گیاه جو بود. در مورد سطح دوم کود زیستی (مصرف اکتینومیست)، بیشترین تعداد دانه در سنبله با میانگین ۳۹/۸۹ مربوط به رقم N-91-17 در گندم بود و کمترین تعداد نیز با میانگین ۱۱/۱۶ دانه مربوط به رقم ماهور در گیاه جو بود. همچنین زمانی که کود زیستی بارور ۲ به همراه اکتینومیست مورداستفاده قرار گرفت، بیشترین تعداد دانه با میانگین ۴۲/۳۸ مربوط به رقم N-91-17 گیاه گندم و کمترین تعداد نیز با میانگین ۱۵/۳ دانه مربوط به رقم ماهور از گیاه جو بود (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل رقم و کاربرد کود زیستی بر تعداد دانه در سنبله

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

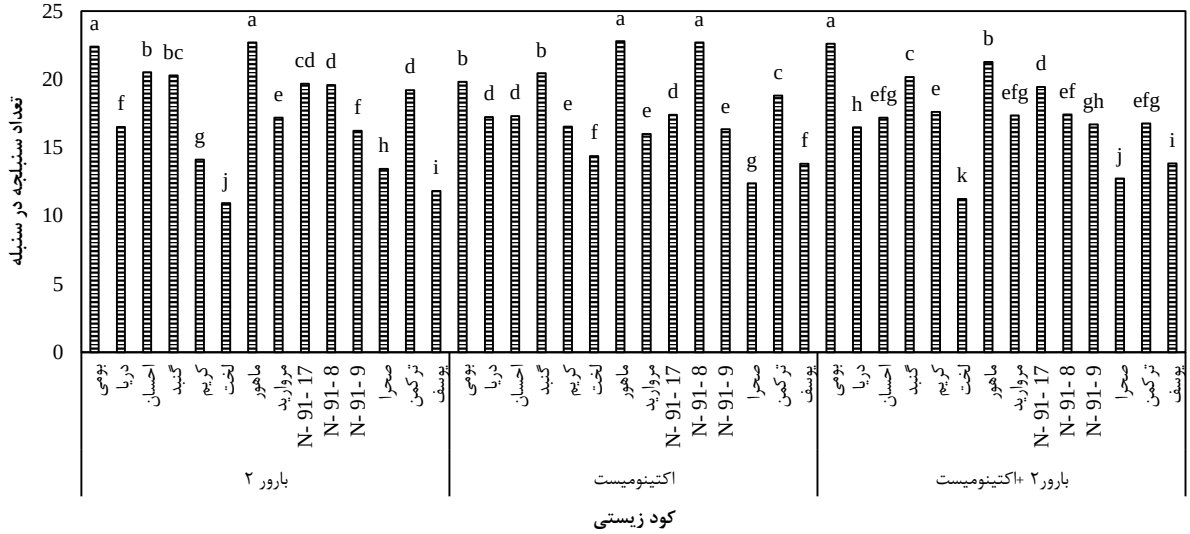
نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل رقم در کود زیستی نشان داد در هر سه سطح کاربرد کود بارور ۲ به‌تنهایی، اکتینومیست و کاربرد کود بارور ۲ به همراه اکتینومیست بالاترین تعداد پنجه بارور در گلدان به ترتیب با میانگین‌های ۳۸/۶۶، ۴۲ و ۳۲ دانه از رقم ماهور در گیاه جو به دست آمد. کمترین تعداد نیز به ترتیب با میانگین‌های ۸/۶۶، ۹/۶۶ و ۱۱ عدد پنجه بارور در گلدان مربوط به رقم احسان در گیاه گندم بود (شکل ۳). ازآنجایی‌که تعداد پنجه بیشتر تحت تأثیر اثر ژنتیک می‌باشد بنابراین ارقام مختلف گندم و جو تحت تأثیر سه سطح مختلف کود زیستی واکنش یکسانی نشان دادند (Farid, 2019).



شکل ۳- اثر متقابل رقم در کود زیستی بر تعداد پنجه بارور

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل رقم در کود زیستی نشان داد در سطح کاربرد کود بارور ۲ بالاترین تعداد سنبلچه در سنبله با میانگین ۲۲/۷ سنبلچه از رقم ماهور گیاه جو به دست آمد که با رقم بومی گیاه جو اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد نیز با میانگین ۱۰/۹۳ سنبلچه در سنبله مربوط به رقم لخت گیاه جو بود. در مورد سطح دوم کود زیستی (مصرف اکتینومیست)، بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله با میانگین ۲۲/۷۹ و ۲۲/۷۱ مربوط به رقم ماهور جو و N-91-8 گندم بود. کمترین تعداد نیز با میانگین ۱۲/۳۹ مربوط به رقم صحرا در گیاه جو بود. همچنین زمانی که کود زیستی بارور ۲ به همراه اکتینومیست مورد استفاده قرار گرفت، بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله با میانگین ۲۲/۶ سنبلچه مربوط به رقم بومی جو و کمترین تعداد با میانگین ۱۱/۲۳ دانه مربوط به رقم لخت گیاه جو بود (شکل ۴).



شکل ۴- اثر متقابل رقم در کود زیستی بر تعداد سنبلچه در سنبله

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

بر اساس نتایج مقایسات میانگین، اثر اصلی رقم بر تعداد پنجه بارور و نابارور به‌ترتیب با میانگین ۳/۹۸۶ و ۰/۷۹۴ مربوط به رقم ماهور در گیاه جو و کمترین تعداد برای تعداد پنجه بارور با میانگین ۱/۰۵۸ مربوط به رقم احسان و کمترین تعداد پنجه نابارور با میانگین ۰/۲۹۰ مربوط به رقم N- 91- 9 بود (جدول ۳). همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، تعداد پنجه در گلدان برای رقم ماهور بیشترین تعداد را دارا بود. بنابراین، از بین تعداد پنجه‌ی بیشتر، تعداد پنجه‌های بارور و نابارور نیز بیشتر از سایر ارقام شد که این امر دور از انتظار نبود.

جدول ۳- تعداد پنجه بارور و نابارور در بوته در ارقام مختلف گندم و جو تحت تیمارهای مختلف کود زیستی

ارقام	تعداد پنجه بارور در بوته	تعداد پنجه نابارور در بوته
بومی	۱/۸۱۹^{c}	۰/۷۲۶^{ab}
دریا	۱/۲۵۸^{de}	۰/۴۱۴^{de}
احسان	۱/۰۵۸^{e}	۰/۴۶۹^{d}
گنبد	۱/۲۷۰^{de}	۰/۴۴۹^{d}
کریم	۱/۳۵۵^{d}	۰/۴۰۲^{de}
لخت	۲/۶۳۲^{b}	۰/۶۱۲^{bc}
ماهور	۳/۹۸۶^{a}	۰/۷۹۴^{a}
مروارید	۱/۳۷۸^{d}	۰/۴۱۶^{de}
N- 91- 17	۱/۳۵۷^{d}	۰/۳۹۹^{de}
N- 91- 8	۱/۴۸۹^{d}	۰/۴۷۹^{cd}
N- 91- 9	۱/۲۸۰^{de}	۰/۲۹۰^{e}
صحرا	۱/۹۰۱^{c}	۰/۴۱۶^{de}
ترکمن	۲/۰۴۰^{c}	۰/۶۶۱^{ab}
یوسف	۱/۹۶۵^{c}	۰/۵۲۰^{cd}
LSD	۰/۲۸۷	۰/۱۳۶

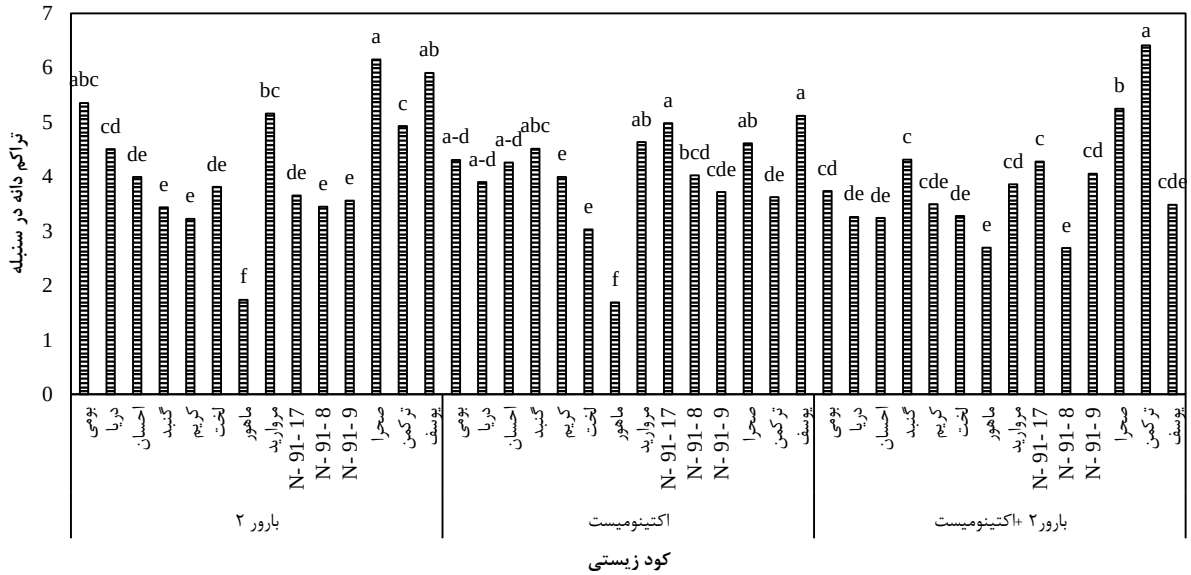
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر اصلی رقم بر تمامی صفات موردبررسی (تراکم دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، وزن تک‌دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت) معنی‌دار شد، ولی اثر اصلی کود زیستی و اثر متقابل رقم در کود زیستی تنها بر صفت تراکم دانه در سنبله معنی‌دار بود. نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل رقم در کود زیستی بر صفت تراکم دانه در سنبله نشان داد در سطح کاربرد کود بارور ۲ بیشترین تراکم دانه در سنبله با میانگین ۶/۱۴ دانه از رقم صحرای گیاه جو به دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با رقم بومی و یوسف گیاه جو نداشت. کمترین تراکم دانه در سنبله نیز با میانگین ۱/۷۱ دانه مربوط به رقم ماهور گیاه جو بود. در مورد سطح دوم کود زیستی (مصرف اکتینومیست)، بیشترین تراکم دانه در سنبله با میانگین ۵/۱۱ و ۴/۹۸ مربوط به رقم یوسف جو و N-91-17 گندم و کمترین تعداد با میانگین ۱/۶۸ مربوط به رقم ماهور در گیاه جو بود. همچنین زمانی که کود زیستی بارور ۲ به همراه اکتینومیست مورد استفاده قرار گرفت بیشترین تراکم دانه در سنبله با میانگین ۶/۴۰ دانه مربوط به رقم ترکمن در گیاه جو و کمترین تعداد با میانگین ۲/۶۹ دانه مربوط به رقم ماهور جو بود (شکل ۵).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گندم و جو تحت تیمارهای مختلف کود زیستی

منبع تغییرات	درجه آزادی	تراکم دانه در سنبله	تعداد دانه در بوته	وزن تک‌دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
رقم	۱۳	۶/۱۹۲۱**	۸۰۵/۲۳۲۲**	۰/۰۰۰۲۲**	۱/۲۵۳۳**	۲۱۸/۲۷۹۷**
کود زیستی	۲	۱/۲۴۸۵*	۳۲/۴۷۵۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۶۶۰^{ns}	۱/۶۴۶۴^{ns}
رقم × کود زیستی	۲۶	۱/۶۹۲۸**	۱۳۰/۴۱۱۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۱۶۹۰^{ns}	۷/۹۶۱۹^{ns}
خطا	۴۲	۰/۲۹۴۰	۵۵/۸۸۳۳	۰/۰۰۰۰۴	۰/۱۲۲۹	۸/۲۱۰۰
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۳/۴۵	۱۵/۳۸	۱۵/۵۹	۱۹/۰۸	۶/۸۸

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۵- اثر متقابل رقم و کود زیستی مربوط به صفت تراکم دانه در سنبله

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

نتایج مقایسات میانگین اثر اصلی رقم بر تعداد دانه در بوته نشان داد بیشترین میزان با میانگین ۶۹/۶۹ دانه مربوط به رقم ترکمن در گیاه جو و کمترین میزان با میانگین ۳۵/۹۵ دانه در بوته مربوط به رقم کریم در گیاه گندم بود. نتایج مقایسه میانگین وزن تک‌دانه نیز حاکی از آن بود که بیشترین میزان با میانگین ۰/۰۴۹۱ گرم مربوط به رقم یوسف در گیاه جو و کمترین میزان با میانگین ۰/۰۳۲۴ گرم مربوط به رقم بومی جو بود (جدول ۵). نتایج مقایسات میانگین همچنین نشان داد بیشترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۲/۳۶۶ گرم در بوته از رقم یوسف جو به دست آمد و کمترین مقدار نیز با میانگین ۱/۲۴۲ گرم در بوته مربوط به گیاه گندم و رقم دریا بود. بیشترین میزان شاخص برداشت دانه نیز با میانگین ۵۱/۰۱۶ درصد مربوط به گیاه جو و رقم لخت و کمترین میزان با میانگین ۳۵/۵۵ درصد مربوط به رقم دریا در گیاه گندم بود (جدول ۵).

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و جو تحت تیمار کود زیستی

ارقام	تعداد دانه در بوته	وزن تک‌دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
بومی	۶۲/۱۳^{b}	۰/۰۳۲۴^{f}	۲/۰۱۲^{bcd}	۳۸/۸۷۵^{de}
دریا	۳۸/۸۶^{fgh}	۰/۰۳۲۶^{ef}	۱/۲۴۲^{g}	۳۵/۵۴۵^{f}
احسان	۳۷/۲۲^{gh}	۰/۰۴۰۶^{bcd}	۱/۵۰۹^{fg}	۳۷/۱۷۳^{def}
گنبد	۴۵/۱۶^{def}	۰/۰۳۴۸^{ef}	۱/۵۵۰^{fg}	۳۶/۶۱۲^{ef}
کریم	۳۵/۹۵^{h}	۰/۰۴۰۵^{bcd}	۱/۴۴۴^{fg}	۳۸/۷۷۱^{de}
لخت	۵۲/۹۵^{c}	۰/۰۳۸۲^{bcde}	۲/۰۱۵^{bcd}	۵۱/۰۱۶^{a}
ماهور	۵۰/۹۵^{cd}	۰/۰۴۲۸^{bc}	۲/۱۴۷^{abc}	۴۶/۷۹۹^{b}
مروارید	۴۴/۳۲^{def}	۰/۰۳۳۹^{ef}	۱/۴۷۶^{fg}	۳۸/۳۴۶^{de}
N- 91- 17	۵۲/۹۸^{c}	۰/۰۳۵۹^{def}	۱/۸۹۶^{cde}	۴۲/۷۳۱^{c}
N- 91- 8	۴۳/۷۸^{efg}	۰/۰۴۱۰^{bcd}	۱/۷۴۶^{def}	۳۸/۲۷۵^{de}
N- 91- 9	۴۳/۷۳^{efg}	۰/۰۳۷۸^{cdef}	۱/۶۵۷^{ef}	۳۹/۵۴۱^{d}
صحرا	۵۴/۰۶^{c}	۰/۰۴۳۷^{ab}	۲/۳۶۶^{a}	۴۵/۷۲۳^{b}
ترکمن	۶۹/۶۹^{a}	۰/۰۳۳۳^{ef}	۲/۲۷۷^{ab}	۴۶/۸۴۳^{b}
یوسف	۴۸/۵۷^{cde}	۰/۰۴۹۱^{a}	۲/۳۹۰^{a}	۴۷/۲۰۸^{b}
LSD	۷/۰۰	۰/۰۰۶	۰/۳۲۹	۲/۶۸۶

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

در مطالعات Horst و همکاران (۱۹۹۳) مشخص گردید که نه انتقال مجدد و انتقال فسفر به دانه‌ها و نه جذب فسفر، هیچکدام نمی‌توانند اختلاف بین ارقام گندم از نظر کارآیی فسفر را توجیه نمایند. این محققان پیشنهاد کردند ساختار عملکرد مهم‌ترین گزینه برای بررسی مکانیسم تغییر کارآیی فسفر است و اجزای عملکرد در گندم شامل تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و وزن دانه می‌باشد. همچنین آن‌ها دریافتند عملکرد ارقام گندمی که به تعداد دانه در خوشه به‌عنوان یک جزء عملکرد وابسته‌اند، کمتر از ارقامی که عملکرد در آن‌ها وابسته به تعداد خوشه در بوته است، تحت تأثیر کمبود فسفر قرار می‌گیرند. Wang و همکاران (۲۰۰۸) با انجام یک مطالعه مزرعه‌ای دوساله با استفاده از ۲۱۶ رقم گندم زمستانه دریافتند عملکردهای بیشتر گندم در شرایط تنش کمبود فسفر، هم از طریق افزایش تعداد خوشه و هم از طریق افزایش تعداد دانه در خوشه قابل‌دستیابی است. در مطالعه‌ی این پژوهشگران، ارقام دارای تعداد بیشتر دانه در خوشه عمدتاً با شرایط کمبود شدید فسفر سازگاری خوبی داشتند، درحالی‌که ارقام دارای تعداد بیشتر خوشه در بوته عمدتاً با کمبود متوسط فسفر سازگاری داشتند. نتایج تحقیقات Dahmardeh و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد سطوح مختلف کود زیستی تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات موردبررسی به‌غیر از صفات تعداد

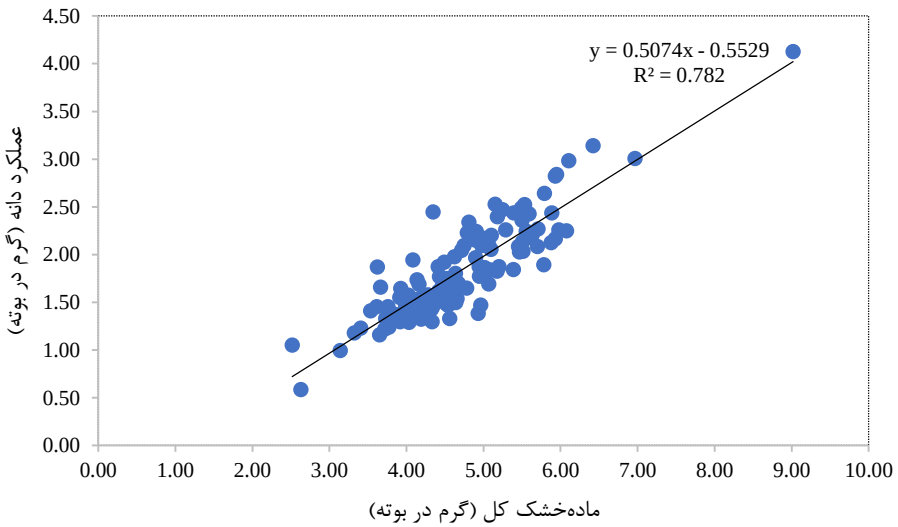
نیام در بوته و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد داشته است و بیشترین عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی از تیمار مصرف کود زیستی فسفات بارور-۲ به دست آمد که نشان‌دهنده واکنش مثبت گیاه به حضور باکتری‌های حل‌کننده فسفات است.

رابطه بین صفات و عملکرد دانه

بررسی روابط بین صفات مرتبط با عملکرد نشان داد صفات ماده‌خشک کل بوته، تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در گلدان، همگی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه دارند. روابط رگرسیونی بین تک‌تک صفات مذکور با عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۶). رابطه رگرسیونی بین ماده‌خشک کل با عملکرد دانه به‌صورت مستقیم و افزایشی بود، به‌طوری‌که با افزایش ماده‌خشک کل، عملکرد دانه در بوته نیز با شیب ۰/۵۰۷۴ گرم در بوته افزایش یافت. مقدار ضریب تبیین معادل ۰/۷۸، بیانگر ارتباط مستقیم بین این دو صفت می‌باشد و افزایش ماده‌خشک منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

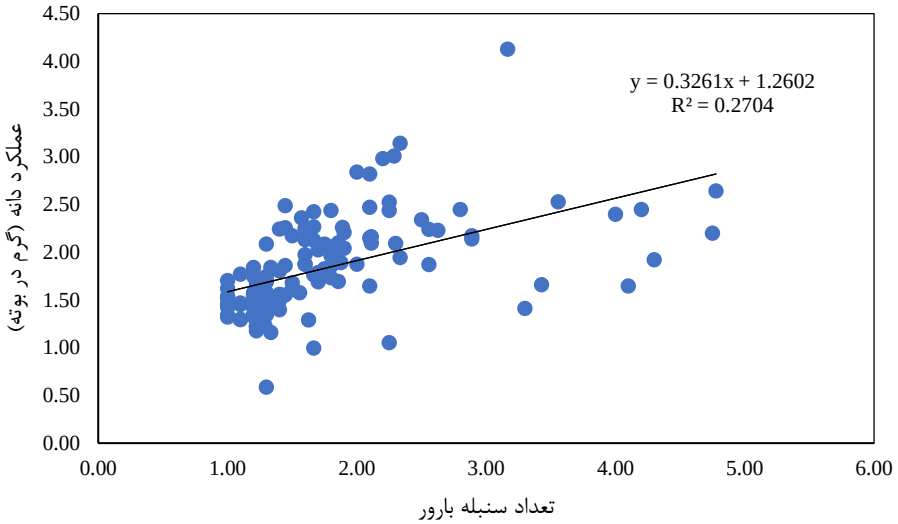
جدول ۶- نتایج روابط رگرسیونی بین صفات مختلف و عملکرد دانه تحت تیمارهای رقم و کود زیستی

اجزای معادله رگرسیونی	ماده‌خشک کل بوته (گرم در بوته)	تعداد سنبله بارور	تعداد دانه در سنبله	وزن تک‌دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در گلدان
Intercept	-۰/۵۵۳±۰/۱۱۵	۱/۲۶۰±۰/۰۹۳	۲/۰۹۵±۰/۱۷۵	۰/۶۳۲±۰/۲۰۸	۰/۴۴۳±۰/۱۳۱	۰/۷۶۵±۰/۱۴۶
B	۰/۵۰۷±۰/۰۲۴	۰/۳۲۶±۰/۰۴۸	-۰/۰۰۹±۰/۰۰۶	۳۱/۴۴۷±۵/۳۴۰	۰/۰۲۹±۰/۰۰۳	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۳
R^2	۰/۷۸**	۰/۲۷**	۰/۰۲ns	۰/۲۲**	۰/۴۹**	۰/۳۲**
Df error	۱۲۴					



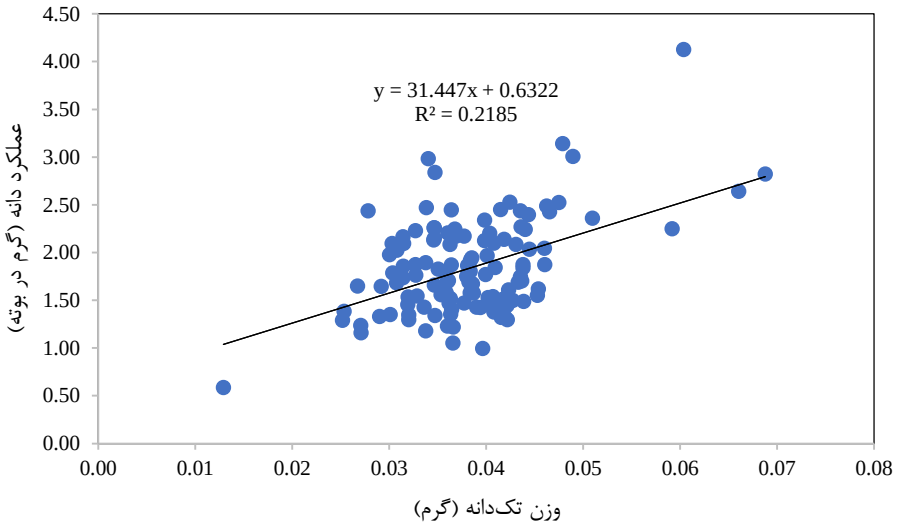
شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین ماده‌خشک کل و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم و جو

رابطه رگرسیونی تعداد سنبله بارور با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود. یعنی با افزایش تعداد سنبله بارور میزان عملکرد تک‌بوته نیز افزایش یافت (شکل ۷). به‌طوری‌که شیب خط رگرسیونی بین این دو صفت ۰/۳۲۶۱ و میزان ضریب تبیین برابر با ۰/۲۷۰۴ بود. براساس هر یک از روابط، می‌توان تأثیرگذارترین صفت بر عملکرد دانه را تعیین نمود و ارقامی را که صفات موردنظر قوی‌تری دارند جهت کشت انتخاب نمود.



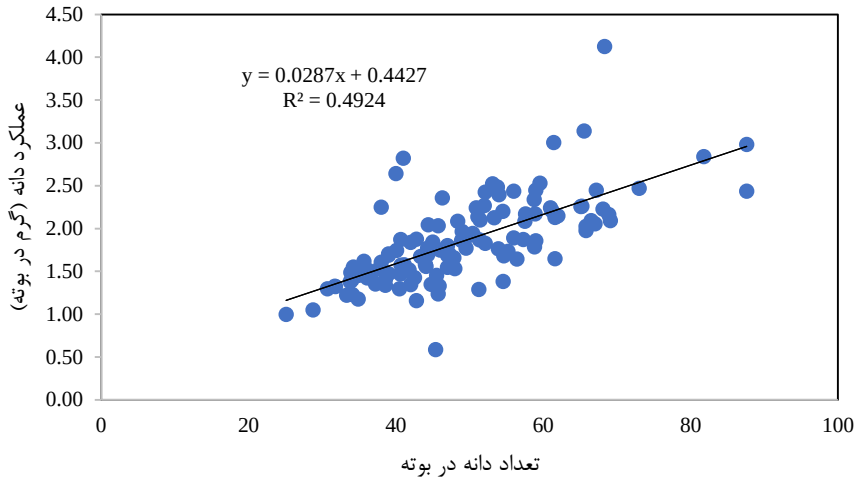
شکل ۷- رابطه رگرسیونی بین تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم و جو

رابطه بین وزن تک‌بوته و عملکرد دانه نیز مثبت و معنی‌دار بود، به‌طوری‌که افزایش وزن تک‌دانه منجر به افزایش عملکرد دانه نیز گردید. مقدار ضریب تبیین برای این رابطه رگرسیونی ۰/۲۱۸۵ به دست آمد. همچنین شیب خط برازش‌یافته بین این دو متغیر برابر با ۳۱/۴۴۷ و عرض از مبدأ آن‌ها ۰/۶۳۲۲ بود (شکل ۸). این امر رابطه نزدیک بین این دو صفت را بیان می‌کند که می‌توان از این ویژگی ارقام نیز جهت حصول حداکثر عملکرد دانه بهره جست.

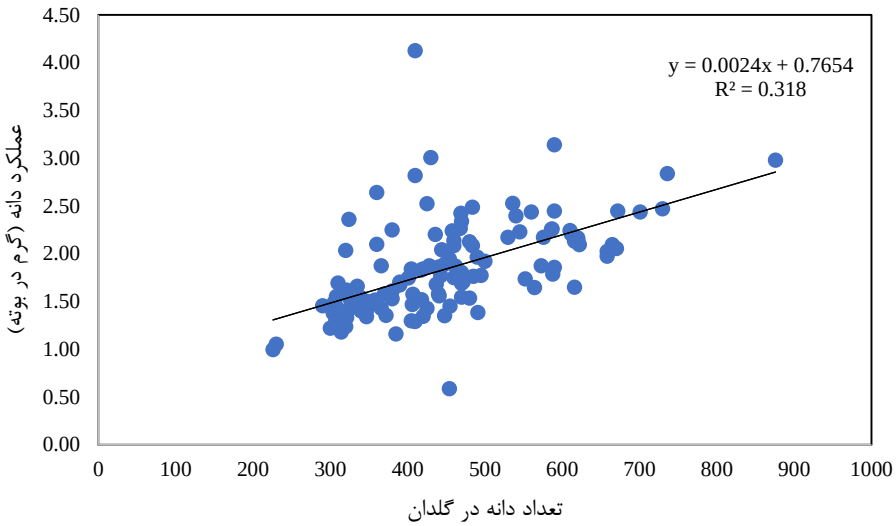


شکل ۸- رابطه رگرسیونی بین وزن تک‌دانه و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم و جو

رابطه رگرسیونی بین تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار شد، زیرا با افزایش تعداد دانه در بوته میزان عملکرد نیز افزایش می‌یابد (جدول ۶). شیب خط افزایش عملکرد در مقابل تعداد دانه در بوته برابر با ۰/۰۲۸۷ می‌باشد. همچنین ضریب تبیین آن برابر با ۰/۴۹۲۴ به دست آمد (شکل ۹). در مورد رابطه رگرسیونی بین تعداد دانه در گلدان و عملکرد دانه نیز نتایج مشابه رابطه عملکرد با تعداد دانه در بوته به دست آمد. هرچند نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که افزایش تعداد دانه در گلدان سبب افزایش عملکرد دانه گردیده است، ولی وزن تک‌دانه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت.



شکل ۹- رابطه رگرسیونی بین تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم و جو



شکل ۱۰- رابطه رگرسیونی بین تعداد دانه در گلدان و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم و جو

در مطالعه‌ی Wang و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر مقدار فسفر، رقم و سال بر عملکرد دانه و اجزای آن معنی‌دار بود. تنش کمبود فسفر در سال‌های اول و دوم آزمایش دوساله‌ی آن‌ها به‌ترتیب موجب کاهش عملکرد دانه به میزان ۴۰ و ۴۷ درصد شد. اختلاف میزان کاهش عملکرد دانه بین ۲ سال ناشی از کاهش بیشتر تعداد خوشه در سال دوم (۳۱ درصد) نسبت به سال اول (۲۲ درصد) بود. کاهش در تعداد خوشه در بوته بیشتر از کاهش در تعداد دانه در خوشه (۸-۱۲ درصد) و وزن دانه (۱۶ درصد) بود. بازدارندگی شدید کمبود فسفر بر نمو پنجه توسط Rodríguez و همکاران (۱۹۹۹) نیز گزارش شده است. در یک پژوهش دیگر Horst و همکاران (۱۹۹۳) دریافتند کاهش عملکرد دانه در مقادیر کمتر از مطلوب مصرف فسفر عمدتاً به دلیل کاهش تعداد پنجه در بوته بود. درحالی‌که سایر اجزای عملکرد به‌سختی تحت تأثیر کمبود فسفر قرار گرفتند. Wang و همکاران (۲۰۰۸) کاهش تعداد خوشه در بوته را عامل اصلی کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود فسفر گزارش کردند. بااین‌حال، وزن دانه نیز کاهش متوسطی را نشان داد که این

امر می‌تواند ناشی از کمبود شدید فسفر در خاک این مطالعه باشد. اثر متقابل رقم و فسفر بر عملکرد دانه، تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه معنی‌دار بود که حاکی از عدم تأثیر یکنواخت کمبود فسفر بر این صفات در ارقام مختلف می‌باشد. اختلاف ژنوتیپی معنی‌داری ازنظر عملکرد دانه و اجزای آن در واکنش به تنش کمبود فسفر مشاهده شد. نتایج نشان می‌دهد ساختار عملکرد تا حد زیادی از طریق مکانیسم ژنتیکی تعیین می‌شود و به‌ندرت تحت تأثیر عوامل محیطی مانند کمبود فسفر قرار می‌گیرد. یک استراتژی در شرایط کمبود فسفر کاهش کل پنجه‌های تشکیل‌شده و افزایش درصد پنجه‌های بارور و درنتیجه کاهش کمتر در تعداد خوشه خواهد بود. از طریق این استراتژی، فسفر کمتری برای تشکیل پنجه‌های نابارور صرف می‌شود و درنتیجه ضمن پیشگیری از کاهش شدید تعداد پنجه‌های بارور، فسفر قابل‌جذب بیشتری برای جذب در دوره پرشدن دانه باقی می‌ماند. کاملاً امکان‌پذیر است که فسفر موجود در پنجه‌های کوچک نابارور نیز در دوره آغازش سنبله همراه با مواد فتوسنتزی پنجه‌های بارور منتقل شود. معمولاً در ارقامی که از این استراتژی استفاده می‌کنند تعداد دانه در خوشه کمتر از ارقامی است که پنجه‌زنی کمتر اما درصد پنجه بارور بیشتری دارند (Wang *et al.*, 2008). یافته‌های Gunes و همکاران (۲۰۰۶) نیز حاکی از کارآیی بیشتر استفاده از فسفر در واریته‌های گندم دوروم نسبت به واریته‌های گندم نان بود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد اثر اصلی رقم و اثر متقابل رقم در کود زیستی بر اجزای عملکرد مانند تعداد دانه در گلدان، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور در بوته و تعداد سنبلچه در سنبله معنی‌دار بود. اثر اصلی رقم فقط در مورد صفات تعداد پنجه بارور در بوته و تعداد پنجه نابارور در بوته معنی‌دار گردید. کود زیستی نیز تنها تعداد سنبلچه در سنبله را تحت تأثیر قرار داد. در حالی که، وزن تک‌دانه اثر بیشتری روی میزان عملکرد دانه داشت. چنین به نظر می‌رسد که ممکن است مایه‌زنی با کودهای زیستی تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه‌ی برخی ارقام گندم و جو داشته باشد، ولی به دلیل نبود شاهد در آزمایش حاضر اثر متقابل رقم در کود زیستی بر صفت عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری نداشته است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان جمهوری اسلامی ایران جهت فراهم‌سازی امکانات این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abidi, A., Zeinali, E., Soltani, A. and Gharanjiki, A. 2018. Phosphorus concentration, accumulation, and allocation in stem elongation and anthesis growth stages in some crop and weed species of Gramineae. Plant Environmental Physiology, 12(48): 35-51.

Ahmad, E., Khan, M. and Zaidi, A., 2013. ACC deaminase producing Pseudomonas putida strain PSE3 and Rhizobium leguminosarum strain RP2 in synergism improves growth, nodulation and yield of pea grown in alluvial soils. Symbiosis, 61(2), pp.93-104.

Arora, N.K. 2013. Plant Microbe Symbiosis: Fundamentals and Advances. Translated by: Tadayon and Karimzadah. Shahrekord University. 838P. (In Persian).

Batten, G.D. 1992. A review of phosphorus efficiency in wheat. Plant and Soil. 146(1): 163-168.

Behbehani, M. and Khayyam Nekoyi, M. 2005. Investigation of the effect of phosphate solubilizing bacteria on potato yield in greenhouse conditions. Ministry of Jihad-e-keshavarzi, Publication of Agricultural Sciences, 290P. (In Persian).

Dahmardeh, M., Mahmood Mirbahodin, M. and Khammar, I. 2018. The effect of biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of bean (*Vigna unguiculata* L. Walp) in drought stress condition. Environmental Stress in Crop Science, 11(1): 23-33.

Farid, A.F. 2019. Evaluating phosphorus efficiency of a number of wheat and barley cultivars as affected by inoculation with plant growth promoting bacteria. Master thesis in Agriculture, College of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 80p. (In Persian).

Gahoonia, T.S. and Nielsen, N.E. 1996. Variation in acquisition of soil P among wheat and barley genotypes. Plant and Soil. 178: 223-230.

Gangwar, M., Rani, S. and Sharma, N. 2012. Investigating endophytic actinomycetes diversity from rice for plant growth promoting and antifungal activity. Advanced Life Sciences, 1:10-21.

Gill, H.S., Singh, A., Sethi, S.K. and Behl, R.K. 2004. P uptake and use efficiency in different varieties of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Archives of Agronomy and Soil Science, 56: 563-572.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M. and Cakmak, I. 2006. Genotypic variation in P efficiency between wheat cultivars grown under greenhouse and field conditions. Soil Science and Plant Nutrition, 52(4): 470-478.

Hamdali, H., Moursalou, K., Tchangbedji, G., Ouhdouch, Y. and Hafidi, M. 2012. Isolation and characterization of rock phosphate solubilizing actinobacteria from a Togolese phosphate mine. African Journal of Biotechnology, 11(2): 312-320.

Hamdali, H., Smirnov, A., Esnault, C., Ouhdouch, Y. and Virolle, M.J. 2010. Physiological studies and comparative analysis of rock phosphate solubilization abilities of actinomycetales originating from Moroccan Phosphate mines and of *Streptomyces lividans*. Applied Soil Ecology, 44(1): 24-31.

Horst, W.J., Abdou, M. and Wiesler, F. 1993. Genotypic differences in P efficiency of wheat. Plant and Soil, 155(1): 293-296.

Hoster, F., Schmitz, J.E. and Daniel, R. 2005. Enrichment of chitinolytic microorganisms: isolation and characterization of a chitinase exhibiting antifungal activity against phytopathogenic fungi from a novel Streptomyces strain. Applied Microbiology and Biotechnology, 66(4): 434-442.

Jahanshahi S., Zadehbagheri, M. and Aboutalebi, A. 2013. Effect of VermiCompost, Azotobacter and Barvar Ii on some quantitative and qualitative traits of coriander (*Coriandrum Sativum* L.) Medicinal Plan. Crop Production Research, 4(4): 391-400.

Khan, M.S., Zaidi, A. and Musarat, J. 2017. Phosphate Solubilizing Microorganisms, translated by: Karimzadeh Soureshjani and Tadayon, M. R. Publication of research and innovation center of ETKA Organization, 495P. (In Persian).

Khan, M.S., Zaidi, A., Ahemad, M., Oves, M. and Wani, P.A. 2010. Plant growth promotion by phosphate solubilizing fungi–current perspective. Archives of Agronomy and Soil Science, 56(1): 73-98.

Khosravian, T., Zeinali E., Siahmarguee, A., Ghorbani Nasrabadi, R. and Alimagham, S.M. 2018. The effect of inoculation with Streptomyces and phosphorus fertilizer rate on biologic yield, grain yield and yield components in wheat and barley. Cereal Research, 7(2): 257-273.

Marschner, P. 2011. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Edition. Academic Press, 672P.

Ozturk, L., Eker, S., Torun, B. and Cakmak, I. 2005. Variation in P efficiency among bread and durum wheat genotypes grown in a P-deficient calcareous soil. Plant and Soil, 269(1): 69-80.

Pathom-Aree, W., Stach, J.E., Ward, A.C., Horikoshi, K., Bull, A.T. and Goodfellow, M. 2006. Diversity of actinomycetes isolated from Challenger Deep sediment (10,898 m) from the Mariana Trench. Extremophiles, 10(3): 181-189.

Rodríguez, H. and Reynaldo, F. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances, 17(4-5): 319-339.

Thangapandian, V., Ponmuragan, P. and Ponmuragan, K. 2007. Actinomycetes diversity in the rhizosphere soil of different medicinal plants in Kolly Hills Tamil Nadu, India, for secondary metabolite production. Asian Journal of Plant Sciences, 6: 66-70.

Wang, X., Tang, C., Guppy, C.N. and Sale, P.W.G. 2008. Phosphorus acquisition characteristics of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and white lupin (*Lupinus albus* L.) under P deficient conditions. Plant and Soil, 312: 117-128.

Zaidi, A., Khan, M.S., Ahemad, M. and Oves, M. 2009. Plant growth promotion by phosphate solubilizing bacteria. Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica, 56(3): 263-284.

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2022, p. 275-290 **جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۹۰-۲۷۵**

Research Article DOI: 10.34785/J020.2022.009

Effect of biofertilizer on yield and yield components of some wheat and barley cultivars

Ahmad Farid Farid[1], Mohammad Safar Noori*[2], Zabihullah Farkhari[2]

1. Lecturer, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kunduz University, Afghanistan

MS.c. graduate, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

2. Associate professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Takhar University, Afghanistan

3. Lecturer, Department of Environment, Faculty of Agriculture, Kunduz University, Afghanistan

Received: 15-03-2022

Accepted: 02-06-2022

Abstract

The present experiment aimed to investigate the effect of biofertilizers on some agronomic characteristics of different wheat and barley cultivars. The experiment was performed as a factorial experiment in a completely randomized design with 3 replications. The treatments consisted of three levels of inoculation (Barvar-2, actinomycetes, barvar-2 + actinomycetes) and 14 cultivars (8 wheat cultivars: Morwarid, Gonbad, Karim, Ehsan, Daria, N-91-8, N -91-9, N-91-17 and 6 cultivars of barley: Turkmen, Sahra, local, Yusuf, naked). The results showed that the effect of cultivars and dual interaction of cultivar x biofertilizer on the number of seeds per pot and per spike, number of fertile tillers per pot, and number of spikelets per spike was significant. The number of fertile tillers per plant was affected only by cultivar. The application of biofertilizer significantly influenced the number of spikelets per spike. The comparison of the mean of single kernel weight also showed that the highest amount (0.0491g) was observed with the Yousef cultivar in barley. However, the lowest amount (0.0244g) was recorded in the local cultivar of barley. The highest grain yield (2.366g per plant) was obtained from the Yousef cultivar in barley and the lowest value (1.242g per plant) was observed with the Daria cultivar of wheat. The highest harvest index (51.01%) was recorded with the naked barley. In general, the effect of cultivar on grain yield was significant, and barley cultivars had a higher yield compared with wheat cultivars.

Keywords: Actinomycetes, barvar 2, barley, yield, wheat

*Corresponding Author Email: safar_noori@yahoo.com