تأثیر کاربرد کودهای دامی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی گندم

یوسف نصیری [۱*]، سیدعلی موسوی زاده [۲]، محمد اسدی [۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۸

۱-دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۲-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان آذربایجان شرقی
۳-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
*مسئول مکاتبه: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی، دامی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی اجرا گردید. عامل اول سطوح کودی شاهد، شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب با مقادیر، ۱۶۵، ۷۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار)، نیتروکسین + فسفاته بارور۲، سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲، کود دامی + فسفاته بارور۲ و تلفیقی (نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲) و عامل دوم ارقام گندم اروم و سواسون بودند. نتایج نشان داد در صفت تعداد دانه در سنبله رقم اروم و در وزن هزاردانه رقم سواسون برتر بود. بیشترین تعداد دانه در سنبه با کاربرد کود شیمیایی بدون تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارهای کودی به‌دست آمد. بیشترین عملکرد بیولوژیکی در تیمارهای شیمیایی (۱۲۵۳۰ کیلوگرم در هکتار) و تلفیقی (۱۲۴۹۰ کیلوگرم در هکتار) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به‌دست آمدند که به‌طور میانگین افزایش ۱۱/۷۵ درصدی را نسبت به شاهد نشان دادند. بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای کاربرد تلفیقی در رقم سواسون (۵۳۳۵ کیلوگرم در هکتار)، کاربرد کودهای شیمیایی (۵۲۲۸ کیلوگرم در هکتار) و تلفیقی (۴۷۸۲ کیلوگرم در هکتار) در رقم اروم بدون تفاوت معنی‌دار با همدیگر به‌دست آمد که به‌طور میانگین افزایش ۷۲/۲ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد. بیشترین درصد پروتئین برای تیمارهای تلفیقی (۱۶/۴ درصد)، نیتروکسین + فسفاته بارور۲ (۱۶/۲درصد) و کود شیمیایی (۱۶ درصد) برای رقم اروم ثبت شد. به‌طور کلی بین کاربرد کود شیمیایی و تلفیقی از کودهای آلی و زیستی در اکثر صفات از جمله عملکرد دانه، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین، امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی برای تولید گندم در یک سیستم کشاورزی پایدار یا ارگانیک وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم*، پروتئین، عملکرد دانه، فسفاته بارور۲، کود آلی، گندم

Effect of Farmyard, Biological and Chemical Fertilizers on Yield, Yield Components and Some Morphological Characteristics of Wheat

Yousef Nasiri[1*], Seyed Ali Mousavizadeh[2], Mohammad Asadi[3]

Received: April 28, 2019 Accepted: October 20, 2019
1-Assoc. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
2-Academic member of East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Iran.
3- Graduated of M.Sc. Agroecology, Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
*Corresponding Author: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

Abstract

In order to investigate the effect of farmyard, biological and chemical fertilizers on yield and yield components of wheat, an experiment was carried out as a factorial based on randomized complete blocks design with three replications at the Research Center for Agriculture and Natural Resources in 2013-2014. The first factor was levels of fertilizers: control, chemical fertilizer, Nitroxin + Phosphate Barvar2, FYM + Phosphate Barvar 2, Supernitroplus + Phosphate Barvar2 and integrated treatment (Nitroxin+ Supernitroplus + FYM+ Phosphate Barvar 2) and second factor was Urom and Sovason as wheat varieties. Results showed that for number of spikelets per spike, Urom variety and for 1000 kernel weight, Sovason variety were superior. The highest number of grains per spike was obtained by chemical fertilizer application without significant differences with other fertilizer treatments and the highest biological yield was obtained in chemical fertilizer (12530 $kg.ha^{-1}$) and integrated treatment (12490 $kg.ha^{-1}$) without significant differences, which showed an increase of 11.75% on the average compared to the control. The highest grain yield was obtained in integrated treatment in Sovason variety (5335 $kg.ha^{-1}$), chemical fertilizer (5228 $kg.ha^{-1}$) and integrated treatment (4782 $kg.ha^{-1}$) in Orum variety without significant difference, which showed an increase of 72.2% on the average compared to the control. The highest protein percentage was recorded for integrated treatment (16.4%), Nitroxin + Phosphate Barvar (16.2%) and Fertilizer (16%) for Orum variety, respectively. In general, there was no significant difference between the application of chemical fertilizer and the integrated application of organic and biological fertilizers in many traits, including grain yield, yield components and protein percentage. Therefore, there is the possibility of replacing chemical fertilizers with organic and biological fertilizers for producing of wheat in a sustainable organic farming system.

Keywords: *Azospirillium*, *Azotobacter*, Grain yield, Organic manure, Phosphate Barvar 2, Protein, Wheat

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و نیاز به تأمین غذای آن در بسیاری موارد بشر را ناچار به استفاده بیش از حد منابع طبیعی و کاربرد کودهای شیمیایی در سیستم‌های تولید کشاورزی نموده و این کار منجر به تخریب منابع طبیعی و محیط زیست شده است، لذا، پژوهشگران همواره سعی دارند تا روش‌هایی را برای تولید پایدار محصولات پیدا نموده و ضمن حفاظت از منابع طبیعی، پایداری و عملکرد بالای محصولات و امنیت غذایی را تضمین نمایند. گندم (*Triticum aesivum* L.) به‌عنوان یک محصول استراتژیک، مهمترین غله بعد از ذرت و برنج از لحاظ سطح زیر کشت و تولید دانه برای تأمین پروتئین و کربوهیدرات در سطح جهانی مطرح می‌باشد (مندال و موخوپادیا ۲۰۱۵). یکی از عوامل مهم در بهبود عملکرد کمی و کیفی محصول مدیریت تغذیهٔ گیاه است و همچنین منابع محدود آب و خاک، هزینه بالای کاربرد کودهای غیرآلی، افزایش تقاضا برای غذای کافی و سالم، نگرانی نسبت به آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کاربرد نامتعادل کودهای شیمیایی از جمله عوامل توجه بیش از پیش به تغذیه گیاهان زراعی می‌باشند (فاگریا ۲۰۰۹). امروزه عملیات کشاورزی متداول سبب بروز مشکلات متعددی از جمله آلودگی‌محیط زیست و آب‌های زیرزمینی، فرسایش خاک، ایجاد بیماری‌های گوناگون در انسان و کاهش کیفیت مواد غذایی گردیده است لذا توجه به کشاورزی پایدار و روش‌های نوین تغذیه گیاهی از جمله کاربرد کودهای زیستی مورد توجه قرار می‌گیرد (شارما و همکاران ۲۰۱۸). بهره-گیری از توانایی‌های ذاتی و متنوع موجودات خاک‌زی به‌ویژه ریزجانداران برای تأمین نیازهای غذایی گیاه از راهکارهای مناسب در راستای دستیابی به کشاورزی پایدار می‌باشد (جنسن و همکاران ۲۰۱۵؛ باسو و همکاران ۲۰۱۸). کودهای زیستی موادی دارای ریزجانداران زنده یا فرآورده‌های آن‌ها هستند که جهت تأمین زیستی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، ریزمغذی‌ها، ترشح سیدروفور و درنتیجه بهبود رشد و نمو گیاه در خاک به‌کار می-روند (گوپتا و همکاران ۲۰۱۲؛ نیومن و جورج ۲۰۱۰). کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان جایگزین و یا مکمل کودهای شیمیایی با بهبود و حفظ باروری خاک و مدیریت صحیح حاصلخیزی آن سبب تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش عملکرد آن می‌شود و درنتیجه می‌تواند پایداری تولید در نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (ماهانتا و همکاران ۲۰۱٤). کودهای زیستی حاوی ریزجاندارانی از جنس *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم*، *سودوموناس*، *باسلیوس* و غیره علاوه‌بر فراهم نمودن عناصر غذایی برای گیاه و تسهیل جذب عناصر غذایی از طریق تولید ترکیبات مختلف و ترشح اسیدهای آلی، با ساخت ویتامین‌ها، تولید سیدروفور، تولید مواد تنظیم-کنندهٔ رشد گیاه از قبیل اکسین‌ها و جیبرلین‌ها، ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد و نمو گیاه، تولید ترشحات حل-کننده و کاهش اسیدیته خاک، سبب رشد، توسعه ریشه و اندام‌های هوایی گیاه شده و به‌طور غیرمستقیم در رشد گیاه نقش ایفا می‌نمایند (گوپتا و همکاران ۲۰۱۵؛ گلیک ۲۰۰۱). نتایج پژوهش روزیر و همکاران (۲۰۱٦) نشان داد که کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت در شرایط کمبود نیتروژن در خاک شد. بیلال و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تقلیح بذور یولاف (*Avena sativa* L.) با کودهای زیستی *آزوسپیریلیوم* و *ازتوباکتر* تعداد پنجه، ارتفاع بوته، نسبت برگ به ساقه و عملکرد ماده خشک افزایش یافتند. همچنین گزارش شده است مصرف کود زیستی سوپرنیتروپلاس باعث افزایش عملکرد دانه کنجد نسبت به تیمار شاهد شد (حسن‌پور و همکاران ۲۰۱۱). کود زیستی فسفاته بارور ۲ حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های *پانتوآ آگلومورانس* و *سودوموناس پوتیدا* می‌باشد که با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز قادرند فسفر نامحلول خاک را قابل جذب برای گیاه نموده و در نتیجه کاربرد آن به عملکرد بالاتر گیاه منجر می‌شود (علیجانی و همکاران ۲۰۱۱). حشمتی و همکاران (۲۰۱۷) با

بررسی اثر کودهای زیستی فسفاته بارور ۲ بر عملکرد گلرنگ بیان کردند که استفاده این کودها باعث افزایش عملکرد گیاه شد. یکی دیگر از راهکارهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، افزایش حاصلخیزی و اصلاح خاک، بهبود فعالیت زیستی خاک، افزایش عملکرد گیاهان زراعی و درنهایت حصول پایداری در سیستم-های کشاورزی، کاربرد کودهای آلی از جمله کودهای دامی است (کمایستانی و همکاران ۲۰۱۵). مرادی و همکاران (۲۰۱٦) بیشترین تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم را با کاربرد کود دامی نسبت به کاربرد کود شیمیایی و شاهد گزارش نمودند. ابراهیم و همکاران (۲۰۱۰) واکنش گندم به سطوح مختلف کود دامی را بررسی و گزارش کردند که مصرف کود دامی، تعداد سنبله در متر مربع را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

بر این اساس هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی و دامی، بر برخی ویژگی‌های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم از گندم نان در مقایسه با کودهای شیمیایی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (ایستگاه خسروشاه) واقع در خسروشهر با مشخصات جغرافیایی ٤٦ درجه و ۲ دقیقه شرقی و ۳۸ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی به اجرا در آمد. قبل از اجرای آزمایش یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تهیه و به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد (جدول۱). آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و با توجه عدم معنی-داری اثر بلوک در تمامی صفات مورد مطالعه، تجزیه واریانس داده‌ها بر پایه طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. عامل اول دو رقم گندم با اسامی اروم و سواسن و عامل دوم سطوح مختلف کودی شامل ۱- شاهد (عدم مصرف کود) ۲- کود شیمیایی (بر اساس توصیه کودی) ۳- نیتروکسین + فسفاته بارور ۲، ٤- کود دامی + فسفاته بارور ۲، ٥- سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦- نیتروکسین + سوپر نیترو پلاس + کود دامی + فسفاته بارور ۲ بودند. رقم اروم از ارقام آبی گندم و مناسب برای مناطق سردسیر کشور مانند آذربایجان‌های شرقی و غربی و اردبیل می‌باشد و نسبت به بیماری زنگ زرد مقاوم و به بیماری‌های زنگ سیاه و زنگ قهوه‌ای نیمه‌مقاوم می‌باشد. متوسط عملکرد دانه این رقم ۷/٤ تن در هکتار گزارش شده است و کیفیت نانوایی در حد خوب و از نظر رسیدن متوسط رس می باشد. رقم سواسون از ارقام خارجی و وارداتی از کشور فرانسه می‌باشد که دارای تیپ رشدی زمستانه، دیررس، مقاوم به سرما است و متوسط عملکرد بالای ۵ تن در هکتار دارد و دارای خاصیت نانوایی بالا، مقاوم به خوابیدگی و ریزش است و نسبت به رقم اروم از مقاومت بالایی نسبت به بیماری زنگ زرد برخوردار است. پس از شخم و مراحل اولیه آماده سازی زمین، کرت‌هایی با ابعاد ۳×۱/۵ مترمربع ایجاد شد. فاصله بین بلوک‌ها ۱/۵ متر و فاصله بین کرت‌های آزمایشی در هر بلوک ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. کود دامی به مقدار ۱۵ تن در هکتار قبل از کاشت به کرتهای مربوطه اضافه شد و تا عمق ۲۵ سانتی متری با خاک مخلوط گرید. کود شیمیایی با توجه به نتایج آزمون خاک به مقدار ١٦٥ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره در مراحل کاشت، پنجه‌زنی و سنبله‌دهی (یک سوم مقدار توصیه شده برای هر مرحله) و ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص از منبع دی‌آمونیم فسفاته و ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت به خاک در کرتهای مربوطه اضافه گردید. کودهای بیولوژیک نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس و فسفاته بارور ۲ (تهیه شده از شرکت زیست فناور سبز) به صورت بذرمال مورد استفاده قرار گرفتند. به‌این ترتیب که بذور گندم با مقادیر کافی از کودهای مذکور خیسانده شده و پس از خشک شدن

بذور در سایه نسبت به کشت بذور تلقیح شده اقدام شد. کاشت با تراکم ٤٥٠ بوته در مترمربع در هر کرت در ٦ ردیف کاشت به طول ۳ متر با فواصل خط کاشت ۲۰ سانتی‌متر در ۱۸ مهرماه ۱۳۹۲ صورت گرفت. عملیات داشت مانند آبیاری، مبارزه با علفهای هرز و غیره به‌صورت منظم در طول فصل رشد و در صورت نیاز انجام شد. آبیاری در ٤ نوبت، یک نوبت در پاییز بعد از کاشت و سه نوبت بعد از آغاز فصل رشد در بهار در مراحل ساقه‌دهی، سنبله‌دهی و دانه‌بندی صورت پذیرفت. لازم به ذکر است که در مرحله پنجه‌دهی به‌دلیل بارش‌های کافی، آبیاری انجام نشد. صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله، طول سنبله، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه‌برداری برای ارزیابی صفات مورفولوژیکی و برداشت محصول در تیرماه صورت گرفت. بدین منظور در هر کرت آزمایشی دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به‌عنوان اثر حاشیه حذف و از خطوط وسطی هر کرت اندازه گیری‌ها صورت گرفت. برداشت به‌صورت دستی با داس در سطحی معادل یک مترمربع در هر کرت صورت گرفت. پس از خشک شدن کامل بوته‌های برداشت شده و توزین آنها، عملکرد بیولوژیکی و پس از جدا نمودن دانه‌ها، عملکرد دانه نیز به‌دست آمد. درصد پروتئین با استفاده از دستگاه Seed Analyzers مدل Teltex ZX-50, USA موجود در دانشگاه مراغه اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت دانه با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

شاخص برداشت = (عملکرد بیولوژیکی/ عملکرد دانه) × ۱۰۰

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ٥ درصد انجام گرفت.

جدول ۱- بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و کود دامی مورد استفاده

	پتاسیم	فسفر	نیتروژن کل	ماده آلی	pH عصاره اشباع خاک	EC ($dS.m^{-1}$)	بافت
	میلی‌گرم بر کیلوگرم		درصد				
خاک	۸۹	٦	۰/۱	۰/۹۸	۷/۹	۱/٥	لومی - شنی
کود دامی	٤/٦٤	۰/۹	۲/۸۷	۲٥/٥۷	–	–	–

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

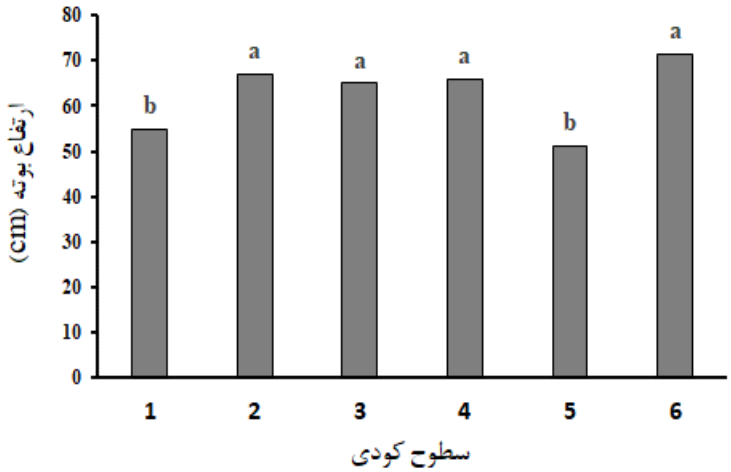
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف کودی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین ارتفاع بوته (۷۱/٤ سانتی‌متر) مربوط به سطح کودی نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی+ کود زیستی فسفاته بارور۲ بود که نسبت به شاهد و تیمار کودی سوپرنیتروپلاس+ فسفاته بارور۲ افزایش معنی‌داری نشان داد (شکل ۱). مطابق با نتایج این پژوهش، راعی و همکاران (۲۰۱۸) افزایش ارتفاع بوته جو را با کاربرد تیمار تلفیقی کود زیستی بارور ۲ به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره گزارش کردند. ابراهیم و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش ارتفاع بوته گندم با کاربرد سطوح مختلف کود دامی نسبت به شاهد را گزارش نمودند. در تیمارهای ترکیبی به‌دلیل اثرات هم‌افزایی متقابل باکتری‌ها (*ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم* و *تیوباسیلوس*) تثبیت بیولوژیکی نیتروژن افزایش یافته و کاهش pH خاک و تولید انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد نظیر سیتوکینین، اکسین، جذب عناصر غذایی توسط گیاه افزایش یافته درنتیجه تحریک رشد گیاه و

تقسیم سلولی موجب افزایش طول میانگره در نهایت افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (فتحی، ۲۰۱۷).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی، دامی و شیمیایی بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و پروتئین دو رقم گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت دانه	درصد پروتئین دانه
رقم	۱	۱۳/٤ ns	۲۱۹۳/٤ ns	۸۱۵/٦ **	۳۱۵/۵ **	۲۲۸٤۲۰/۲ ns	۸۲۹۳۱۳/۸ **	۷۱/۹۷ **	٤/۵۵ **
کود	۵	۳٦۰/۵ **	۱۲۳۸۱/۵ **	۷/۸ ns	٤۵/۵ **	۵۹۷۳۳۲۷/۳ *	٤۱۱۰۲٤۹ **	۱٤۳/۰۹ **	٤/۵۱ **
رقم*کود	۵	۸٦/۸ ns	٤۵۰۹/۵ **	٤/۲ ns	۲۱/٤ ns	۹۵۸۵۷٤/٦ ns	۳۲٦۵۱۲/٦ *	٤۳/٤۹ **	۰/۷۱ *
خطا	۲٤	۳۷/۳	۷۸۵/٤	۳/۱	۱۰/٦	۵۳۵۰٦۰/۹	۱۱۹٦۰٤/۸	۸/۸۱	۰/۲۷
ضریب تغیرات (٪)		۹/٦۷	٦/۷٤	۵/۳۷	۱۰/٤۵	۸/۲۸	۱۱/٤۱	۸/۲۸	۲/٤۹

ns، *و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشند.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته در سطوح مختلف تیمار کودی

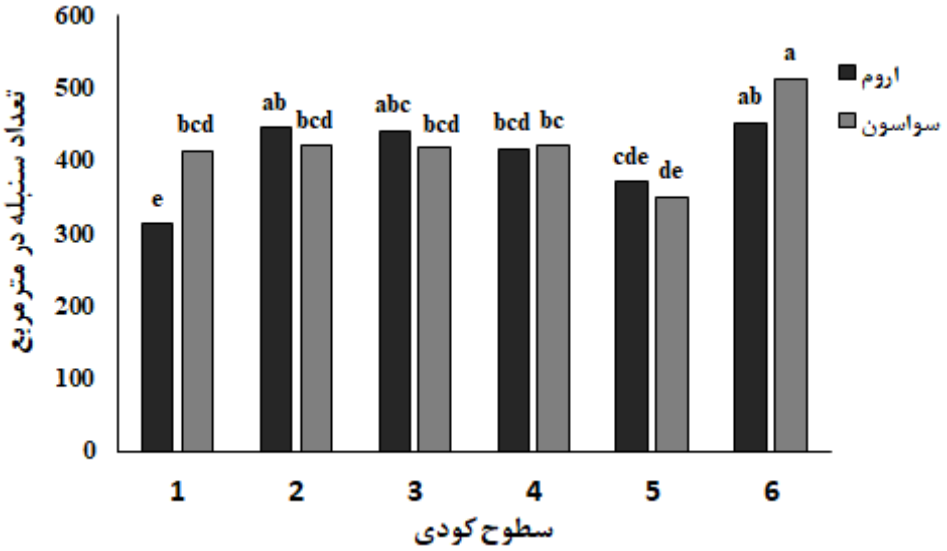
۱- شاهد، ۲- شیمیایی، ۳- نیتروکسین+ فسفاته بارور۲، ٤- کود دامی + فسفاته بارور۲، ۵- سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦- نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ .

حروف غیر مشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.

تعداد سنبله در متر مربع

برهمکنش تیمارهای کودی و رقم در سطح احتمال یک درصد بر تعداد سنبله در مترمربع معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به کاربرد تلفیقی کودهای زیستی نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ به‌ترتیب برای رقم سواسون (۵۱۲ سنبله در مترمربع) و اروم (٤۵۱ سنبله در مترمربع) به‌دست آمد که نسبت به شاهد مربوطه افزایش‌های ٤٤ و ۲۳/۵ درصدی را نشان دادند (شکل۲). ابراهیم و همکاران (۲۰۱۰) پاسخ گندم به سطوح مختلف کود دامی را بررسی و گزارش کردند که مصرف کود دامی، تعداد سنبله در متر مربع را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد. توکلی و جلالی (۲۰۱٦) افزایش تعداد سنبله در مترمربع در گندم

را با کاربرد کودهای زیستی از جمله نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس را گزارش نمودند. در تحقیق دیگری آزادی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع با کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی به‌دست آمد. کودهای زیستی حاوی *ازتوباکتر* علاوه تثبیت نیتروژن مولکولی توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، ویتامین‌های گروه ب، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها در محیط ریشه گیاه را داشته و در توسعهٔ سیستم ریشه‌ای نقش مفید و مؤثری دارند و با بهبود جذب آب و عناصر غذایی و بهبود ویژگی‌های خاک رشد گیاه را تحت‌تاثیر قرار داده و باعث افزایش تعداد سنبله در مترمربع می‌شوند (شاتا و همکاران ۲۰۰۷). باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجود در کود فسفاته بارور ۲ با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه آنزیمی ترکیبات آلی و محلول‌سازی عناصر غذایی موجود در خاک گردیده و از این طریق توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه بیشترشده و درنتیجه جذب عناصرغذایی خاک مخصوصاً فسفر و رطوبت موجود در اعماق پایین خاک برای گیاه را تسهیل نموده و با افزایش تعداد پنجه بارور، افزایش تعداد سنبله در مترمربع را در پی خواهد داشت (منصوری ۲۰۱۳).



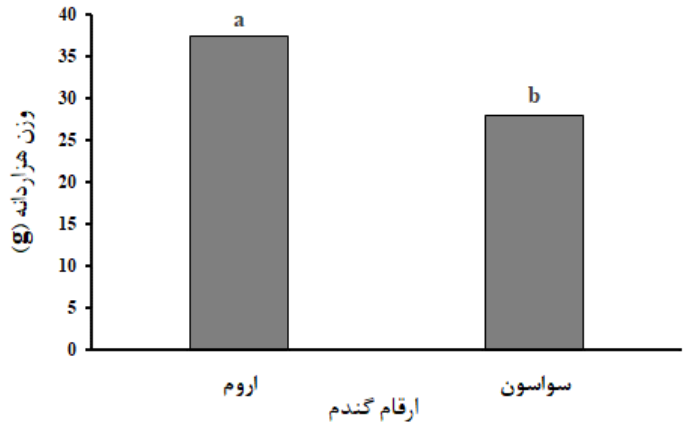
شکل ۲- مقایسه میانگین‌های تعداد سنبله در مترمربع در برهمکنش تیمار کودی و رقم

۱- شاهد، ۲- شیمیایی، ۳- نیتروکسین+ فسفاته بارور۲، ٤- کود دامی + فسفاته بارور۲، ٥- سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦- نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲.

حروف غیر مشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است.

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۲) وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر رقم قرار گرفت. رقم اروم با وزن هزاردانه ۳۷/٤ گرم نسبت به رقم سواسون با وزن هزاردانه ۲۷/۹ گرم، وزن هزاردانه بیشتری داشت (شکل۳). اثر کاربرد کودهای مختلف و برهمکنش آن با رقم بر وزن هزاردانه معنی‌دار نشد. به‌نظر می‌رسد که دلیل عدم معنی‌دار بودن اثر کودها بر وزن هزاردانه به‌این دلیل باشد که این صفت بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی قرار دارد (داروینکل ۱۹۹۷) در حالی که ارقام مختلف گندم وزن هزاردانه متفاوتی دارند و در پژوهش‌های مختلفی هم چنین نتیجه‌ای گزارش شده است (اسلام و همکاران ۲۰۱٤، عزیزی و همکاران ۲۰۰۸).



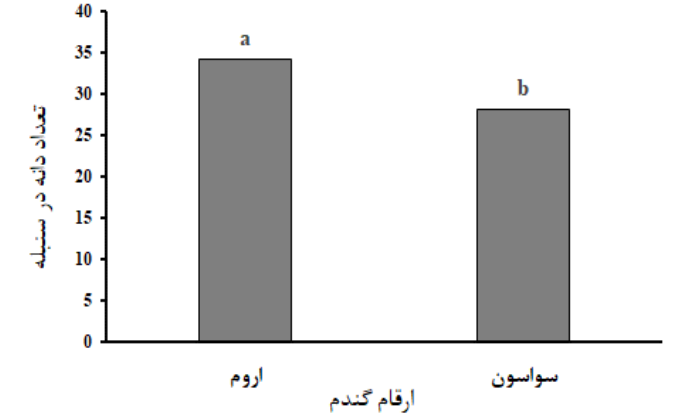
شکل ۳ – مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه دو رقم گندم

۱– شاهد، ۲– شیمیایی، ۳– نیتروکسین+ فسفاته بارور۲، ٤– کود دامی + فسفاته بارور۲، ٥– سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦– نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ .

حروف غیرمشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است.

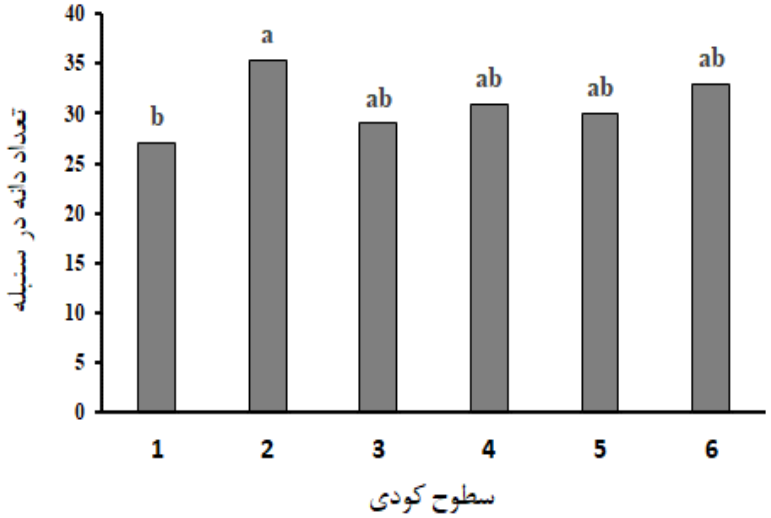
تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف کودی و رقم بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول۲). رقم سواسون با متوسط ۳٤/۲ دانه در سنبله نسبت به رقم اروم با تعداد ۲۸/۲ دانه در سنبله برتری داشته است (شکل٤). بیشترین تعداد دانه در سنبه (۳٥/۳ عدد) با کاربرد کود شیمیایی به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۳۰/۲ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد ولی نسبت به سایر کودها افزایش معنی‌دار نبود (شکل٥). آزادی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که کاربرد کودهای شیمیایی نسبت به شاهد باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله ارقام مختلف گندم شد. آنها افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی و جذب بیشتر آنها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فعالیت فتوسنتز گیاه همراه با افزایش سطح برگ را از عوامل افزایش تعداد دانه با کاربرد کود شیمیایی ذکر نمودند مرادی و همکاران (۲۰۱٥) نیز گزارش نمودند که کاربردی تلفیقی کود دامی و کود زیستی نسبت به کاربرد تنهای کودهای زیستی منجر به افزایش بیشتر تعداد دانه در سنبله گندم شد.



شکل۴ – مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در سنبله دو رقم گندم

حروف غیر مشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است.



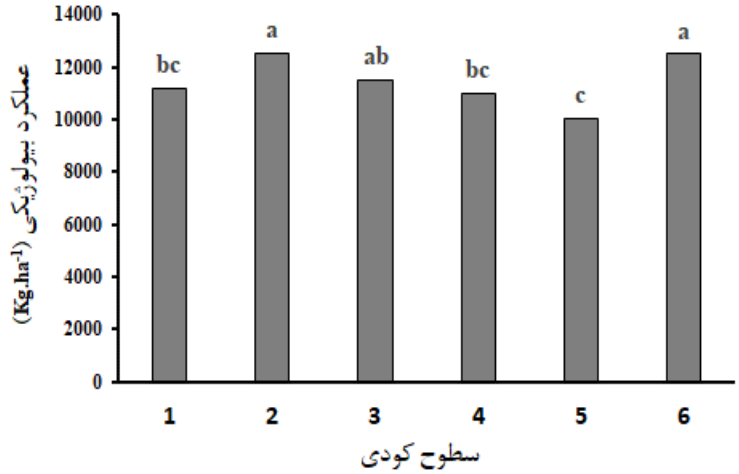
شکل۵- مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در سنبله در سطوح مختلف تیمار کودی

۱- شاهد، ۲- شیمیایی، ۳- نیتروکسین+ فسفاته بارور۲، ٤- کود دامی + فسفاته بارور۲، ٥- سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦- نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ .

حروف غیر مشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است

عملکرد بیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این است که اثر تیمارهای کودی بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین عملکرد بیولوژیکی در تیمارهای شیمیایی با ۱۲۵۳۰ کیلوگرم در هکتار و تلفیقی (نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲) با ۱۲٤۹۰ کیلوگرم در هکتار بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به‌دست آمدند که به ترتیب افزایش‌های ۱۱/۸ و ۱۱/۷ درصدی را نسبت به شاهد نشان دادند (شکل٦). مصلحی و همکاران (۲۰۱٦) افزایش عملکرد بیولوژیکی برنج را با کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی نسبت به عدم کاربرد و یا کاربرد غیرتلفیقی کودهای مختلف زیستی، آلی و شیمیایی گزارش نمودند. کودهای زیستی به‌ویژه باکتری‌های حل‌کننده فسفات، با تولید انواع اسیدهای آلی از قبیل اسیدهای سیتریک گلوتامیک، لاکتیک و غیره pH خاک را کاهش داده و درنتیجه دسترسی گیاه را به عناصری مانند فسفر و پتاسیم افزایش می‌دهند. این باکتری‌ها همچنین از طریق تولید اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و هورمون‌های رشد، عملکرد بیولوژیکی گیاه را افزایش می‌دهند (عباسی و همکاران ۲۰۱۱). باکتری‌هایی همچون *ازتوباکتر*، *سودوموناس* و *آزوسپیریلیوم* با دارا بودن خاصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن، حل‌کنندگی فسفر و تولید برخی ویتامین‌ها، جذب آب و عناصر غذایی را برای گیاه تسهیل نموده لذا تلقیح بذر با این باکتری‌ها موجب افزایش چشمگیر عملکرد گیاه می‌شود (بیلا و همکاران ۲۰۱۷).



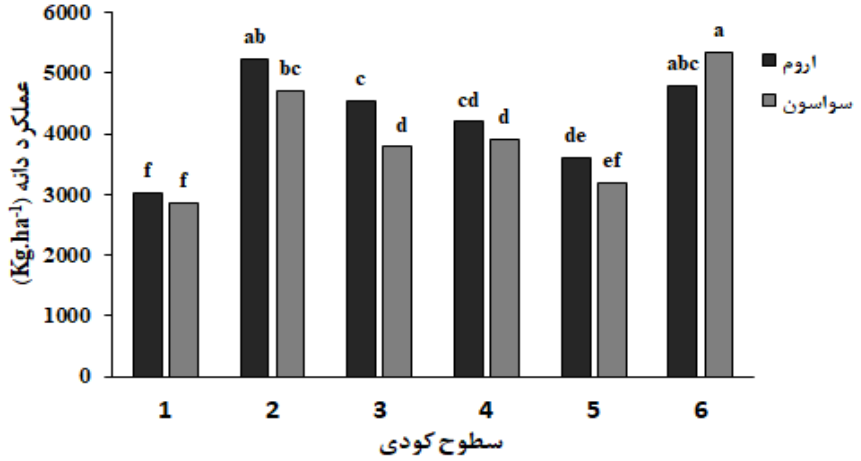
شکل۶- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف تیمار کودی

۱ – شاهد، – ۲ شیمیایی ، ۳ – نیتروکسین+ فسفاته بارور۲ ، ٤– کود دامی + فسفاته بارور۲ ، ٥– سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦ – نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ .

حروف غیر مشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است.

عملکرد دانه

برهمکنش رقم و کاربرد کود بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول۲). براساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای کاربرد تلفیقی کودهای نیتروکسین + سوپرنیترو پلاس+ کود دامی+ فسفاته بارور۲ در رقم سواسون، کاربرد کودهای شیمیایی برای رقم اروم و کاربرد تلفیقی کودهای نیتروکسین + سوپرنیترو پلاس+ کود دامی + فسفاته بارور۲ در رقم اروم (به‌ترتیب با متوسط عملکرد ٥٣٣٥، ٥٢٢٨ و٤٧٨٢ کیلوگرم در هکتار) و بدون تفاوت معنی‌دار با همدیگر به‌دست آمد (شکل۷). مطابق با نتایج این پژوهش، بهاری ساروی و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر میکروارگانیسم‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، بیان کردند که بیشترین عملکرد دانه با کاربرد سه نوع کود زیستی فسفاته بارور ۲، نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس به‌دست آمد. توکلی و جلالی (۲۰۱٦) افزایش عملکرد دانه گندم با کاربرد کود زیستی نیتروکسین را گزارش نمودند. امانی و همکاران (۲۰۱۷) افزایش عملکرد دانه ذرت تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط با کاربرد کود زیستی فسفاته بارور ۲ + نیتروکسین را گزارش نمودند و علت آن را چنین بیان نمودند که ریزجانداران مفید علاوه بر قابل دسترس نمودن فسفر نامحلول خاک برای گیاه، از طریق ترشح مواد محرک رشد از جمله اکسین، جیبرلین و سیتوکنین می‌توانند در افزایش رشد ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی برای گیاه مؤثر باشند و درنتیجه باعث افزایش عملکرد می‌شوند. کودهای آلی و زیستی موادی طبیعی هستند که علاوه بر تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه، سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب و فعالیت ریزجانداران مفید خاک شده، در نتیجه ظرفیت فتوسنتزی گیاه در مرحله پر شدن دانه افزایش یافته و مواد ذخیره‌ای بیشتری به سمت دانه انتقال یافته و نهایتاً منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد (پرامون و همکاران ۲۰۱٦). از آنجایی که کودهای دامی به آرامی در خاک تجزیه شده و عناصر غذایی آن بتدریج در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به‌نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی آنها با کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته نتایج بهتری در جهت دسترسی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تا پایان دوره رشد گیاه داشته است و این امر به افزایش عملکرد دانه منجر شده است.



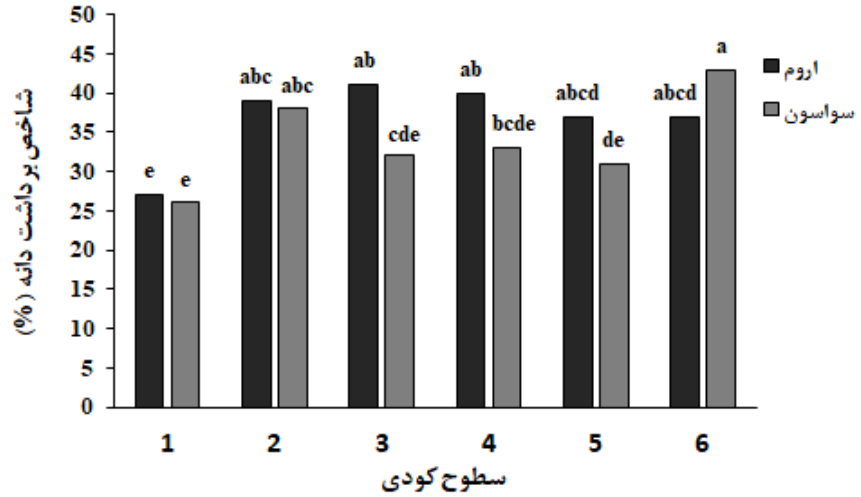
شکل ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه گندم در برهمکنش تیمارهای کودی و رقم

۱- شاهد، ۲- شیمیایی، ۳- نیتروکسین+ فسفاته بارور۲، ٤- کود دامی + فسفاته بارور۲، ٥- سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦- نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ .

حروف غیرمشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است.

شاخص برداشت دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، کود و برهمکنش آنها بر شاخص برداشت دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). بر اساس مقایسه میانگین‌ها، تمامی ترکیبات کودی و رقم نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در شاخص برداشت دانه نشان دادند که در این میان کاربرد تلفیقی کودها (نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲) بر روی شاخص برداشت رقم سواسون با ٤۳/۸ درصد افزایش نسبت به شاهد و بدون تفاوت معنی‌دار با رقم اروم، بیشترین افزایش را نشان داد (شکل۸). در آزمایش دیگری حسن‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) افزایش شاخص برداشت گیاه کتان را با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و فسفاته بارور۲ گزارش نمودند. همچنین در تحقیق دیگری تارانگ و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر کودهای شیمیایی و کودهای بیولوژیک بر روی ذرت مشاهده کردند که استفاده از کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت ذرت شد. شاخص برداشت به‌عنوان یکی از شاخص‌های مورد ارزیابی گیاهان زراعی می باشد که از نسبت عملکرد اقتصادی (دانه) به عملکرد بیولوژیکی محاسبه می‌گردد. کود دامی ضمن افزودن و در دسترس قرار دادن بسیاری از عناصر غذایی، با بهبود ساختمان خاک و همچنین با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت باعث ایجاد بستر مناسب برای رشد بهتر ریشه و به دنبال آن افزایش رشد سبزینگی گیاهان می‌شود از طرف دیگر کاربرد کودهای زیستی همراه با آن نیز باعث دسترسی بیشتر گیاه به عناصر غذایی شده درنتیجه گیاه با افزایش فتوسنتز، مواد پرورده بیشتری به دانه انتقال داده و منجر به افزایش عملکرد اقتصادی و نهایتاً شاخص برداشت دانه می‌شود. کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه، دسترسی بیشتر گیاه به نیتروژن را به‌همراه دارد و این عنصر غذایی پرمصرف که در ترکیب اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، ریبوزوم‌ها، پروتئین‌ها مشارکت داشته و جزء مهمی از مولکول‌های کلروفیل و روبیسکو می‌باشد، با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه، اثرات مستقیمی بر میزان عملکرد اقتصادی محصول دارد (گوول و همکاران ۲۰۱۵).



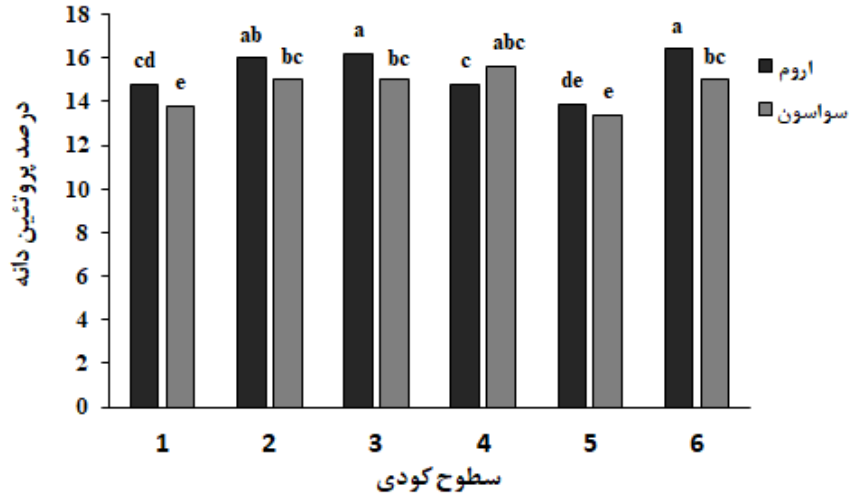
شکل۸- مقایسه میانگین‌های شاخص برداشت دانه گندم **در برهمکنش تیمارهای کودی و رقم**

۱ – شاهد، – ۲ شیمیایی ، ۳ – نیتروکسین+ فسفاته بارور۲ ، ٤– کود دامی + فسفاته بارور۲ ، ٥– سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦ – نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ .

حروف غیرمشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است.

درصد پروتئین دانه

برهمکنش کود و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر درصد پروتئین دانه گندم معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین درصد پروتئین برای تیمارهای کاربرد تلفیقی نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ (١٦/٤ درصد)، کاربرد نیتروکسین+ فسفاته بارور۲ (١٦/٢درصد) و کاربرد کود شیمیایی (١٦ درصد) برای رقم اروم ثبت شد (شکل۹). امیر یوسفی و شریفی (۲۰۱۸) افزایش درصد پروتئین گندم با کاربرد کود زیستی از جمله *آزوسپیریلیوم* را گزارش نمودند. نتایج پژوهش‌های شکاری و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که بیشترین درصد پروتئین در گیاه کنجد با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن دار و در شرایط تلقیح بذر با کود زیستی به‌دست آمد. همچنین رضائی چیانه و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی مختلف بیان نمودند که بیشترین درصد پروتئین دانه نخود در تیمار تلفیقی کود زیستی فسفاته بارور ۲ و *ازتوباکتر* به‌دست آمد. از آنجایی که واحد ساختاری پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه هستند و با توجه به نقش اساسی نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه، کاربرد کودهای نیتروژنی و زیستی و ریزجانداران حل‌کننده فسفات، میزان نیتروژن و فسفر قابل جذب در خاک را برای گیاه افزایش داده و در نتیجه سبب افزایش پروتئین دانه می‌گردند (شریفی و امیر یوسفی، ۲۰۱۷).



شکل۹- مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری کود و رقم برای درصد پروتئین دانه

۱ – شاهد، – ۲ شیمیایی ، ۳ – نیتروکسین+ فسفاته بارور۲ ، ٤- کود دامی + فسفاته بارور۲ ، ٥- سوپرنیتروپلاس + فسفاته بارور۲ و ٦ – نیتروکسین + سوپرنیتروپلاس + کود دامی + فسفاته بارور۲ .

حروف غیرمشابه در نمودار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ٥ درصد است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای دامی و زیستی همانند کود شیمیایی در مجموع اثر مثبتی بر شاخص‌های زراعی مدنظر در شرایط اجرای این بررسی داشته اند لیکن کاربرد توأم کود دامی با فسفاته بارور ۲ و نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس نسبت به کاربرد جداگانه آنها از کارآیی بیشتری در افزایش عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و پروتئین دانه در هر دو رقم گندم مورد مطالعه برخوردار بود. درنتیجه چنین استنباط می‌شود که مصرف کودهای زیستی فسفاته و نیتروژنه حاوی ریزجانداران حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن، همراه با کودهای آلی از جمله کود دامی در یک سیستم کشاورزی پایدار همانند مصرف کودهای شیمیایی قادر خواهد بود افزایش عملکرد کمی و یا کیفی گندم را در پی داشته باشد.

منابع مورد استفاده

Abbasi MK, Sharif S, Kazmi M, Sultan T and Aslam M, 2011. Isolation of plant growth promoting *rhizobacteria* from wheat rhizosphere and their effect on improving growth. Yield and nutrient uptake of plants. Plant Biosystems, 145(1): 159-168.

Alijani M, Amini Dehaghi M, Malboobi MA, Zahedi M and Modares Sanavi SAM, 2011. The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate bio-fertilizer (Barvar 2) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of *Matricaria recutita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3 (27): 450-459. (In Persian).

Amani N, Sohrabi Y and Heidari G, 2017. Yield and some physiological characteristics in maize by application of bio and chemical fertilizers under drought levels. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 27(2): 65-83. (In Persian).

Amiryosefi M and Sharifi P, 2018. The effect of nitrogen fertilizer and *Azospirillum brasilense* bacterium on some properties of wheat at Jozan, Isfahan. Journal of Crop Production and Processing, 7(4): 29-43. (In Persian).

Azadi S, Siyadat SA, Naseri R, Soleimani Fard A and Mirzaei A, 2013. Effect of integrated application of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* and nitrogen chemical fertilizers on qualitative and quantitative of durum wheat. Journal of Crop Ecophysiology, 7(2): 129-146.

Azadi S, Siyadat SA, Naseri R, Soleimani Fard A and Mirzaei A, 2013. Effect of integrated application of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* and nitrogen chemical fertilizers on qualitative and quantitative of durum wheat. Journal of Crop Ecology, 7(26): 129-146. (In Persian).

Azizi H, Nezami A, Khazaee H and Nasiri Mahallati M, 2008. Evaluation of cold tolerance in wheat field. Journal of Agricultural Research, 6(2): 352-343. (In Persian).

Bahari Saruei SH, Pirdashti H, Esmaeili MA and Mansuri A, 2011. Study the effect of plant growth promoting and phosphate solubilizing microorganisms on the yield of wheat (line N80). 12th Iranian Soil Science Congress. University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Bilal M, Ayub M, Tariq M, Tahir M and 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.

Darwinkel, A, 1977. Effect of sowing date and seed rate on crop development and grain production of winter wheat. Netherlands Journal of Agricultural Science, 25, 83-94.

Eslami A, Sadrabadi Haghighi R, Zafarian M, 2014. Responses of seed yield, yield components and some morpho- physiological traits of wheat cultivars (*Triticum aestivum*) to the application methods of Fulzyme biofertilizer. Journal of Crop Ecophysiology, 8(3): 243-256.

Fageria NK. 2009. The use of nutrients in crop plants. (CRC Press, Taylor and Francis Group: London).

Fathi A, 2017. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting *rhizobacteria* on yield and yield components of corn. Scientia Agriculturae, 18 (3): 66-69.

Gilick BR, Penrose D, Wenbo M. 2001. Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances, 19: 135-138.

Gul S, Khan MH, Khanday BA and Nabi S, 2015. Effect of sowing methods and NPK levels on growth and yield of rainfed maize (*Zea mays* L.). Scientifica, 2015: 1-6.

Gupta G, Parihar SS, Ahirwar NK, Snehi SK and Singh V, 2015. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. Journal of Microbial and Biochemical Technology, 7: 96-102.

Gupta M, Kiran S, Gulati A, Singh B, and Tewari R, 2012. Isolation and identification of phosphate solubilizing bacteria able to enhance the growth and aloin-A biosynthesis of *Aloe barbadensis* Miller. Microbiological Research, 167(6): 358-363.

Hasanpour, R, Pirdashti H, Esmaeili MA and Abbasian A, 2011. Response of yield and yield components of three sesame (*Sesame* indicum L.) cultivars to application of nitrogen and supernitroplus biofertilizer. Agroecology, 3 (1): 9-16. (In Persian).

Hassanzade Ghorttapeh A and Motalebizadeh B, 2013. Effect of bio fertilizers application on the yield and yield components of flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars. Research in Field Crop Journal, 1(1): 31-43.

Heshmati S, Amini Dehaghi M and Fathi Amirkhiz K, 2017. Effect of corrosion of phosphorus bio- and chemical fertilizers on seed yield, oil yield and spring wheat safflower fatty acids (IL111) under water deficit conditions. Iranian Journal of Crop Science, 48(1): 159-169. (In Persian).

Ibrahim M, Hassan AU, Arshad M and Tanveer A, 2010. Variation in root growth and nutrient element concentration in wheat and rice. Effect of rate and type of organic materials. Soil and Environment, 29: 47 – 52.

Jensen ES, Bedoussac L, Carlsson G, Journet EP, Justes E and Hauggaard-Nielsen H, 2015. Enhancing yields in organic crop production by eco-functional intensification. Sustainable Agriculture Research, 4(3): 42-50.

Kamayestani N, Rezvani Moghaddam P, Jahan M and Rejali F, 2015. Effects of single and combined application of organic and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of anise (*Pimpinella anisum*). Iranian Journal of Field Crops Research, 13 (1): 62-70.

Mahantaa D, Rai RK, Mishraa SD, Raja A, Purakayastha TJ, Varghese E, 2014. Influence of phosphorus and biofertilizers on soybean and wheat root growth and properties. Field Crops Research, 166: 1-9.

Mandal K and Mukhopadhyay D, 2015. Effects of inorganic phosphorus fractions under different tillage practices wheat (*Triticum aestivum*) in an acid soil of West Bengal (India). Tropical Agricultural Research & Extension 18 (3): 102-106.

Mansoori I, 2013. Response of promising line N8119 of wheat to application of phosphate bio-fertilizer. Journal of Crops Improvement, 15(1): 125-133. (In Persian)

Moradi M, Soleymanifard A, Naseri R, Ghasemi M, Abromand K, 2016. The changes of agronomic traits and harvest index of wheat under the effect of manure and plant growth promotion bacteria at different levels of nitrogen. Crop Physiology Journal, 7(28): 73-90. (In Persian).

Moslehi N, Niknejad Y, Fallah Amoli H and Kheyri N, 2016. Effect of integrated application of chemical, organic and biological fertilizers on some of the morphophysiological traits of rice (*Oryza sativa* L.) Tarom Hashemi cultivar. Crop Physiology Journal, 8(30): 87-103. (In Persian).

Neumann E, George, E. 2010. Nutrient Uptake: The Arbuscular Mycorrhiza Fungal Symbiosis as a Plant Nutrient Acquisition Strategy, In: Koltai H, Kapulnik Y (eds), Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Dordrecht, Springer, pp. 137-167.

Perramon B, Bosch-Serra AD, Domingo F and 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.

Raei Y, Reza Shakiba M, Nouri M and Saeidi M, 2018. Assessment of growth attributes and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) with application of biological and chemical fertilizers in dry land farming. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 28(2): 65-74. (In Persian).

Rezaei-chiyaneh E, Tajbakhsh M, Ghiyasi M and Amirnia R, 2015. Effect of integrated organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry farming conditions. Research in Field Crop Journal, 3(1): 55-69. (In Persian).

Rozier C, Erban A, Hamzaoui J, Prigent-Combaret C and Comte G, 2016. Xylem sap metabolite profile changes during phytostimulation of maize by the plant growth-promoting rhizobacterium, *Azospirillum lipoferum* CRT1. Metabolomics (Los Angel), 6 (182): 2153-0769.

Saharan K, Schütz L, Kahmen A, Wiemken A, Boller T and Mathimaran N, 2018. Finger millet growth and nutrient uptake is improved in intercropping with pigeon pea through biofertilization and Bioirrigation mediated by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and plant growth promoting Rhizobacteria. Frontiers in Environmental Science, 6: 11- 46.

Shakeri A, Amini Dehghi M, Tabatabaei A and Modarres Sanavi AM, 2012. Effect of chemical and biological fertilizers on yield, yield components, oil percentage and protein content of sesame cultivars. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 22(1):71-82. (In Persian).

Sharifi P and Amiryusefi M, 2017. Effects of nitrogen and Azotobacter on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Roushan. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 27(2): 15-144. (In Persian).

Shata SM, Mahmoud SA and Siam HS, 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3: 733-739.

Basu S, Rabara RC and Negi S, 2018. AMF: The future prospect for sustainable agriculture. Physiological and Molecular Plant Pathology, 102: 36-45.

Tarang E, Ramroudi M, Galavi M, Dahmardeh M and Mohajeri F, 2013. Evaluation grain yield and quality of corn (Maxima cv) in responses to Nitroxin bioferilizer and chemical fertilizers. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5: 683-687.

Tavakoli M, and Jalali AH, 2016. Effect of different biofertilizers and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of wheat. Journal of Crop Production and Processing, 6: 33-45. (In Persian).