Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

The effect of fertilizer manure, local compost and phosphorus consumption on some growth and yield characteristics of wheat

Mehdi Rezaei[1], Majid Jami Al-Ahmadi[2*], Sohrab Mahmoodi[3], Mohammad Hassan Sayyari[4]

[1] MSc student in Agrotechnology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, Email: mehdi382600@gmail.com
[2] Associate Professor, Plant Production and Genetics, Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, Email: mjamialahmadi@birjand.ac.ir
[3] Associate Professor, Plant Production and Genetics, Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, Email: smahmoodi@birjand.ac.ir
[4] Associate Professor, Plant Production and Genetics, Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, Email: msayari@birjand.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022/07/03
Revised: 2023/02/05
Accepted: 2023/02/09

Keywords:
Arg cultivar
Compost
Protein
Spike
Tillering

ABSTRACT

Background and objectives: Wheat is one of the most widely used crops in Iran and the world, which provides about 60 to 70% of human food energy. In sustainable soil management, in addition to soil fertility, it is also important to maintain the balance of its nutrients. In general, reducing the use of chemical fertilizers is necessary to maintain yield and maintain the beneficial properties of the soil, as well as to contribute to the sustainable production of wheat as a strategic product of the country. For this purpose, this study was conducted to investigate the effect of combined use of organic fertilizers and phosphorus on wheat properties and the purpose of reducing the use of chemical fertilizers in order to maintain yield and maintain useful soil properties and ultimately protect the environment.

Materials and methods: This experiment was carried out in a field located in Sarbisheh city in 2020 year using Arg wheat cultivar as a split plot and based on a randomized complete block design with three replications. In this study, the application of organic fertilizer at 5 levels in the main plots before planting and the use of phosphorus based on soil test at 4 levels in the sub-plots was done simultaneously with planting with a tiller. In this experiment, plant height, number of leaves, leaf area, plant dry weight, number of tillers, number of spikes per plant, grain yield and protein percentage were measured.

Results: The highest plant height was related to the level of non-application of phosphorus fertilizer and the level of 20 tons per hectare of local compost with a 32.8% increase compared to the control level. It was observed that in the interaction of organic fertilizer and phosphorus fertilizer, the highest leaf area of wheat was related to the level of 20 tons of local compost fertilizer combined with 100% phosphorus fertilizer. It was found that the highest plant dry weight was 20 tons per hectare of local compost, which caused a 50% increase in this trait compared to the control. Also, in the

treatment of phosphorus fertilizer, it was found that the highest amount of plant dry weight at the level of 100% of the recommended amount was 4.48 g, which was 34.5% higher than the control level. The interaction of the two factors tested showed that the highest number of tillers was related to the level of 150 kg of phosphorus fertilizer and the level of 20 tons per hectare of local compost, which caused an increase of 1.3 times compared to the control level. The level of 25 tons of manure per hectare increased the number of spikes per plant by 13.7% compared to the control. Also, the level of 20 tons of local compost increased this trait by 15.6% compared to the control. The simple effect of phosphorus fertilizer was observed that the levels of 150 and 100 kg / ha had the highest number of spikes. Phosphorus fertilizer treatment showed that the highest grain yield at the level of 150 kg / ha was 6117 kg / ha, which was an increase of 39.6% compared to the control level.

Conclusion: The results of this study showed that the effect of different fertilizers on most of the studied traits such as plant height, leaf area, leaf and plant dry weight, grain yield and grain protein percentage were significant. The most positive effect on most of the traits due to the simple effect of treatments was local compost treatment and had better results than manure and phosphorus fertilizer.

Cite this article: Rezaei, M., Jami Al-Ahmadi, M., Mahmoodi, S., Sayyari, M.H. 2023. The effect of fertilizer manure, local compost and phosphorus consumption on some growth and yield characteristics of wheat. *Crop Production Journal*, 16 (1), 61-78.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2023.20036.2499
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷۴۰۳
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

تاثیر مصرف کودهای گاوی، کمپوست محلی و فسفره بر برخی خصوصیات رشدی و عملکردی گندم

مهدی رضایی[۱]، مجید جامی الاحمدی[۲]*، سهراب محمودی[۳]، محمدحسن سیاری زهان[۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد اگروتکنولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران، رایانامه:mehdi382600@gmail.com
[۲] دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران، رایانامه: mjamialahmadi@birjand.ac.ir
[۳] دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران، رایانامه:smahmoodi@birjand.ac.ir
[۴] دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران، رایانامه: msayari@birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰

واژه‌های کلیدی:
پروتئین
پنجه‌زنی
رقم ارگ
سنبله
کمپوست

چکیده

سابقه و هدف: گندم یکی از پر مصرف‌ترین گیاهان زراعی ایران و جهان است که حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی غذایی انسان‌ها را تامین می‌کند. در مدیریت پایدار خاک، ضمن بهبود حاصلخیزی خاک، توجه به حفظ توازن عناصر غذایی آن نیز مهم است. به طور کلی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی در جهت حفظ عملکرد و حفظ خصوصیات مفید خاک و همچنین، کمک به تولید پایدار گندم به‌عنوان محصول استراتژیک کشور امری ضروری می‌باشد. بدین منظور، این پژوهش با موضوع بررسی تأثیر استفاده تلفیقی از کودهای آلی و فسفره بر خصوصیات گندم و با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی در جهت خصوصیات مفید خاک و بهبود عملکرد و حفظ محیط زیست صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان سربیشه با استفاده از رقم ارگ گندم به‌صورت اسپلیت‌پلات و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این تحقیق مصرف کود آلی در ۵ سطح (صفر، ۱۵ و ۲۵ تن کود گاوی، ۱۰ و ۲۰ تن کود کمپوست محلی در هکتار) در کرت‌های اصلی قبل از کاشت و مصرف فسفر بر اساس آزمون خاک در ٤ سطح (صفر، ۳۳، ٦٦ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده) در کرت‌های فرعی هم‌زمان با کاشت صورت گرفت. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک بوته، تعداد پنجه، تعداد سنبله در بوته، عملکرد دانه و درصد پروتئین اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به سطح عدم کاربرد کود فسفر و سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی (۷۰/۲۳ سانتی‌متر) بود که ۳۲/۸ درصد نسبت به سطح شاهد افزایش نشان داد. در برهم‌کنش دو عامل کود آلی و کود فسفر، بیش‌ترین سطح برگ گندم (٤۹/۸ سانتی‌متر مربع) مربوط به سطح ۲۰ تن کود کمپوست محلی تلفیق شده با سطح ۱۵۰ درصد کود فسفر بود. بیش‌ترین وزن خشک بوته در سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی حاصل شد (٤/۵۸ گرم) که یک افزایش۵۰ درصدی نسبت به شاهد نشان داد. همچنین، بیش‌ترین میزان وزن خشک

بوته در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به میزان ٤/٤٨ گرم حاصل شد که نسبت به سطح شاهد ۳٤/۵ درصد افزایش داشت. اثر متقابل دو فاکتور مورد بررسی نشان داد که بیش‌ترین تعداد پنجه (۵/۷ پنجه) مربوط به سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی بود که یک افزایش ۱/۳ برابری نسبت به سطح شاهد داشت. کاربرد ۲۵ تن در هکتار کود گاوی و ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی به ترتیب موجب افزایش ۱۳/۷ و ۱۵/٦ درصدی تعداد سنبله در بوته نسبت به شاهد شدند. مصرف فسفر به تنهایی به میزان ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین تعداد سنبله (به‌ترتیب ۱/۲۷ و ۱/۲۳ سنبله در بوته) را تولید کرد. بیش‌ترین عملکرد دانه در سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی به دست آمد که یکافزایش ٤۱/۹۷ درصدی نسبت به شاهد نشان داد. بررسی اثر اصلی کود فسفر نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه (٦۱۱۷ کیلوگرم در هکتار) در سطح ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار تولید شد که نسبت به سطح شاهد ۳۹/٦ درصد افزایش داشت. در بین سطوح کود آلی، بالاترین درصد پروتئین مربوط به بالاترین سطح کمپوست محلی یعنی ۲۰ تن در هکتار به میزان ۱۱/۹۷ درصد بود. همچنین، نتایج اثر ساده کاربرد کود فسفر حاکی از حصول بالاترین درصد پروتئین در شرایط کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود که یک افزایش ۱/۸۳ درصدی نسبت به شاهد داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر کودهای مختلف بر اکثر صفات مورد بررسی مانند ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ و بوته، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. به طور کلی، بین اثر ساده تیمارها بیش‌ترین تاثیر مثبت بر اکثر صفات را تیمار کمپوست محلی داشت که عملکرد بهتری نسبت به اثر ساده کود گاوی و کود فسفر نشان داد.

استناد: رضایی، م.، جامی الاحمدی، م.، محمودی، س.، سیاری زهان، م.ح. (۱٤۰۲). تاثیر مصرف کودهای گاوی، کمپوست محلی و فسفره بر برخی خصوصیات رشدی و عملکردی گندم. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱٦ (۱)، ۷۸-٦۱.

DOI: 10.22069/ejcp.2023.20036.2499

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) از سازگارترین گونه‌های غلات بوده (۱) و تقریبا یک ششم از کل زمین‌های زراعی جهان زیر کشت این محصول است. در سال ۲۰۲۰، این سطح حدود ۲۱۹ میلیون هکتار و میزان تولید آن حدود ۷۶۰ میلیون تن بوده است (۲). این محصول با تامین بیش از ٤٠ درصد کالری و ۵۰ درصد پروتین مورد نیاز بدن در جیره غذایی جامعه ایرانی، از اهمیت زیادی برخوردار است (۳).

مشکلات زیست محیطی ناشی از تاثیر سوء کاربرد کودهای شیمیایی بر چرخه زیستی و خودپایداری بوم نظام‌های زراعی، تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته است (٤). مصرف کودهای دامی از طریق بهبود ساختمان خاک و تأمین عناصر غذایی، باعث کاهش رواناب و نگهداری بیشتر آب در خاک، افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی، کاهش فرسایش و بهبود حاصلخیزی خاک شده و از جمله روش‌های مهم حفظ رطوبت در خاک محسوب می‌شود (۵). در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، از جمله ایران، نه تنها برگشت مواد آلی به خاک کم است، بلکه به دلیل مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، عدم استفاده از کودهای آلی و فعالیت شدید میکروبی، مواد آلی موجود در خاک نیز به سرعت تجزیه می‌شوند. مقدار ماده آلی در بیش از ٦٠ درصد از خاک‌های زیرکشت ایران، کم‌تر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از آن کم‌تر از ۰/۵ درصد است. در چنین شرایطی گنجاندن کودهای آلی در مدیریت عناصرغذایی بیش از پیش با اهمیت می‌نماید (٦).

در سال‌های اخیر به منظور کاهش مشکلات بخش شهری و رفع نیازهای بخش کشاورزی، توجه زیادی به بازیافت زباله‌ها و پسماندهای آلی به صورت تولید انواع کمپوست‌ها شده است (۷). کمپوست، هوموس کلوئیدی بی شکل، قهوه‌ای تیره تا سیاه رنگی است که تحت شرایط مناسب از نظر دما، رطوبت و تهویه و در نتیجه توالی فعالیت گروه‌های مختلف ریزسازواره‌ها به وجود می‌آید. به این ترتیب محصول این فرایند میکروبی یک کود زیستی به شمار می‌آید (۸). کمپوست یکی از مهم‌ترین مواد آلی قابل کاربرد در کشاورزی بوده که به خاطر مزایای متعدد آن امروزه به شدت مورد توجه قرار گرفته است (۹).

یکی از کودهای شیمیایی مورد استفاده در زراعت، کودهای فسفره هستند. حداکثر مقدار جذب فسفر، در مراحل اولیه رشد گیاه می‌باشد و شدت جذب با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. در شرایط کمبود فسفر رشد گیاه کند شده و رنگ برگ‌های آن تیره می‌شود و گاهی ساقه و پشت برگ‌ها رنگ بنفش به خود می‌گیرند و برگ‌ها از طرف نوک به طرف قاعده می‌میرند. بیان شده که در اثر اضافه کردن کودهای فسفاته به خاک‌های فقیر، تحمل غلات در برابر سرمای زمستان افزایش می‌یابد (۱۰).

مصرف بهینه و تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای انسان و کمبود عناصر را جبران کرده و به دلیل تعادل عناصر غذایی سبب بهبود کارکرد بدن شده و نیاز به مکمل‌ها را کاهش دهد (۱۱). تیمارهای سیستم تلفیقی کود دامی و یا کمپوست با کود شیمیایی موجب افزایش عملکرد دانه و مقدار جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گندم می شود (۱۱). کمپوست به عنوان منبع نیتروژن و دیگر عناصر غذایی موجب تقویت خاک شده و سال‌ها به تغذیه گیاهان بعدی کمک می‌کند (۱۲). نتایج یک آزمایش انجام شده در غنا نشان داد که کود دامی موجب افزایش ارتفاع گیاه، ماده‌ی خشک و محتوای کلروفیل برگ‌های جو بهاره شد (۱۳). کودهای آلی با بهبود خصوصیات فیزیکی و

شیمیایی خاک و با در اختیار قرار دادن به موقع عناصر درطی فصل رویش گیاه، موجب بهبود و افزایش عملکرد و وزن گیاه می‌شوند (۱۴). گزارش شده است که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش عملکرد و وزن تر گیاه ذرت علوفه‌ای شد که دلایل این افزایش را وجود عناصر ضروری در این کودها و معدنی شدن تدریجی این عناصر از شکل آلی و قابل در دسترس بودنشان در هنگام نیاز گیاه ذکر کرده‌اند (۱۵). کاربرد تلفیقی برخی از کودهای آلی و شیمیایی در بسیاری از زراعت‌ها نظیر سویا و سورگوم، پنبه و کلزا مثبت ارزیابی شده است (۱۶).

گزارشات کیلینگ و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که استفاده از کمپوست به افزایش طول ریشه، ماده خشک کل، جذب نیتروژن و عملکرد دانه کلزا منجر می‌شود (۱۷). حسن زاده و همکاران (۲۰۰۷) تثیر مصرف کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو را مثبت ارزیابی کردند (۱۸). منسکه و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که مصرف ۳۵ کیلوگرم کود فسفردر هکتار نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف فسفر) در یک خاک آهکی عملکرد دانه را بیش از یک تن در هکتار افزایش داد (۱۹). عظیمی و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر کود فسفر بر عملکرد گیاه جو اظهار داشتند که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود به نحوی که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و کمترین عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف کود فسفر حاصل شد (۱۱). مارکاریان و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند که افزایش فراهمی فسفر به‌وسیله کوددهی در یونجه سطح برگ و وزن خشک تمام اندام‌های گیاه را افزایش داد (۲۰). همچنین استفاده‌ی توأم از کمپوست و ورمی کمپوست، بیشترین تأثیر را بر عملکرد اقتصادی رازیانه داشت و سبب افزایش ۵۳ درصدی عملکرد نسبت به شاهد شد (۲۱).

با توجه به تحقیقات صورت گرفته، بدیهی است که استفاده توام کودهای شیمیایی و آلی در جهت کاستن از مصرف کودهای شیمیایی و همزمان حفظ عملکرد محصول و حفظ خصوصیات مفید خاک و نیز کمک به تولید پایدار گندم به‌عنوان محصول استراتژیک کشور امری ضروری و اجتناب ناپذیر ماست. از آنجا که با توجه به بررسی منابع انجام شده مشخص گردید که تحقیقات کافی در رابطه با استفاده تلفیقی کود آلی و کود فسفر روی گندم، حداقل در منطقه سربیشه، صورت نگرفته است، این تحقیق با هدف بررسی امکان کاهش کاربرد کود شیمیایی فسفره و جایگزین بخشی از آن با کودهای آلی در زراعت گندم، به ویژه کود کمپوست تولید شده توسط خود کشاورز، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر استفاده تلفیقی از کودهای آلی و فسفره بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد گندم در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان سربیشه در استان خراسان جنوبی با مقیاس عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۵۰ متری از سطح دریا انجام شد. قبل از شروع آزمایش، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک ارزیابی شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 1- Physical and chemical properties of the soil at the experimental site

کربن آلی (درصد) OC (%)	بافت خاک Soil texture	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر قابل در سترس (پی‌پی‌ام) P_{ava} (ppm)	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) K_{ava} (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS/m)
0.25	لومی	0.031	6.89	277.1	7.92	0.052

این آزمایش با استفاده از گندم رقم ارگ به‌صورت اسپلیت پلات و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. دلیل انتخاب این رقم، با توجه به نامناسب بودن آب منطقه، مقاومت مناسب آن در برابر تنش شوری آب و خاک بود. رقم ارگ همچنین یکی از ارقام پر مصرف مورد کشت در منطقه است. تیمارها شامل مصرف کود آلی در ۵ سطح (صفر (شاهد)، ۱۵ و ۲۵ تن کود گاوی، ۱۰ و ۲۰ تن کود کمپوست محلی در هکتار قبل از کاشت) در کرت‌های اصلی و مصرف فسفر بر اساس آزمون خاک در ٤ سطح صفر، ۳۳، ٦٦ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده (به ترتیب معادل صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل) در کرت‌های فرعی بودند. مصرف کودها هم‌زمان با کاشت صورت گرفت و سپس با دستگاه تیلر با خاک مخلوط شدند.

کمپوست محلی مورد بررسی طی دوره‌ای ۲۰ روزه و عمدتا از بقایای گیاهی تولید شد. مواد مورد استفاده جهت تولید کمپوست عبارت بودند از بقایای پسته (۲۱/۵ درصد)، بقایای زرشک (۲۱/۵ درصد)، بقایای کارگاه قارچ (۲۱/۵ درصد)، کودهای حیوانی (شامل ۱٦/۵ درصد کود گاوی، ۱۰ درصد کود گوسفندی و ٦/۵ درصد کود مرغی) به همراه مقداریضایعات جانوری با تایید دامپزشکی (مرغ تلف شده (۲ درصد)). قبل از اجرای آزمایش، آنالیز کود گاوی و کمپوست محلی تولیدی انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کود گاوی و کمپوست محلی تولیدی مورد استفاده در آزمایش به عنوان منابع کود آلی .

Table 2- Results of chemical analysis of cow manure and locally produced compost, used in the experiment as sources of organic fertilizers

کود Fertilizers	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Ec(dS/m)	کربن آلی (درصد) OC(%)	پتاسیم (درصد) K(%)	فسفر (درصد) P(%)	نیتروژن (درصد) N(%)	نسبت کربن به نیتروژن (درصد) C/N(%)
کود گاوی Cow manure	7.89	23.4	42.5	2.87	3.47	3.87	10.98
کمپوست محلی Local compost	8.06	10.07	30.74	1.45	2.11	2.87	10.71

اندازه کرت‌های فرعی ۱۸ متر مربع به طول ٦ متر و عرض ۳ متر در نظر گرفته شد به گونه‌ای که در هر کرت فرعی ۱۵ خط کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر وجود داشت. لازم به ذکر است که فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر و بین کرت‌های فرعی یک متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر انتخاب شد. با ایجاد جوی ورودی و نیز زه آب اختصاصی هرکرت از اختلاط آب با سایر کرت‌ها جلوگیری به عمل آمد. کاشت با تراکم ٤۵۰ بذر در هر متر مربع (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به ٤۰ گرم وزن هزار دانه رقم ارگ) به صورت یکنواخت با دستگاه کاشت در نیمه اول آذر ماه ۱۳۹۹ صورت گرفته و آبیاری نیز به صورت غرقابی انجام شد.

در این آزمایش صفات تعداد و سطح برگ در زمان گلدهی، و صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد سنبله در بوته در انتهای دوره رشدی گیاه از سه بوته مشخص شده و ثابت اندازه‌گیری شدند. برای تعیین سطح برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[1] استفاده شد. در انتهای دوره رشد، بوته‌های موجود در سطحی معادل ۳ متر مربع از مرکز کرت، با رعایت اثر حاشیه‌ای، برداشت شده و برای اندازه‌گیری وزن

1. Leaf Area Meter

خشک بوته، عملکرد دانه و درصد پروتئین استفاده شدند. جهت محاسبه وزن خشک برگ و بوته، نمونه‌های جمع‌آوری شده درون پاکت‌های کاغذی در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و سپس با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. برای تعیین پروتئین دانه ابتدا نیتروژن کل طبق روش لیسیترا و همکاران (۱۹۹۶) (رابطه ۱) اندازه‌گیری شد (۲۲).

رابطه ۱:

× میلی‌لیتر اسید مصرف شده))=درصد نیتروژن

۱۰۰× (وزن نمونه خشک (گرم)/(۰/۰۱۴

سپس برای تعیین درصد پروتئین بذر از رابطه ۲ استفاده شد:

رابطه ۲:

ضریب تبدیل پروتئین (۵/۷)× درصد نیتروژن=درصد پروتئین دانه

محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel انجام گردید. میانگین صفات مورد مطالعه نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) محافظت شده در سطح پنج درصد با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که افزودن کود آلی و کود فسفر بر ارتفاع بوته گندم از نظر آماری اثر معنی‌داری داشت. همچنین، برهم‌کنش دو عامل مورد بررسی بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کوهای آلی و فسفره بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گندم.

Table 3- Analysis of variance (mean squares) for the effect of organic and phosphorus fertilizers on some morphological and physiological traits of wheat.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع‌بوته Plant height	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	سطح برگ در بوته Leaf area per plant	وزن خشک‌بوته Plant dry weight	تعداد پنجه در بوته Number of tillers per plant
تکرار Repetition	2	0.09^{ns}	0.116^{ns}	0.408^{ns}	0.094^{ns}	0.102^{ns}
کود آلی Organic Fertilizer	4	$257/7^{**}$	0.483^{ns}	553.4^{**}	4.04^{**}	2.46^{**}
خطای الف Error a	8	2.17	0.308	9.39n	0.09	0.099
کود فسفر Phosphorus fertilizer	3	10.25^{**}	0.488^{ns}	416.9^{**}	3.70^{**}	2.96^{**}
کود آلی × فسفر Organic * Phosphorus	12	9.83^{**}	0.572^{ns}	31.00^{**}	0.105^{ns}	0.330^{*}
خطای ب Error b	30	1.29	0.327	11.21	0.165	0.126
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	-	1.85	11.14	10.47	10.52	9.12

جدول ۳. ادامه

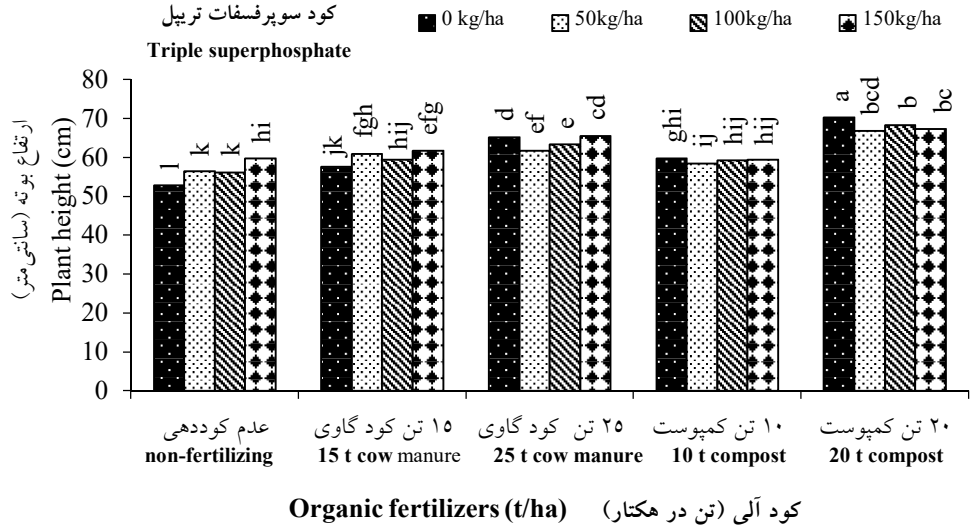
Table 3. Continued

منابع تغییر S.O.V	تعداد سنبله در بوته Number of spikes per plant	وزن هزار دانه 1000 grains Weight	عملکرد دانه Grain yield	درصد پروتئین Protein percentage
تکرار Repetition	0.011^{ns}	1.973ns	591110^{ns}	0.569^{ns}
کود آلی Organic Fertilizer	0.075*	28.98**	5831060**	6.78**
خطای الف Error a	0.014	4.694	272339	0.255
کود فسفر Phosphorus fertilizer	0.119**	17.37*	8345453**	9.60**
کود آلی × فسفر Organic * Phosphorus	0.001^{ns}	0.545ns	183452^{ns}	0.936^{ns}
خطای ب Error b	0.026	6.69	488315	0.334
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	13.56	7.13	13.09	5.31

*، ** و ns به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

*, ** and ns are significant differences at the level of 1 and 5% and non-significant differences, respectively.

بررسی برهمکنش دو عامل مورد آزمایش نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته (۷۰/۲۳ سانتی‌متر) در شرایط کاربرد ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی بدون کاربرد کود فسفر حاصل شد که با ۳۲/۸ درصد افزایش نسبت به سطح شاهد (عدم مصرف کود آلی و فسفر) همراه بود (شکل ۱).



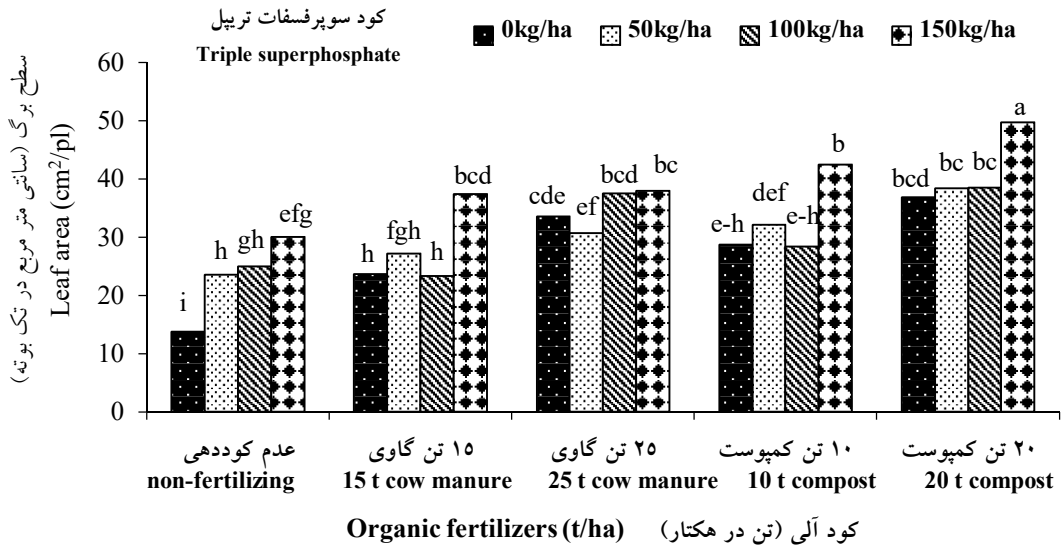
شکل ۱- تاثیر کاربرد مقادیر مختلف کود فسفر در سطوح متفاوت کودهای آلی بر ارتفاع بوته گندم در منطقه سربیشه.میانگین‌های دارای حروف مشترک (بر روی ستون‌ها) بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 1– The effect of applying different amounts of phosphorus at different levels of organic fertilizers on plant height of wheat in Sarbisheh region, Iran. Means with letters in common (on the columns) are not significantly different based on the LSD test at the 5% probability level.

بیش‌ترین ارتفاع بوته در تمامی سطوح کودی مربوط به کاربرد ۲۰ تن کمپوست (در تمامی سطوح کاربرد فسفر) بود. کم‌ترین ارتفاع (۵۲ سانتی‌متر) نیز همان‌طور که انتظار می‌رفت در سطح شاهد (عدم استفاده از کود فسفره و آلی) به دست آمد. در شرایط عدم کاربرد کود آلی، با افزایش سطح فسفر، ارتفاع نهایی بوته نیز افزایش یافت، این در حالی بود که در زمان کاربرد کودهای آلی و یا کمپوست، اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف کود فسفر از نظر ارتفاع بوته مشاهده نشد. کودهای دامی با تامین عناصر پر- و کم‌مصرف، بهبود خواص شیمیایی و فیزیکی و افزایش محتوای مواد آلی خاک به حفظ وضعیت تغذیه‌ای و در دسترس بودن عناصر غذایی و در نتیجه بهبود کلی رشد گیاه کمک می‌کنند. کودهای دامی علاوه بر تامین مواد مغذی، کربن آلی نیز فراهم می‌کنند که وضعیت کلی مواد آلی خاک را تقویت کرده و فعالیت‌های میکروبی را تشدید می‌کند. به طور کلی، بالا بودن فراهمی عناصر غذایی از طریق افزایش طول میانگره‌ها باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود و در بین تیمارهای مورد بررسی نیز، تیمار تلفیقی ارتفاع بالاتری داشتند که به دلیل بیش‌تر بودن قابلیت دسترسی ریشه‌های گیاه به عناصر غذایی نسبت به سایر تیمارها است (۲). احتمالاً مصرف توأم کمپوست و کود شیمیایی به‌واسطه آزادسازی نیتروژن و سایر عناصر غذایی توانسته باعث تحریک رشد رویشی و افزایش ارتفاع بوته های گندم از طریق افزایش رشد طولی میانگره‌های ساقه گردد (۲۳).

سطح برگ: بررسی‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد بر سطح برگ معنی‌دار بود. همچنین، اثر متقابل دو فاکتور مورد بررسی نیز در سطح یک درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۳). در برهم‌کنش عامل کود آلی و کود فسفر سطح برگ در سطح عدم کوددهی، مصرف فسفر نسبت به عدم مصرف فسفر افزایش معنی‌داری داشت، ولی بین سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار و همچنین، سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. هنگامی که کود گاوی به میزان ۱۵ تن مصرف شد، مصرف فسفر تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، تفاوت معنی‌داری با سطح عدم مصرف فسفر نداشت. در سطح ۲۵ تن کود دامی نیز مشاهده شد که سطح برگ با افزایش مصرف کود فسفر تغییر معنی‌داری نداشت. مشاهده شد بیش‌ترین سطح برگ گندم، مربوط به سطح ۲۰ تن کود کمپوست محلی تلفیق شده با سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر (۴۹/۸ سانتی‌متر مربع در بوته) با افزایش ۲/۶ برابری نسبت به شاهد بود. همچنین مشاهده شد که کاربرد بیش‌تر فسفر با افزایش مصرف کود آلی تاثیر بیش‌تری داشته است (شکل ۲).

افزایش دسترسی به مواد مغذی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها با کاربرد مقادیر بیش‌تر مواد آلی ممکن است به افزایش تعداد و سطح برگ کمک کرده باشد. فراهمی عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه با مصرف متعادل و اصولی کودها می‌تواند از طریق تحریک تقسیم و طویل شدن سلول‌ها، افزایش اندازه برگ‌ها و در نتیجه افزایش سطح برگ را به دنبال داشته باشد (۱۸). حبیبی و مجیدیان (۲۰۱۴) مشاهده کردند در شیوه کاربرد تلفیقی کودها، فراهمی عناصر غذایی به‌ویژه در مراحل اولیه رشد، موجب افزایش رشد رویشی و سطح برگ می‌شود (۸). مارکاریان و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند که افزایش فراهمی فسفر به‌وسیله کوددهی در لوبیا باعث افزایش تثبیت نیتروژن در گیاه شده و بدین طریق سطح برگ و وزن خشک تمامی اندام‌ها، به‌ویژه گره‌های ریشه، را افزایش داد (۲۰).



شکل ۲- تاثیر کاربرد مقادیر مختلف کود فسفر در سطوح متفاوت کودهای آلی بر سطح برگ تک بوته گندم در منطقه سربیشه. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک (بر روی ستون‌ها) هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 2.The effect of applying different amounts of phosphorus at different levels of organic fertilizers on plant leaf area of wheat in Sarbisheh region, Iran. Means with letters in common (on the columns) are not significantly different based on the LSD test at the 5% probability level.

وزن خشک بوته: اثرات اصلی کود آلی و کود فسفر بر وزن خشک تک بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل این دو عامل اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). بیش‌ترین وزن خشک بوته در سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی (٤/٥٨ گرم) به دست آمد که یک افزایش ۵۰ درصدی نسبت به شاهد نشان داد. به دنبال آن، سطوح ۱۰ تن کمپوست محلی و ۲۵ تن کود گاوی بودند که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ٤). همچنین، بالاترین میزان وزن خشک بوته در تیمار کود فسفر در سطح ۱۰۰ درصد میزان توصیه شده به میزان ٤/٤٨ گرم بود که نسبت به سطح شاهد ۳٤/۵ درصد افزایش داشت. وزن خشک بوته در سطوح ۳۳ و ٦٦ درصد میزان توصیه شده فسفر به ترتیب ۹ و ۲۰/۷ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود (جدول ٤).

بهبود وزن خشک در این سطوح کودی می‌تواند با توانایی این تیمارها برای تأمین تدریجی مواد مغذی کافی برای گیاهان در طول دوره رشدشان مرتبط باشد که در نهایت باعث بهبود چندین کارکرد فیزیولوژیکی اساسی می‌شود. در تحقیقی مشخص شد که کاربرد کمپوست و کود شیمیایی در مزرعه سبب افزایش وزن خشک، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده توسط گیاه جو شده است. همچنین، کاربرد کود دامی باعث افزایش جذب عناصر غذایی و عملکرد ماده خشک گیاه جو گردید (٢٤).

تعداد پنجه: نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که افزودن کود آلی و کود فسفر بر تعداد پنجه گندم از نظر آماری در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری داشت. همچنین، برهم‌کنش دو عامل مورد بررسی بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در اثر متقابل دو عامل مورد آزمایش بررسی ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد پنجه مربوط به سطح ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر و سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی بود که سبب افزایش ۱/۳ برابری نسبت به سطح شاهد (عدم کاربرد کود با خاک) شد (شکل ۳).

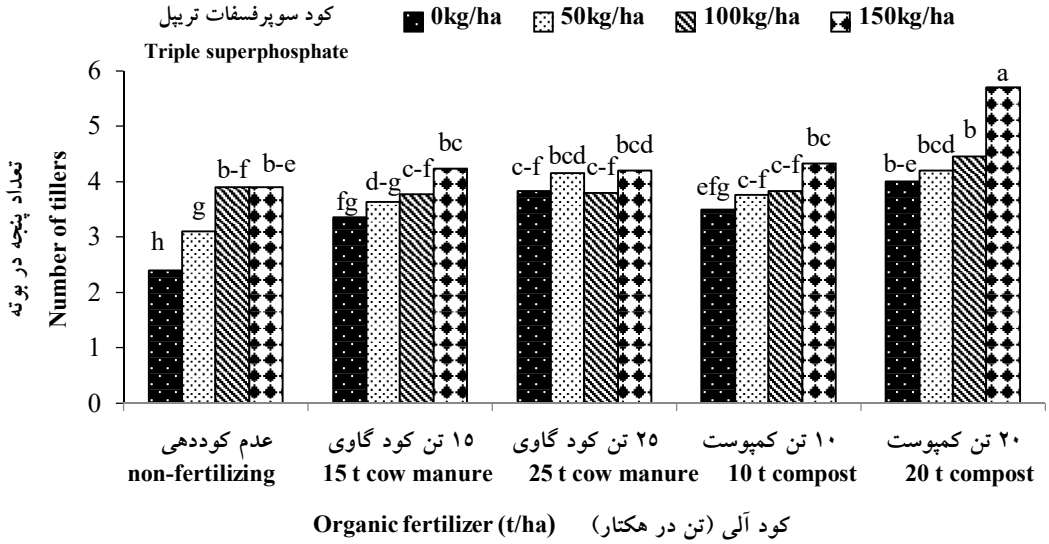
جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات ساده کودهای آلی و کود فسفره بر برخی صفات عملکردی و محتوی پروتئین گندم.

Table 4- Mean comparisons of simple effects of organic and phosphorus fertilizers on yield, yield components and protein content of wheat.

تیمارها Treatments	وزن خشک بوته (گرم) Dry weight in Plant (g)	تعداد سنبله در بوته Number of spikes per plant	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grains Weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار) Grain yield (kg/ha)	پروتئین (درصد) Protein (%)
کود آلی Organic fertilizer					
عدم کوددهی No fertilization	3.05^{d}	1.08^{b}	33.98^{c}	4422^{d}	10.02^{c}
۱۵ تن گاوی 15 t/ha cow manure	3.59^{c}	1.15^{ab}	35.75^{bc}	5024^{c}	10.38^{c}
۲۵ تن گاوی 25 t/ha cow manure	4.18^{b}	1.25^{a}	37.32^{ab}	5684^{b}	10.86^{b}
۱۰ تن کمپوست 10 t/ha compost	3.92^{b}	1.15^{ab}	36.15^{ab}	5282^{bc}	11.14^{b}
۲۰ تن کمپوست 10 t/ha compost	4.58^{a}	1.28^{a}	38.01^{a}	6278^{a}	11.97^{a}
کود فسفر Phosphorus fertilizer					
۰ (کیلوگرم بر هکتار) 0 (kg/ha)	3.33^{d}	1.07^{b}	34.93^{b}	4381^{c}	9.95^{d}
۵۰(کیلوگرم بر هکتار) 50 (kg/ha)	3.63^{c}	1.18^{ab}	35.91^{ab}	5171^{b}	10.59^{c}
۱۰۰(کیلوگرم بر هکتار) 100 (kg/ha)	4.02^{b}	1.23^{a}	36.69^{ab}	5683^{ab}	11.13^{b}
۱۵۰(کیلوگرم بر هکتار) 150 (kg/ha)	4.48^{a}	1.27^{a}	37.45^{a}	6117^{a}	11.83^{a}

در هر ستون و برای هر تیمار کودی، میانگین‌هایدارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

In each column and for each fertilizer treatment, the means with similar letters do not differ significantly at the 5% probability level, based on the LSD test.



شکل ۳-تاثیر کاربرد مقادیر مختلف کود فسفر در سطوح متفاوت کودهای آلی بر تعداد پنجه در بوته گندم در منطقه سربیشه. میانگین‌های دارای حروف مشترک (بر روی ستون‌ها) بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 3– The effect of applying different amounts of phosphorus at different levels of organic fertilizers on the number of tillers per plant in Sarbisheh region, Iran. Means with letters in common (on the columns) are not significantly different based on the LSD test at the 5% probability level.

در سطح عدم مصرف کود آلی، تعداد پنجه با بالا رفتن میزان مصرف فسفر افزایش یافت و در سطح‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ،به بیشترین میزان خود رسید. با افزایش مصرف کود دامی، تعداد پنجه واکنش کمتری به اضافه کردن فسفر نشان داد. همچنین، در هنگام مصرف کمپوست، کود فسفره (به استثنا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) تاثیر زیادی در افزایش تعداد پنجه نداشت. از سوی دیگر، در تمامی سطح‌های کود فسفر، بیش‌ترین تعداد پنجه مربوط به سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی و کم‌ترین تعداد پنجه نیز، همان‌طور که انتظار می‌رفت، مربوط به سطح شاهد بود (شکل ۳). به طور کلی، با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می رسد که کاربرد کود شیمیایی فسفر در مقایسه با مصرف کودهای آلی اثری به مراتب کم‌تر بر فاکتورهای رشدی گیاه اعمال می‌کند. به نظر می‌رسد دلیل این موضوع محدود بودن تعداد عناصر غذایی کودهای شیمیایی و در نتیجه بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاه باشد (۲۳). افزایش تعداد پنجه در بوته تحت تیمار کودهای آلی می‌تواند در نتیجه بهبود جذب عناصر غذایی و در نتیجه آن افزایش فتوسنتز در این تیمار باشد. نتایج پژوهش ازاز و همکاران (۲۰۰۹) بر روی گیاه رازیانه و کومار و همکاران (۲۰۰۹) در یک گونه دارویی (*Artemisia pallens*) نیز نشان داد، کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف شامل کودهای بیولوژیک، شیمیایی و آلی اثرات مثبتی بر تعداد شاخه گیاهان مذکور داشت (۲۵، ۷). لیانگ و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که استفاده از کمپوست از طریق تحریک میکروارگانیزم‌های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدارعناصر معدنی به گیاه، موجب افزایش تعداد پنجه ها می‌گردد (۲٤).

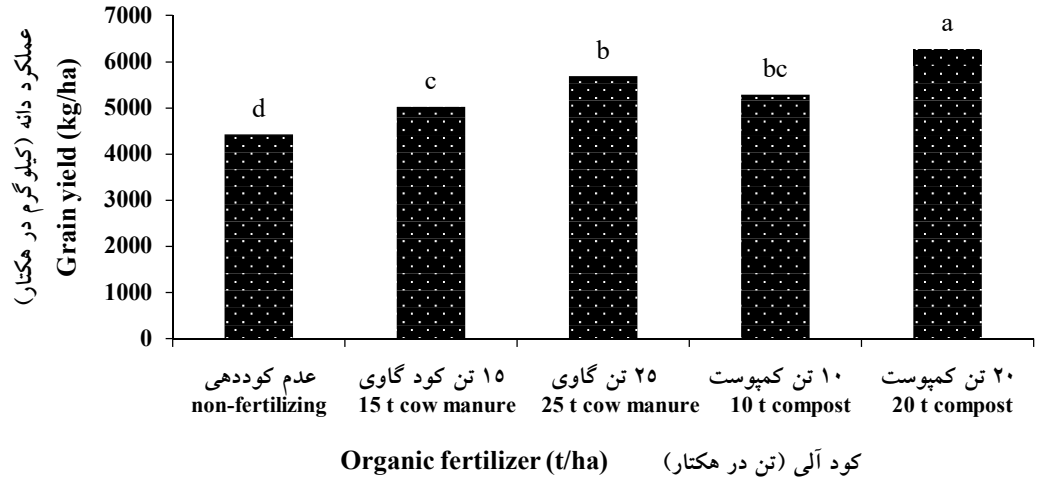
تعداد سنبله در بوته: طبق نتایج تجزیه واریانس تیمار کود آلی در سطح ۵ درصد و کود فسفر در سطح ۱ درصد بر صفت تعداد سنبله در بوته معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل دو فاکتور بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

در اثر ساده کود آلی مشخص شد که گیاهانی که بالاترین سطوح کود گاوی و کمپوست محلی را دریافت کرده بودند بیش‌ترین تعداد سنبله در بوته را دارا بودند. سطح ۲۵ تن کود گاوی و سطح ۲۰ تن کمپوست محلی در هکتار به‌ترتیب سبب افزایش ۱۳/۷ و ۱۵/٦ درصدی تعداد سنبله در بوته نسبت به شاهد شدند (جدول ٤). در اثر ساده کود فسفر مشاهده شد که گیاهانی که ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر دریافت کرده بودند، به ترتیب با ۱۵/۷ و ۱٤/۹ درصد سنبله بیشتر نسبت به گیاهان شاهد، بیش‌ترین تعداد سنبله را داشتند؛ هرچند اختلاف معنی‌داری با تعداد سنبله گیاهان در سطح ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار وجود نداشت (جدول ٤). کودهای آلی احتمالا از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهم ساختن امکان جذب بیش‌تر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی شده که این مسأله در نهایت به افزایش گلدهی و تعداد سنبله در بوته می‌انجامد. دونالدسون و همکاران (۲۰۰۱) تعداد سنبله بارور در واحد سطح را به عنوان مهم ترین عامل تعیین کننده عملکرد دانه می دانند (۲٦). وفاپور و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند با افزایش سطوح کودی تا ۱۲ کیلوگرم فسفر در هکتار، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت (۱٤).

وزن هزار دانه: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر اصلی تیمار کود آلی (کود گاوی – کمپوست محلی) در سطح ۱ درصد و اثر اصلی کود فسفر در سطح ۵ درصد بر صفت وزن هزار دانه گندم معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل این دو فاکتور تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). بیش‌ترین وزن هزار دانه در

اثر ساده تیمار کودهای آلی مربوط به بالاترین سطح کمپوست محلی به میزان ۳۸/۰۱ گرم بود که نسبت به سطح شاهد ۱۱/۸ درصد افزایش نشان داد. همچنین، بیش‌ترین میزان این صفت در تیمار کود فسفر مربوط به بالاترین میزان فسفر استفاده شده یعنی سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که با شاهد اختلاف ۷/۲ درصدی داشت (جدول ٤). تغذیه گیاه می‌تواند نقش به‌سزایی در افزایش وزن هزار دانه داشته باشند. اصغر و همکاران (۲۰۱۰) طی مطالعه خود بر روی اثرات سطوح مختلف کود فسفر بر رشد و عملکرد دانه ذرت به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح فسفر وزن هزار دانه ذرت از ۲٤٥ گرم به ۲۵۳ گرم رسید (۲۷). در گیاه دارویی زیره سبز بیش‌ترین وزن هزار دانه در تیمار کمپوست به‌دست آمد و پس از آن تیمارهای ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی بیش‌ترین وزن هزار دانه را تولید کردند (۲۸).

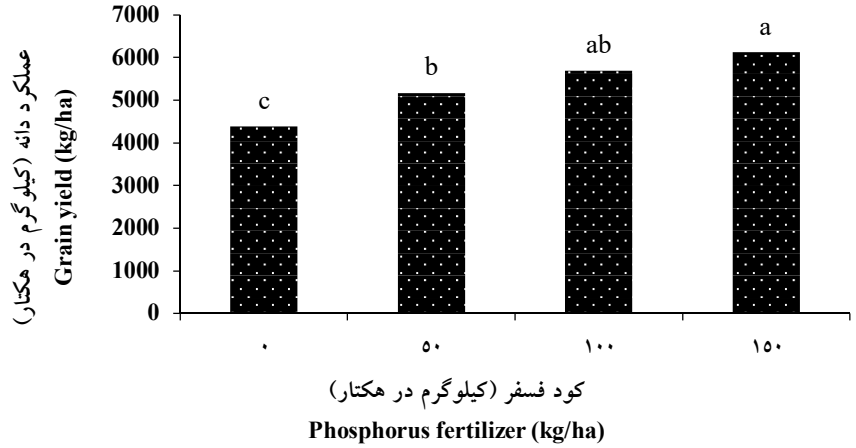
عملکرد دانه: مشخص گردید که عملکرد دانه تحت تاثیر تیمارهای کود آلی و کود فسفر در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل دو فاکتور اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۳). بیش‌ترین عملکرد دانه در سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست محلی بود که سبب افزایش ٤۱/۹۷ درصدی این صفت نسبت به شاهد بود. سطوح ۱۰ تن کمپوست محلی و ۲۵ تن کود گاوی دارای حروف مشترک بوده و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و عملکرد دانه در این سطوح در دومین رتبه قرار گرفتند (شکل ٤).



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر ساده کودهای آلی بر عملکرد دانه گندم در منطقه سربیشه. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 4– Mean comparison of the simple effect of organic fertilizers on wheat grain yield in Sarbisheh region, Iran. The means that have simillar letters do not differ significantly at the 5% probability level, based on the LSD test.

در تیمار کود فسفر مشخص گردید که بیش‌ترین عملکرد دانه در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ٦۱۱۷ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به سطح شاهد ۳۹/٦ درصد افزایش داشت. سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۲۹/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر ساده کود فسفر بر عملکرد دانه گندم در منطقه سربیشه. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 5– Mean comparison of the simple effect of phosphorus fertilizer on wheat grain yield in Sarbisheh region, Iran. The means that have simillar letters do not differ significantly at the 5% probability level, based on the LSD test.

با توجه به میانگین عملکرد دانه رقم ارگ در منطقه (حدود ٤/٥ تن در هکتار) سطوح کودی مورد استفاده منجر به تولید میانگین عملکرد دانه بیش‌تری شدند که خود نشان از برتری این سطوح کودی نسبت به کوددهی رایج منطقه بود. کودهای آلی و کودهای فسفر حاصلخیزی خاک را حفظ می‌کنند و دسترسی به مواد مغذی (به‌ویژه فسفر) را برای گیاهان افزایش می‌دهند که در نهایت رشد و توان تولید گیاهان را بهبود می بخشد. جهانی و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر ورمی کمپوست بر محصول ذرت دریافتند که بیش‌ترین محصول در تیمارهای حاوی کود ورمی کمپوست نسبت به شاهد به‌دست آمد (۲۹). در آزمایشی که روی گیاه ذرت و نخود انجام شده است، مشخص گردید که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد زیستی، عملکرد دانه و کیفیت محصول در مقایسه با شاهد گردید (۳۰). محققان گزارش نمودند که کاربرد ورمی کمپوست به طور معنی‌داری خصوصیات کمی و کیفی موز، کاساوا و لوبیا چشم بلبلی را بهبود بخشیده و باعث تسهیل جذب عناصر غذایی توسط گیاه شده است (۱۳). همچنین، محققین بیان کردند که مصرف کودهای آلی به تنهایی، عملکرد دانه را در گندم رقم الوند نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد، ولی افزایش سطح کودهای آلی از ۳۰ به ٦۰ تن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم نداشت (١٤).

افزایش عملکرد دانه با توجه به نقش فسفر در ذخیره و انتقال انرژی، فعالیت برخی آنزیم‌ها، فتوسنتز، تنفس سلولی، ساخت ساکاروز و نشاسته، انتقال کربوهیدرات‌ها، همچنین، افزایش قطر و طول ریشه، افزایش ریشه‌های خوشه‌ای و سطح تماس ریشه قابل توجیه است (۱). فسفر در استقرار اولیه ریشه گیاه و بر فعالیت‌های مریستمی و تقسیم سلولی اثر بسیار مهمی دارد لذا گیاه تحت تیمار با مقدار فسفر بیشتر، استقرار اولیه زودتری داشته و با افزایش دوره رشد رویشی و زایشی گیاه، اجزای عملکرد آن نیز افزایش می‌یابد (۱۹).

درصد پروتئین: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده تیمارهای کود آلی و کود فسفر در سطح یک درصد بر صفت درصد پروتئین معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل دو فاکتور بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳). در اثرساده تیمار کود آلی، بالاترین درصد پروتئین مربوط به بالاترین سطح کمپوست محلی یعنی ۲۰ تن

در هکتار به میزان ۱۱/۹۷ درصد بود. به دنبال آن سطوح ۱۰ تن در هکتار کمپوست محلی و ۲۵ تن در هکتار کود گاوی قرار گرفتند که به ترتیب منجر به تولید ۱۱/۱٤ و ۱۰/۸٦ درصد پروتئین دانه شدند. در اثر ساده کود فسفر مشاهده شد که با افزایش سطوح فسفر درصد پروتئین به ترتیب افزایش یافت، به‌نحوی که بیش‌ترین درصد پروتئین مربوط به سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود که نسبت به شاهد ۱/۸۳ درصد افزایش نشان داد (جدول٤). در دسترس بودن بهینه عناصر غذایی فسفر، نیتروژن و پتاسیم می‌تواند رشد گیاه را از طریق بالا بردن نرخ فتوسنتز افزایش دهد که خود سبب بهبود محتوای کلروفیل و پروتئین می‌شود. با توجه به وجود رابطه مستقیم بین پروتئین دانه و محتوای نیتروژن (۳۱) و دخیل بودن عنصر نیتروژن در تشکیل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک، افزایش محتوای پروتئین دانه تحت کاربرد سطوح بالای تیمارهای شیمیایی و دامی دور از انتظار نمی‌باشد. مظلومی میمندی و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند که کاربرد کود بیولوژیک فسفر در تشکیل و ثبات خاکدانه های خاک نقش مهمی را داشته و در نتیجه هدایت هیدرولیتیکی خاک بهبود یافته و باعث توسعه سیستم ریشه و بهبود جذب آب و عناصر غذایی شده است (۳۲).

نتیجه‌گیری کلی

گزینش مدیریت بهینه کودی به طور زیادی به برنامه‌های محیط زیست برای ممانعت از آلودگی زمین، آب و هوا بستگی دارد، بنابراین، سیستم مدیریت کودی مناسب شایسته گسترش و ترویج می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر کودهای مختلف بر اکثر صفات مورد بررسی مانند ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ و بوته، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. تعداد برگ گندم تحت تاثیر هیچ کدام از تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. بیش‌ترین تاثیر مثبت بر اکثر صفات را تیمار کمپوست محلی داشت و نتایج بهتری نسبت به کود گاوی و کود فسفر رقم زد. در برهم‌کنش تیمارها در اغلب صفات مشخص شد که بیش‌ترین میزان صفات اندازه‌گیری شده تحت تاثیر کاربرد تلفیقی کمپوست محلی همراه با سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود. استفاده از کودهای آلی می‌تواند به واسطه کم کردن مصرف کودهای شیمیایی، آلودگی‌های محیط زیست را کاهش داده و مواد آلی بیش‌تری در خاک به‌جا گذارد و از این رو سبب تولید محصولات سالم و با کیفیت شود. در نتیجه پیشنهاد می‌گردد برای به‌دست آوردن بیش‌ترین بازده و عملکرد گندم رقم ارگ در منطقه مورد نظر یا مناطق مشابه، از کمپوست محلی تولید شده در این آزمایش به میزان ۲۰ تن در هکتار به همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر استفاده گردد.

References

1. Kazemalilou, S., Najafi, N. and Reyhanitabar, A. 2018. Increasing the yield and yield components of sunflower by integrated application of phosphorus and sewage sludge under optimum and limited irrigation conditions. J Soil Water. 31: 6. 1637-1650. (In Persian)
2. Amjadian, A., Ghanbari, A. and Khomri, A. 2018. Investigation of plant nutrition management (organic, inorganic and integrated fertilizers): On the accumulation and balance of macro and micro elements in wheat grain. Agroecol. 10: 1. 186-202. (In Persian)
3. Moradi, M., Soleimani Fard, A., Naseri, R., Ghasemi, M. and Abroumand, K. 2015. Changes in agronomic traits and wheat harvest index under the influence of manure and growth-promoting bacteria at different levels of nitrogen. crop Physiol. 7: 28. 73-90. (In Persian)
4. Monjezi, S., Norouzi masir, M., Moezzi, A. and Mahmoudisourestani, M. 2018. Effect of some organic and chemical fertilizers on zinc uptake and growth

indices of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). J. Soil Manage Sustain Prod. 8: 2. 63-82. (In Persian)
5. Shojaeian Kishi, F., Yadavi, A.R., Salehi, A. and Movahhedi Dehnavi, M. 2019. Assessment of agronomical traits and photosynthesis pigments of linseed (*Linum usitatissimum* L. cv. Norman) under irrigation cut-off condition and application of mycorrhiza fungi and phosphate bio fertilizer in Yasouj. J. Agric. Sustain. 29: 4. 65-81. (In Persian)
6. Ofosu-Budu, G.K., Hogarh, J.N., Fobil, J.N., Quaye, A., Danso, S.K.A. and Carboo, D. 2010. Harmonizing procedures for the evaluation of compost maturity in two compost types in Ghana. Resour. Conserv. Recycl. 54: 3. 205-209.
7. Kumar, T.S., Swaminathan, V. and Kumar, S. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (Artemisia pallens Wall.). Electron J. Environ Agric. Food Chem. 8: 2. 86-95.
8. Habibi, S. and Majidian, M. 2014. The effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermicompost on yield and quality of hybrid sweet corn. J. Crop Prod. 4: 11. 15-25. (In Persian)
9. Gruhn, P., Goletti, F. and Yudelman, M. 2000. Integrated nutrient management, soil fertility and sustainable agriculture: current issues and future challenges. International Food Policy Research Institute, Washington DC, USA. 38 p.
10. Mahidi, S., Hassan, S., Hussain, G.I. and Faisul-ur-Rasool , A. 2011. Phosphorus availability issue-its fxation and role of phosphate solubilizing bacteria in phosphate solubilization-case study. Res. J. Agric. Sci. 2: 174-179.
11. Azimi, S.M., Nabati, E., Lak, M. and Shaban, M. 2015. Effect of N and P fertilizers on yield components of barley. Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res. 2: 2. 365-370.
12. Araujo, A.P., Teixeira, M.G. and Almeida, D.L. 1996. Phosphorus efficiency of wild and cultivated genotypes of common bean under biological nitrogen fixation. Soil Biol. Biochem. 29: 5. 951-957.
13. Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y. and Kumari, U.R. 2008. An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresour. Technol. 99: 6. 1672-1681.
14. Vafapour, M., Jahanbin, S., Yadavi, A. and Fallah Maki, M. 2011. Effect of phosphorus foliar application and cessation of irrigation on yield and yield components of winter wheat of Alvand cultivar. J. Crop Prod. 1: 1. 89-95. (In Persian)
15. Sannathimmappa, H.G., Gurumurthy, B.R., Jayadeva, H.M., Rajanna, D. and Shivanna, M.B. 2015. Effect of paddy straw based integrated nutrient management practices for sustainable production of rice. J. Agric. Vet. Sci. 8: 1. 74- 77.
16. Khoshgoftar Manesh, A. and Kalbasi, M. 2002. Effect of leachate residue on soil properties, growth and yield of wheat. J. Agric. Sci. Technol. 6: 3. 148-141. (In Persian)
17. Keeling, A.A., McCallum, K.R. and Beckwith, C.P. 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (Triticum aestivum L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) through the action of water-extractable factors. Bioresour. Technol. 90: 2. 127-132.
18. Hassanzadeh, A., Mazaheri, D., Chaichi, M. and Khavazi, K. 2007. Consumption efficiency of bacteria that facilitate phosphorus uptake and phosphorus chemical fertilizers on yield, yield components and barley. Res. Const. 20: 4. 111-118. (In Persian)
19. Manske, G.G.B., Ortiz-Monasterio, J.I. Van Ginkel, M., Gonzalez, R.M., Fisher, R.A., Rajram, S. and Vlek, P.L. G. 2001. Importance of P uptake efficiency versus P utilization for wheat yield in acid and calcareous soils in Mexico. Eur. J. Agron. 14: 4. 261-274.
20. Markarian, S., Najafi, N., Ali Asgharzadeh, N. and Ostan, S. 2016. Interactive effects of Ensifer meliloti (Sinorhizobium meliloti) and phosphorus on some growth

characteristics of alfalfa under soil water deficit conditions. J. Soil Biol. 3: 2. 163-178.
21. Baldantoni, D., Leone, A., Iovieno, P., Morra, L., Zaccardelli, M. and Alfani, A. 2010. Total and available soil trace element concentrations in two Mediterranean agricultural systems treated with municipal waste compost or conventional mineral fertilizers. Chemosphere. 80: 9. 1006-1013.
22. Licitra, G., Hernandez, T. M. and VanSoest, P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 57: 4. 347-358.
23. Gerami, F., Aynehband, A. and Fateh, E. 2013. Effect of green manure crops and nitrogen fertilizer levels on dry matter remobilization efficiency in wheat (Triticum aestivum L.) internodes. J. agroecol. 5: 4. 406-415. (In Persian)
24. Liang, Y.J.S., Nicolic, M., Peng, Y., Chen, Y.W. and Jiang, Y. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil Biol. Biochem. 37: 1185-1195.
25. Azzaz, N.A., Hassan, E.A. and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Aust. J. Basic Appl. sci. 3: 2. 579-87.
26. Donaldson, E., Schilinger, F.W. and Doffing, S.M. 2001. Straw production and grain yield in relationships winter wheat. Crop Sci. 41: 1412-1419.
27. Asghar, A., Ali, A., Syed, W.H., Asif, M., Khaliq, T. and Abid, A.A. 2010. Growth and yield of maize (Zea Mays L.) cultivars affected by NPK application in different proportion. Pak. J. Sci. 62: 87-102.
28. Saeidnejad, A. and Rezvani Moghaddam, P. 2011. Investigation the effect of compost, vermicompost, cow and sheep manures on yield, yield components and essence percentage of cumin (*Cuminum cyminum*). J. Hortic. Sci. 24: 2. 142-148.
29. Jahani, M., Besharati, H. and Golchin, A. 2011. The effect of enriched vermicompost on seedling appearance percentage and dry weight of 704 single cross hybrid maize. Soil Res. 25: 1. 33-38. (In Persian)
30. Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. J. Sustain. Agric. 28: 1. 41-54.
31. Kafi, M., Jafarnejad, A. and Jami Al-Ahmadi, M. 2011. Wheat-ecology, physiology and yield estimation (translation), Ferdowsi University of Mashhad Publications. 480 p. (In persian)
32. Mazloumi meymandi, M., Pirzad, A.R. and Jalilian, J. 2016. Interaction of mycorrhizal coexistence and supplementary irrigation on yield and quality of forage and grain of dryland wheat under variable rainfall conditions at the end of the season. Ir. J. Rain. Agric. 2: 246-203. (In Persian)