J. Crop Prod. Process. 2026, 16(1), 59-74; DOI: 10.47176/jcpp.16.1.38811

Journal of Crop Production and Processing

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

Original Article

The Effect of Poultry Manure and Biofertilizers on Photosynthetic Pigments, Total Phenol, Yield Components and Grain Yield of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in the Yasouj Region

Kamran Alimardani[1], Amin Salehi*[1], Mohsen Movahhedi Dehnavi [1], Alireza Yadavi[1] and Reza Naghiha[2]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran
2. Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz ،Ahvaz. Iran

Extended Abstract:

Background and objectives: *Fagopyrum esculentum* Moench (buckwheat) is one of the valuable species whose flour is widely used in the production of bread, pasta, and gluten-free products. Due to its high nutritional value and good digestibility, it is considered an excellent option in healthy and balanced diets. Given the increasing consumption, its cultivation has gained significant importance. Increasing crop production, including buckwheat, relies on proper soil nutrient management, achieved through correct nutrient replacement. Combining biofertilizers and organic fertilizers can help promote healthy plant growth, boosting performance while mitigating the harmful effects of chemical fertilizers on human health and environment. In order to evaluate the effects of organic and biofertilizers, their interaction and finding appropriate fertilizer combination levels on photosynthetic pigments, total phenol content, yield components, and grain yield of buckwheat under field conditions, this study was conducted for the first time in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a factorial arrangement based on a randomized complete block design with three replications at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Southwest of Iran in 2022. The first factor was poultry manure applied at four levels: 0, 4, 8, and 12 t ha^{-1}, and the second factor was biofertilizer at seven levels: control, mycorrhiza, Azotobacter, Pseudomonas, mycorrhiza + Pseudomonas, mycorrhiza + Azotobacter, and mycorrhiza + Pseudomonas + Azotobacter. The measured variables included photosynthetic pigments, total phenol content, yield components, and grain yield. To determine yield components, 10 plants were randomly selected from the four central rows (excluding edge effects) of each experimental plot, and the average number of inflorescences per plant, grains per inflorescences, grains per plant, and grain weight per plant were recorded. For grain yield determination, plants in the two central rows (0.6 m wide and 2 m long, totaling 1.2 m^2) were harvested after excluding edge effects. Samples were dried at 70 ˚C for 48 hours in an oven, weighed, and final grain yield was calculated.

Results: The results of variance analysis showed that main effect of biofertilizer and poultry manure on chlorophyll a, b, total chlorophyll, total phenol content and interaction effect of biofertilizer and poultry manure on carotenoid content was significant at a 1% probability level. Moreover, the interaction between biofertilizer and poultry manure was significant for yield components and grain yield. Based on the results obtained, the highest total chlorophyll content was obtained from the main effect of poultry manure (1.28 mg/g) and biofertilizer (0.75 mg/g) in the 12 tons/hectare poultry manure treatment and the mycorrhiza + Azotobacter + Pseudomonas treatment, respectively. The main effects of poultry manure and biofertilizers on total phenol content in the aerial parts were significant, with the highest total phenol observed in the

Received: Oct. 20, 2025; Revised: Jan. 14, 2026; Accepted: Jan. 18, 2026; Published Online: Apr. 08, 2026.
*Corresponding Author :aminsalehi@yu.ac.ir

Journal of Crop Production and Processing

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

poultry manure treatment of 12 tons/ha and mycorrhiza treatment combined with azotobacter and pseudomonas application, respectively. The comparison of interaction means indicated that the highest number of inflorescences per plant, number of seeds per inflorescence, and grain weight per plant, with values of 32, 8.87, and 7.46 g, respectively, were obtained from the treatments of 12 t ha^{-1} poultry manure + Pseudomonas, 12 t ha^{-1} poultry manure + mycorrhiza, and 12 t ha^{-1} poultry manure + mycorrhiza + Azotobacter. Grain yield was significantly affected by the interaction between poultry manure and biofertilizer, with the highest yield (4087.3 kg ha^{-1}) obtained from the treatment of 12 t ha^{-1} poultry manure + mycorrhiza + Azotobacter + Pseudomonas. According to the results of this study, the interaction between poultry manure and biofertilizer significantly influenced most yield components and grain yield, with the maximum grain yield achieved from the same combined treatment of 12 t ha^{-1} poultry manure + mycorrhiza + Azotobacter + Pseudomonas.

Conclusion: Based on the results of this research, evaluation of the effect of poultry manure and biofertilizer on photosynthetic pigments, yield components and grain yield indicated that using poultry manure and biofertilizer increased photosynthetic pigments and total phenol content. In addition to, the increased growth of buckwheat under the combination of poultry manure and biofertilizer led to increased yield components and grain yield, such that, the most traits related to the yield components and grain yield were obtained at the highest levels of combined poultry manure and biofertilizer, indicating the importance of integrated application and synergistic effects of these fertilizers in organic buckwheat production. Therefore, the use of organic and bio fertilizers in this experiment contributed to the healthy and sustainable production of buckwheat.

Keywords: Azotobacter, grain yield, mycorrhiza, Number of inflorescences per plan, photosynthetic pigments, Pseudomonas

How to Cite: Alimardani K., Salehi A., Movahhedi Dehnavi M., Yadavi A., Naghiha R., The effect of poultry manure and biofertilizers on photosynthetic pigments, total phenol, yield components and grain yield of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in the Yasouj region. *J. Crop Prod. Process*. 2026, 16(1), 59-74. (*In Persian*). DOI: 10.47176/jcpp.16.1.38811.

Copyright © 2025 Isfahan University of Technology, Published by Isfahan University of Technology press. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۴۰۵، دوره ۱۶، شماره ۱، صص. ۷۴-۵۹، DOI: 10.47176/jcpp.16.1.38811

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
صفحه خانگی نشریه: https://jcpp.iut.ac.ir/

مقاله پژوهشی

تأثیر کودهای مرغی و زیستی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، فنل کل، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum* Moench) در منطقه یاسوج

کامران علیمردانی[۱]، امین صالحی[۱*]، محسن موحدی دهنوی[۱]، علیرضا یدوی[۱] و رضا نقی‌ها[۲]

چکیده– گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum* Moench) یکی از گونه‌های با ارزش است که آرد آن در تهیه‌ی نان، ماکارونی و محصولات بدون گلوتن کاربرد گسترده‌ای دارد و به‌دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و قابلیت هضم مناسب، گزینه‌ای عالی در رژیم‌های غذایی سالم و متعادل محسوب می‌شود. با توجه به افزایش مصرف، کشت آن دارای اهمیت زیادی است. به‌منظور ارزیابی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، میزان فنل کل، اجزای عملکرد و عملکرد گندم سیاه در شرایط مزرعه‌ای برای اولین بار در استان کهگیلویه و بویر احمد بود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۴۰۱ انجام شد. عامل اول آزمایش کود مرغی در چهار سطح شامل، صفر، ٤، ۸ و ۱۲ تن در هکتار و عامل دوم کود زیستی در هفت سطح شامل (شاهد، مایکوریزا، ازتوباکتر، سودوموناس، مایکوریزا + سودوموناس، مایکوریزا + ازتوباکتر و مایکوریزا + سودوموناس + ازتوباکتر) در نظر گرفته شدند. متغیرهای مورد بررسی شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی، فنل کل، اجزای عملکرد و عملکرد دانه بودند. براساس نتایج به‌دست آمده بیشترین میزان کلروفیل کل به‌ترتیب برای اثر اصلی کود دامی (۱/۲۸ میلی‌گرم بر گرم) و کود زیستی (۰/۷۵ میلی‌گرم بر گرم) از تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار و تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس به‌دست آمد. برای اثر اصلی کود مرغی بیشترین میزان فنل کل اندام هوایی (۸/۹۷ میلی‌گرم در گرم) از تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار حاصل شد. مقایسه میانگین برهم‌کنش‌ها نشان داد بیشترین تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و وزن دانه در بوته به‌ترتیب ۳۲ و ۸/۸۷ عدد و ۷/٤٦ گرم به‌ترتیب از تیمارهای، ۱۲ تن کود مرغی در هکتار + سودوموناس، ۱۲ تن کود مرغی در هکتار + مایکوریزا و ۱۲ تن کود مرغی در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر حاصل شد. عملکرد دانه تحت تاثیر برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی معنی‌دار شد و بیشترین میزان آن ٤۰۸۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس بود. براساس نتایج این پژوهش برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر بیشتر صفات اجزای عملکرد و عملکرد دانه مؤثر واقع شد به‌طوری‌که از تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس بیشترین میزان عملکرد دانه حاصل شد. نتایج نشان داد که کاربرد کودهای مرغی و زیستی با اثرگذاری بر دستگاه فتوسنتزی، موجب بهبود اجزای عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد دانه گندم سیاه شد. همچنین استفاده از تیمارهای آلی و زیستی، ضمن افزایش صفات کمی و کیفی این گیاه، بستر مناسبی برای توسعه کشت آلی و دستیابی به تولید سالم و پایدار مبتنی بر نهاده‌های سازگار با محیط‌زیست فراهم ساخت.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، تعداد خوشه در بوته، رنگیزه‌های فتوسنتزی، سودوموناس، عملکرد دانه، مایکوریزا

دریافت مقاله: ۱٤۰٤/۰۷/۲۸، بازنگری: ۱٤۰٤/۱۰/۲٤، پذیرش: ۱٤۰٤/۱۰/۲۸، اولین انتشار: ۱٤۰۵/۰۱/۱۹

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۲. گروه پاتولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

*: نویسنده مسئول، رایانامه: aminsalehi@yu.ac.ir

حق انتشار این مستند، متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است. ۱٤۰۳ ©.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است:

Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

مقدمه

گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum* Moench) گیاهی متعلق به خانواده هفت‌بند (۲۱) و یکی از گیاهان مهم در کشاورزی آلی است (۱۹). این گیاه از نظر اهمیت غذایی یکی از شبه غلات بسیار ارزشمند به شمار می‌رود، زیرا ترکیب متعادلی از مواد مغذی ضروری را در خود دارد. این دانه دارای پروتئینی با کیفیت بالا و غنی از اسیدهای آمینه ضروری است که در بسیاری از غلات معمولی مانند گندم و برنج کمتر یافت می‌شود. همچنین، فیبر بالای آن باعث بهبود هضم و احساس سیری طولانی‌تر می‌شود. از نظر مواد معدنی، گندم سیاه منبع خوبی از منیزیم، آهن، روی و منگنز است و از نظر ویتامین‌ها، مقدار قابل‌توجهی از ویتامین‌های گروه B را داراست که برای متابولیسم بدن ضروری‌اند. آرد گندم سیاه در تهیه‌ی نان، پنکیک، ماکارونی و محصولات بدون گلوتن کاربرد گسترده‌ای دارد و به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و قابلیت هضم مناسب، گزینه‌ای عالی در رژیم‌های غذایی سالم و متعادل محسوب می‌شود (۱۱ و ۲۲). ارزش تغذیه‌ای دانه این گیاه نسبت به دانه غلات حقیقی بیشتر بوده و به‌عنوان یک منبع عالی از پروتئین با کیفیت و یک منبع غنی از اسیدآمینه ضروری لیزین (میزان این اسیدآمینه در غلات بسیار پایین است) محسوب می‌شود (۸ و ۱٦). برخی مطالعات نشان داده‌اند که گندم سیاه به‌دلیل سازگاری بوم‌شناختی بالا می‌تواند در مناطق گسترده‌ای کشت و کار شود (۲٤). در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۹ انجام شد سطح زیر کشت گندم سیاه بالغ بر سه میلیون هکتار ذکر شده که بیشترین سطح زیر کشت آن به اتحاد جماهیر شوروی (٥٤ درصد) و بعد از آن به چین (۳۸ درصد) نسبت داده شده است (٦). با توجه به افزایش جمعیت جهان و شرایط زندگی جوامع بشری، نیاز به مواد غذایی بیشتر و کیفیت بهتر ضروری است و از طرفی با شرایط اقلیمی کشور و از آنجاکه این گیاه توقعات تغذیه‌ای پایینی دارد و در خاک‌های غیرحاصلخیز نیز رشد نسبی مناسبی دارد، توسعه کشت آن با داشتن خصوصیات مطلوب غذایی گزینه مناسبی برای استفاده است (۱۸).

راهکار تولید بیشتر گیاهان، مستلزم مدیریت عناصر غذایی خاک است که این مهم با جایگزینی صحیح عناصر غذایی حاصل می‌شود (۳٤). نیتروژن، مهمترین عنصر ضروری برای رشد گیاهان است، به گونه‌ای که محدودیت نیتروژن به‌عنوان یک ماده غذایی اصلی تولید جهانی محصولات را مختل می‌کند (۷). بنابراین، کاربرد کودها به‌منظور دستیابی به یک تولید پایدار و ایده‌آل ضروری است. در دیگر تحقیقات نیز افزایش چشمگیر عملکرد گندم سیاه با افزایش سطوح نیتروژن گزارش شده است (۱۷). در این راستا استفاده از مواد جایگزین (کودهای آلی) یک راهکار مهم برای حفظ حاصلخیزی خاک و کاهش وابستگی به کودهای معدنی (شیمیایی) است (۱۲). کودهای آلی به‌دلیل دارا بودن عناصر غذایی ضروری و دیگر مزایا (تأثیر بر خواص فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک)، برای ارتقاء کیفیت و سلامت خاک و همچنین افزایش عملکرد گیاهی استفاده می‌شوند (۲۷). در میان کودهای آلی، کود مرغی به‌دلیل غلظت نیتروژن بالا، کیفیت بالای کربن، C/N پایین و فراهم کردن مقادیر زیادی از عناصر غذایی مهم مورد نیاز رشد گیاه، اهمیت زیادی دارد (۱). از طرفی، برخی گزارش‌ها حکایت دارد که کاربرد کودهای آلی به تنهایی، برای تأمین همه عناصر مورد نیاز گیاه و بازگشت مواد مغذی به خاک مناسب نیست (۲٦). گرچه استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی قدمت زیادی دارد ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. یکی از راه‌های دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار، استفاده از میکروارگانیسم‌هایی است که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی گیاهان دارند. کودهای زیستی به تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌هایی که در ارتباط با تثبیت نیتروژن و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک فعالیت می‌کنند اشاره دارد (۲۵). همچنین کاربرد کودهای زیستی نظیر ازتوباکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی موجود در اتمسفر از طریق تولید هورمون های رشد گیاهی موجب بهبود وضعیت تغذیه و رشد گیاه می‌شوند (۳۲). باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌توانند به‌طور مستقیم موادی تولید کرده و در اختیار گیاهان قرار دهد

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

pH	نیتروژن (درصد)	فسفر (پی‌پی‌ام)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	آهن (پی‌پی‌ام)	روی (پی‌پی‌ام)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	بافت خاک (درصد)
۷/۵۴	۰/۰۸	۹/۴	۶۰۰	۵/۱۲	۰/۹۲	۰/۷۸	۰/۶۶	لوم سیلتی

جدول ۲. مشخصات شیمیایی کود مرغی معمولی مورد استفاده

pH	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کربن‌آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده‌آلی (درصد)
۷/۲۶	۱/۵۳	۱/۷۲	۲/۶۹	۱۳/۱	۱۴/۷۳	۲۲/۵

که جذب برخی مواد مغذی توسط گیاه از محیط را تسهیل می‌کند. یکی از مؤثرترین گونه‌های جنس سودوموناس، گونه سودوموناس پوتیدا است که از طریق تلقیح بذر در گیاهان زراعی برای افزایش رشد، عملکرد و تحمل به خشکی استفاده می‌شود (۲۹). در تحقیقی دیگر بیان شده است که کشت گندم سیاه با استفاده از کود مرغی و گاوی (کاربرد سطحی برای تأمین ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار محاسبه و با اعمال راندمان آزاد سازی نیتروژن ۵۰ درصد) و کود شیمیایی اوره، در مقایسه با کود گاوی و اوره بیشترین میزان کلروفیل a و b، کاروتنوئید و عملکرد دانه از مصرف کود مرغی به‌صورت نواری به‌دست آمد (۹). همچنین در مورد فنل (۳۵) گزارش شده است که عصاره پلی فنول گندم سیاه دارای ترکیبات روتین، کوئرستین، هیپروسید و الیگومرهای فنلی بود. در پژوهشی دیگر در مورد کود مرغی گزارش شد کود مرغی که سرشار از عناصر غذایی است در همان ابتدا با فراهم نمودن نیتروژن قابل دسترس موجب افزایش توان فتوسنتزی و درنتیجه افزایش عملکرد در گندم سیاه شده است (۹). کودهای زیستی با توجه به معدنی سازی و تولید هورمون‌ها نقش بسزایی بر صفات مختلف کمی و کیفی گیاهان دارند در تحقیقی بیان شده است کاربرد همزمان برخی کودهای زیستی و به‌طور خاص ازتوباکتر و سودوموناس به‌دلیل وجود رابطه هم‌افزایی بین آنها سبب استفاده بهتر از منابع غذایی می‌شود (۳۶). نتایج پژوهش‌های مختلف توسط محققین نشان از تأثیر مثبت کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر تولید پایدار گیاهان مختلف دارد. درهمین راستا تغذیه غیرشیمیایی گیاهان زراعی به‌ویژه در کشاورزی آلی دارای اولویت است، در چنین شرایطی توسعه کشت گیاهان زراعی با تغییر نوع کوددهی نیز همراه است. از این‌رو برای کمک به تغذیه سالم این گیاهان می‌توان از کودهای زیستی همراه با کودهای آلی نیز بهره برد تا علاوه بر افزایش صفات عملکردی از مضرات مصرف کودهای شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست جلوگیری کرد. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی اثرات منابع کودی سازگار با بوم‌نظام و برهم‌کنش آنها و یافتن سطوح تلفیقی مناسب کودی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم سیاه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایشی به‌صورت مزرعه‌ای در سال ۱۴۰۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج با مختصات جغرافیایی به ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی، در ارتفاع ۲۰۹۲ متری از سطح دریا، اجرا شد. قبل از انجام عملیات کاشت، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک و کود مرغی مورد استفاده، نمونه‌برداری جهت بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی صورت گرفت، که به‌ترتیب در (جدول ۱) و (جدول ۲) بیان شده

جدول۳. داده‌های هواشناسی از زمان کاشت تا برداشت گندم سیاه در یاسوج

ماه‌های سال ۱٤۰۱	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)	رطوبت نسبی (درصد)
تیرماه	۲۷/٤	۰	۲٤/۱
مرداد ماه	۲٦/٥	۳۹	۳۹/٤
شهریور ماه	۲۳/۲	٤	۳/۳۰
مهر ماه	۱۹/٥	۰	۲٥/٦

است. اطلاعات فراسنجه‌های مهم هواشناسی طی دوره اجرای آزمایش نیز برای منطقه مورد بررسی در (جدول ۳) نشان داده شده است، تاریخ کاشت بذر دوم تیر ماه سال ۱٤۰۱ بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول آزمایش کود مرغی معمولی در چهار سطح (صفر، ٤، ۸ و ۱۲ تن کود مرغی در هکتار) و فاکتور دوم کود زیستی در هفت سطح (شاهد، مایکوریزا، ازتوباکتر، باکتری حل کننده فسفر، مایکوریزا + ازتوباکتر، مایکوریزا + باکتری حل کننده فسفر، مایکوریزا + ازتوباکتر + باکتری حل کننده فسفر)، با سه تکرار بود. در ابتدا جهت انجام خاک‌ورزی اولیه، عملیات شخم و دیسک در عمق مناسب و سپس فرآیند تسطیح و ایجاد شیارهای لازم در قالب عملیات آماده‌سازی و طرح‌ریزی کرت‌های آزمایشی انجام گرفت. هر کرت آزمایش به طول سه متر و عرض ۱/۸۰ متر دارای شش خط کاشت با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۳/٥ سانتی‌متر و عمق کاشت بذر سه سانتی‌متر، و تراکم ۹٥ بوته در متربع بود. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ٦۰ سانتی‌متر و فاصله تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کود زیستی مایکوریزا آربوسکولار (هر گرم کود زیستی حاوی ۱۲۰ اسپور) از گونه *Funneliformis moseae* از کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک همدان تهیه و سپس بر پایه‌ی توصیه‌ی شرکت سازنده به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت نواری زیر بذرها قرار داده شد.

بذرهای گندم سیاه معمولی (*Fagopyrum esculentum* Moench) از شرکت کشت گستر ۸۷ مرودشت- شیراز تهیه شده و سپس با هیپوکلریت سدیم پنج درصد به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی شد. کودهای زیستی شامل (ازتو باکتر کروکوکوم) و باکتری‌های حل کننده فسفات (سودوموناس پوتیدا) قبل از کاشت به وسیله مایه تلقیح مایع که هر میلی لیتر آن حاوی $۱۰^{۸}$ واحد تشکیل دهنده کلنی (cfu) باکتری زنده و فعال سویه باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و سودوموناس پوتیدا که همگی طبیعی و بومی خاک‌های کشور بوده و توسط بخش بیولوژی تحقیقات خاک موسسه تحقیقات آب و خاک جدا و خالص‌سازی شده و مایه تلقیح آن‌ها آماده می‌شود، تهیه شد. یک ساعت قبل از کاشت بر اساس دستورالعمل بذور تلقیح شدند (۱٥). به‌منظور اطمینان از پوشش سبز مناسب در هر کپه تعداد سه بذر قرار داده شد. اولین آبیاری بعد از کاشت انجام شد. طی فصل رشد نیز به دفعات لازم وجین دستی علف‌های هرز انجام گرفت. عمل تنک کردن در مرحله ٥-٤ برگی انجام و سپس آبیاری بر اساس نیاز گیاه به صورت نوار تیپ انجام شد. در طول دوره رشد مراقبت‌های لازم ازجمله وجین علف‌های هرز با دست انجام شد. برای آزمایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در نیمه دوم مرداد ماه نمونه‌های برگی تهیه شد. میزان کلروفیل به روش آرنون (۳) و مقدار کاروتنوئید به روش لیچن‌تالر (۲۳) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش فنل کل در زمان شروع گلدهی جمع‌آوری شده و سپس به‌مدت دو هفته در سایه خشک و آسیاب شدند و فنل کل اندام هوایی با طول موج ۷۲۰nm با دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد (۱٤). نمونه‌گیری برای

جدول ٤. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر کود مرغی، کود زیستی و برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و فنل کل در گندم سیاه

منابع تغییر	درجه آزادی	**کلروفیل a**	**کلروفیل b**	کلروفیل کل	کارتنویید	**فنل کل**
تکرار	۲	۰/۰۰٦	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۱۵
کود مرغی	۳	۰/٦۲**	۰/۲٦**	۱/٦۸**	۰/۰۹**	۲۱/۲**
کود زیستی	٦	۰/۰۲**	۰/۰۱**	۰/۰٦**	۰/۰۰۲**	۵/۰۹**
کود مرغی × کود زیستی	۱۸	۰/۰۰۰۷ ns	۰/۰۰۰۰۸ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۳*	۰/٤٤ ns
خطا	٥٤	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/٤۱
ضریب تغییرات (٪)		۵/٦۲	۱۰/۲۱	۵/٦۷	٤۹/۵	۸/۱

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

تعیین اجزای عمکرد قبل از برداشت مزرعه قبل از نیمه اول مهرماه انجام گرفت. برداشت کامل برای تعیین عملکرد اقتصادی بعد از اتمام نمونه‌گیری اجزای عملکرد در اواسط مهرماه انجام شد. تعداد ۱۰ بوته از چهار ردیف میانی (حذف اثر حاشیه‌ای) هر کرت آزمایشی به‌صورت تصادفی انتخاب و سپس میانگین تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته برای هر کرت، ثبت شد. برای تعیین عملکرد دانه پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، بوته‌های موجود در دو ردیف میانی به عرض ۰/٦ متر و طول دو متر و جمعاً به مساحت ۱/۲ مترمربع برداشت شد، سپس نمونه‌هایی برای تعیین وزن خشک به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند و پس از توزین، در نهایت عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS version 9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج

غلظت کلروفیل a

اثر کود مرغی و کود زیستی بر غلظت کلروفیل a گندم سیاه معنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین اثر کود مرغی بر غلظت کلروفیل a نشان داد بیشترین میزان غلظت کلرفیل a برابر با (۰/۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار بود که نسبت به شاهد ۸۵ درصد افزایش داشت و کمترین میزان کلروفیل a ، ۰/٤۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، مربوط به تیمار کود مرغی صفر (شاهد) بود (جدول ۵). همچنین بیشترین غلظت کلروفیل a تحت تأثیر کود زیستی به میزان ۰/۷٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و مربوط به تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس بود که نسبت به شاهد ۱۹/۱ درصد افزایش داشت و با تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان غلظت کلروفیل a تحت تأثیر کود زیستی در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ٦).

غلظت کلروفیل b

اثر کود مرغی و اثر کود زیستی بر میزان غلظت کلروفیل b گندم سیاه معنی‌دار شد (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میزان کلروفیل b تحت تأثیر کود مرغی به میزان (۰/٤۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط در تیمار شاهد به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۱/۵۱ برابر افزایش داشت و کمترین میزان غلظت کلروفیل b تحت تأثیر کود مرغی (۰/۱۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و مربوط به تیمار کود مرغی صفر (شاهد) بود (جدول ۵). همچنین بیشترین غلظت کلروفیل b تحت تأثیر کود زیستی به میزان (۰/۳٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس بود و نسبت به شاهد ۲۹ درصد افزایش داشت و کمترین میزان (۰/۲٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر کود زیستی بر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در گندم سیاه

تیمار کود مرغی (تن در هکتار)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	فنل کل (میلی‌گرم بر گرم)
صفر	۰/٤٧^{d}	۰/۱۷^{d}	۰/٦٤^{d}	٦/٦^{d}
٤	۰/٦۱^{c}	۰/۲٤^{c}	۰/۸٥^{c}	۷/٦٦^{c}
۸	۰/۷٤^{b}	۰/۳۳^{b}	۱/۰۷^{b}	۸/۳^{b}
۱۲	۰/۸۷^{a}	۰/٤۳^{a}	۱/۲۹^{a}	۸/۹۷^{a}

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٦. مقایسه میانگین اثر کود مرغی بر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در گندم سیاه

کود زیستی	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	فنل کل (میلی‌گرم بر گرم)
شاهد	۰/٦۲^{c}	۰/۲٦^{c}	۰/۸۹^{d}	٦/۹۸^{d}
ازتوباکتر	۰/٦۸^{b}	۰/۳۰^{b}	۰/۹۷^{b}	۸/۰۸^{b}
سودوموناس	۰/٦٥^{bc}	۰/۲۷^{c}	۰/۹۳^{cd}	۷/۹۳^{c}
مایکوریزا	۰/٦٤^{c}	۰/۲۷^{e}	۰/۹۱^{cd}	۷/٤۱^{c}
مایکوریزا × ازتوباکتر	۰/۷۱^{a}	۰/۳۲^{b}	۱/۰۳^{a}	۸/٥۳^{ab}
مایکوریز ا× سودوموناس	۰/٦۷^{b}	۰/۲۸^{bc}	۰/۹٥^{cb}	۸/۰۱^{b}
مایکوریزا × ازتوباکتر × سودوموناس	۰/۷٤^{a}	۰/۳۳^{a}	۱/۰۸^{a}	۸/۷۸^{a}

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

و مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ٦).

غلظت کلروفیل کل

اثرات کود مرغی و زیستی بر میزان کلروفیل کل معنی‌دار شد اما برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر میزان کلروفیل کل معنی‌دار نبود (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین اثر کود مرغی بر میزان کلروفیل کل نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل (۱/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار بود که نسبت به شاهد ۱/۰۲ برابر افزایش داشت و کمترین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر کود مرغی ۰/٦٤ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر، مربوط به تیمار کود مرغی صفر بود (جدول ٥). همچنین مقایسه میانگین اثر کود زیستی بر کلروفیل کل نشان داد بیشترین میزان کلروفیل کل (۱/۰۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس بود که با تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به شاهد ۲۱/۹ درصد افزایش داشت. علاوه بر آن کمترین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر کود زیستی (۰/۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ٦).

کارتنوئید برگ

نتایج نشان داد اثرات اصلی کود مرغی و کود زیستی و همچنین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر میزان کارتنوئید برگ گندم سیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ٤). نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی

جدول ۷ . میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر کود مرغی، کود زیستی و برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر اجزای عملکرد و عملکردانه در گندم سیاه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد خوشه در بوته	تعداد دانه درخوشه	وزن دانه در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه
تکرار	۲	۱/۲٤	۰/۰۵	۰/۱۹	۳/۱۹	۱۲۱۷٤۲
کود مرغی	۳	۹٤۸**	٥٦/۳**	۹۰/۲**	۱۳۰٦۹۱**	۲۲٤٤٦۸٥٤**
کود زیستی	٦	۱۲/۲**	۱/٦۷**	۰/۷*	۲۱۸۷**	۱۷۹٤٦۰**
کودمرغی × کودزیستی	۱۸	٤/٥۸**	۰/۸٤**	۱/۲۸ **	۹٤۲**	۲۰۰۹۰٦**
خطا	٥٤	۱/٦۹	۰/۰۵	۰/۲٦	۹٥/۱	٥۹٤٦۸
ضریب تغییرات (٪)		٥/٥۳	۳/۸۸	۱۱/٥	٦/٥۳	۹/۹۱

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد

نشان داد بیشترین میزان کارتنوئید برگ به میزان (۰/۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + سودوموناس + ازتوباکتر بود که با تیمار کود مرغی۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + سودوموناس تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به شاهد ۲۲ درصد افزایش داشت (جدول ۸). علاوه بر آن برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی نشان داد کمترین میزان کارتنوئید برگ (۰/۱۱ میلی‌گرم بر گرم) و مربوط به تیمار کود مرغی صفر + مایکوریزا بود (جدول ۸).

میزان فنل کل اندام هوایی

میزان فنل کل اندام هوایی در گندم سیاه تحت تأثیر معنی‌دار اثرات اصلی کودهای مرغی و زیستی قرار گرفت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر کود مرغی بر فنل کل نشان داد که بیشترین میزان فنل کل اندام هوایی گندم سیاه (۸/۹۷ میلی‌گرم در گرم) مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار بود که نسبت به شاهد ۱/۳٦ برابر افزایش داشت و کمترین میزان فنل کل اندام هوایی (٦/٦ میلی‌گرم در گرم) به کود مرغی صفر (شاهد) تعلق داشت (جدول ۵). همچنین تحت تأثیر کود زیستی بیشترین میزان فنل کل اندام هوایی (۸/۷۸ میلی‌گرم در گرم) در گندم سیاه مربوط به تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس بود که با تیمار مایکوریزا + ازتوباکتر تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به شاهد ۱۲٦ درصد افزایش نشان داد، افزون بر آن کمترین میزان فنل کل اندام هوایی (٦/۹۸ میلی‌گرم در گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ٦).

تعداد خوشه در بوته

اثر کود مرغی و کود زیستی و همچنین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر تعداد خوشه در بوته معنی‌دار شد (جدول ۷). مقایسه میانگین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی نشان داد بیشترین تعداد خوشه در بوته گندم سیاه (۳۲/۳ عدد) و مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا بود که با تیمارهای کود مرغی ۱۲ تن در هکتار، کودمرغی ۱۲تن در هکتار + سودوموناس، کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + ازتوباکتر، کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + ازتوباکتر + مایکوریزا، کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + سودوموناس و کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به شاهد ۳/۱۹ درصد افزایش داشت و کمترین تعداد خوشه در بوته به میزان (۱۳/۳ عدد) مربوط به تیمار کود مرغی صفر و شاهد کود زیستی بود (جدول ۸).

جدول ۸. مقایسه میانگین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر اجزای عملکرد و کارتنوئید گندم سیاه

کود مرغی (تن در هکتار)	کود زیستی	تعداد خوشه در بوته	تعداد دانه در خوشه	تعداد دانه در بوته	وزن دانه در بوته (گرم)	کارتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
صفر	شاهد	۱۳/۳^{j}	۳/۶۱^{o}	۴۷/۸^{q}	۱/۲۹^{m}	۰/۱۱۹^{kl}
	ازتوباکتر	۱۵/۸^{hij}	۴/۴^{lm}	۷۹/۹^{no}	۲/۵۱^{jk}	۰/۱۱۷^{kl}
	سودوموناس	۱۶/۶^{hi}	۳/۷۴^{no}	۶۲/۱^{qp}	۱/۹۱^{LM}	/۱۲۶۶^{jkl}
	مایکوریزا	۱۴/۵^{ij}	۴/۴۵^{l}	۶۴/۵^{op}	۲/۴۶^{jkl}	۰/۱۰۹^{l}
	ازتوباکتر+ مایکوریزا	۱۵/۴^{hij}	۳/۶۱^{o}	۵۶/۶^{qp}	۱/۹۲۳^{lm}	۰/۱۲۳^{jkl}
	سودوموناس+ مایکوریزا	۱۶/۹^{h}	۴/۹۱^{jk}	۸۳/۱^{mn}	۲/۲۲^{kl}	۰/۱۳۴^{jk}
	سودوموناس+ازتوباکتر+مایکوریزا	۱۶/۲^{hi}	۴/۰۶^{mn}	۶۵/۷^{op}	۲/۰۷^{klm}	۰/۱۴۳^{j}
۴	شاهد	۲۱/۸^{g}	۵/۳۸^{hi}	۱۱۶^{ij}	۲/۸۸^{kjk}	/۱۷۲۳^{i}
	ازتوباکتر	۲۰/۶^{g}	۴/۸۴^{jk}	۹۸/۳^{klm}	۳/۲۵^{lj}	۰/۱۸۳^{hi}
	سودوموناس	۲۰/۵^{g}	۴/۶۸^{kl}	۹۶/۳^{lm}	۲/۷۷^{ljk}	۰/۱۸۴^{hi}
	مایکوریزا	۲۱/۹^{fg}	۵/۱۳^{ij}	۱۱۲^{ijk}	۳/۴^{hi}	۰/۱۸۱^{hi}
	ازتوباکتر+ مایکوریزا	۲۱/۳^{g}	۵/۱۳^{ij}	۱۰۹^{ijk}	۴/۰۹^{gh}	۰/۱۸۱^{i}
	سودوموناس+ مایکوریزا	۲۴/۷^{cd}	۶/۶^{fg}	۱۶۲^{fg}	۴/۲۸^{g}	۰/۱۸۷^{hi}
	سودوموناس+ازتوباکتر+مایکوریزا	۲۲/۵^{defg}	۵/۶۱^{h}	۱۲۶^{i}	۳/۱۴^{lj}	۰/۱۸۸^{hi}
۸	شاهد	۲۲/۴^{efg}	۶/۴۴^{fg}	۱۴۴^{h}	۶/۵۰^{bc}	۰/۲۰۵^{gh}
	ازتوباکتر	۲۱/۹^{fg}	۶/۵۸^{fg}	۱۴۴^{h}	۵/۱۵^{ef}	۰/۲۲۷^{efg}
	سودوموناس	۲۵/۵^{bc}	۶/۵۳^{fg}	۱۶۵^{fg}	۴/۴۰^{fg}	۰/۲۲۷^{efg}
	مایکوریزا	۲۷/۵^{b}	۶/۶۲^{f}	۱۸۲^{e}	۵/۵۷^{df}	۰/۲۲۱^{fg}
	ازتوباکتر+ مایکوریزا	۲۴/۰^{cdef}	۶/۲۲^{g}	۱۴۹^{gh}	۶/۰۳^{cd}	۰/۲۴۱^{cdef}
	سودوموناس+ مایکوریزا	۲۷/۲^{d}	۷/۴۳^{de}	۲۰۲^{d}	۶/۵۴^{bc}	۰/۲۳۳^{def}
	سودوموناس+ازتوباکتر+مایکوریزا	۲۴/۲^{de}	۷/۱۸^{e}	۱۷۳^{ef}	۶/۷۱^{abc}	۰/۲۱۸^{fg}
۱۲	شاهد	۳۱/۳^{a}	۸/۱۸^{b}	۲۵۵^{bc}	۶/۳۳^{bcd}	۰/۲۵۶^{cd}
	ازتوباکتر	۳۱/۳^{a}	۷/۷۶^{cd}	۲۴۱^{c}	۶/۰۱^{cd}	۰/۲۵۸^{c}
	سودوموناس	۳۱/۲^{a}	۸/۰۵^{bc}	۲۴۹^{bc}	۷/۴۶^{a}	۰/۲۸۲^{b}
	مایکوریزا	۳۲/۳^{a}	۶/۴۲^{gf}	۲۰۷^{d}	۶/۹۳^{ab}	۰/۲۴۴^{cde}
	ازتوباکتر+ مایکوریزا	۳۲/۲^{a}	۸/۸۷^{a}	۲۸۵^{a}	۶/۴۴^{bc}	۰/۲۸۲^{b}
	سودوموناس+ مایکوریزا	۳۱/۹^{a}	۸/۲۰^{b}	۲۶۱^{b}	۶/۰۸^{cd}	۰/۲۹۲^{ab}
	سودوموناس+ازتوباکتر+مایکوریزا	۳۲/۱^{a}	۷/۷۱^{cd}	۲۴۷^{bc}	۶/۰۸^{cd}	۰/۳۱۳^{a}

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

تعداد دانه در خوشه

نتایج نشان داد برهم‌کنش کود زیستی و کود مرغی بر تعداد دانه در خوشه گندم سیاه معنی‌دار شد (جدول ۷). همچنین نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر تعداد دانه در خوشه گندم سیاه نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خوشه (۸/۸۷ عدد)، مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر بود و نسبت به شاهد ۱/۴۵ برابر افزایش داشت و کمترین میزان تعداد دانه در خوشه (۳/۶۱ عدد) مربوط به تیمار کود مرغی صفر و شاهد کود زیستی بود (جدول ۸).

وزن دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر وزن دانه در بوته گندم سیاه معنی‌دار بود (جدول ۷). همچنین نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی بر وزن دانه در بوته نشان داد که بیشترین وزن دانه در بوته گیاه گندم سیاه (۷/۴۶ گرم) و مربوط به تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + سودوموناس بود که با تیمارهای کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا و کود مرغی ۸ تن در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به شاهد ۱۷/۸ درصد افزایش داشت و کمترین وزن دانه در بوته (۱/۲۹ گرم) و مربوط به تیمار کود مرغی صفر و شاهد کود زیستی بود (جدول ۸).

تعداد دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در بوته گندم سیاه تحت تأثیر معنی‌دار کود مرغی، کود زیستی و برهمکنش کود مرغی در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۷). بیشترین تعداد دانه در بوته گندم سیاه (۹۴/ ۲۸۵ عدد) در تیمار کاربرد کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر مشاهده شد و نسبت به شاهد ۱۱/۷ درصد افزایش داشت و کمترین تعداد دانه در بوته (۴۷/۸ عدد) مربوط به تیمار کود مرغی صفر و شاهد کود زیستی بود (جدول ۸).

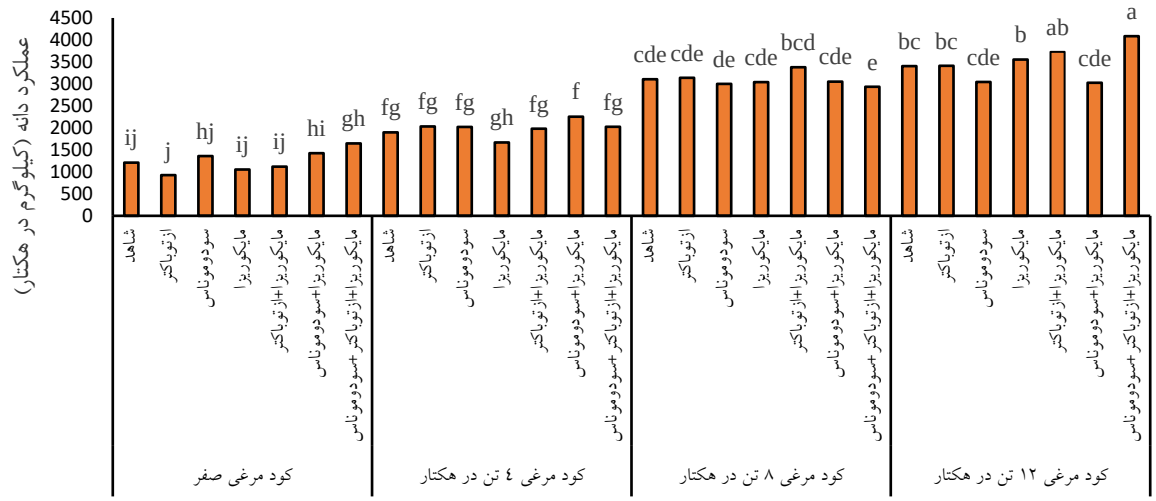
میزان عملکرد دانه

عملکرد دانه گندم سیاه تحت تأثیر معنی‌دار کود مرغی، کود زیستی و برهم‌کنش کود مرغی در کود زیستی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین برهم‌کنش کود مرغی و کود زیستی نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۴۰۸۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار + مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۰/۱ درصد افزایش داشت، و کمترین میزان عملکرد دانه (۹۲۴ کیلوگرم در هکتار) و مربوط به تیمار کود مرغی صفر + ازتوباکتر بود (شکل ۱).

بحث

رنگیزه‌های فتوسنتزی

در بین تیمارهای مورد بررسی بیشترین میزان کلروفیل‌های a، b و کلروفیل کل مربوط به کود مرغی ۱۲ تن در هکتار همراه با مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس بود. با توجه به تأثیر نیتروژن کود مرغی در ساختار کلروفیل، افزایش میزان کلروفیل a با افزایش سطوح کود مرغی قابل توجیه است زیرا با افزایش سطوح کود مرغی میزان نیتروژن آن زیاد شده و درنتیجه نیتروژن که عنصر اصلی در هسته کلروفیل می‌باشد باعث افزایش غلظت کلروفیل a شده است. زیرا نیتروژن یک جزء لازم مولکول کلروفیل می‌باشد. در ساختمان اسیدهای آمینه نیز شرکت دارد و افزایش جذب این عنصر توسط گیاه می‌تواند در افزایش کلروفیل نقش بسزایی داشته باشد. غنی بودن کود مرغی از نیتروژن و نقش باکتری ازتوباکتر کروکوکوم در تثبیت نیتروژن، و افزایش میزان نیتروژن با افزایش سطوح کود مرغی، باعث افزایش غلظت کلروفیل‌ها در برگ گندم سیاه شد. با توجه به نقش نیتروژن در ساختار کلروفیل و رابطه مستقیم بین نیتروژن و میزان کلروفیل، افزایش درصد نیتروژن بر روی افزایش غلظت کلروفیل بسیار مؤثر واقع شده است. میزان کارتنوئید مطابق سایر رنگیزه‌های



شکل ۱. مقایسه میانگین برهم‌کنش کود مرغی در کود زیستی بر عملکرد دانه گندم سیاه به روش LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد

فتوسنتزی تحت تأثیر کود مرغی و کود زیستی بود. به‌نظر می‌رسد با افزایش سطوح کود مرغی میزان نیتروژن نیز افزایش یافته و باعث افزایش کارتنوئید شده است. البته از تأثیر ازتوباکتر کروکوکوم نمی‌توان غافل شد زیرا این باکتری علاوه بر تثبت نیتروژن هوا، در معدنی سازی نیتروژن از ماده آلی کود مرغی نیز نقش داشته است لذا هر چه میزان نیتروژن افزایش یابد و شرایط آب و هوایی مناسب رشد گندم سیاه باشد، میزان کلروفیل و کارتنوئید نیز با افزایش همراه خواهد بود. در این رابطه محققان بیان کردند که کاربرد کود مرغی بیشترین تاثیر را بر میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئید در گیاه کاسنی (*Cichorium pumilum*) داشته است (۲۸). فراهم بودن نیتروژن در تیمارهایی که پتانسیل نیتروژن قابل دسترس بیشتر داشته‌اند، و تأثیر مایکوریزا بر گسترش سطح جذب ریشه دلیل اصلی بر افزایش کلروفیل برگ در گندم سیاه بود. با توجه به نقش نیتروژن در ساختار کلروفیل و رابطه مستقیم بین نیتروژن و میزان کلروفیل، افزایش درصد نیتروژن بر افزایش غلظت کلروفیل کل بسیار مؤثر واقع شده است. در پژوهشی در گیاه کنجد به افزایش رنگدانه‌ها با افزودن کود زیستی اشاره دارد (۲۰). محققان بیان کردند که کاربرد کود مرغی بیشترین تاثیر را بر میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئید داشته است (۲۸).

فنل کل اندام هوایی

کاربرد مستقل کود مرغی و کود زیستی بر میزان فنل کل اندام هوایی مؤثر بود به طوری‌که بیشترین میزان فنل کل اندام هوایی از تیمارهای کود مرغی ۱۲ تن در هکتار و تیمار مایکوریزا همراه با کاربرد ازتوباکتر و سودوموناس حاصل شد. به خوبی ثابت شده است که غلظت‌های بالاتر فلاونوئیدها و فنل‌ها را می‌توان با نقش کودهای آلی در بیوسنتز این ترکیبات شناسایی کرد، که مسیری برای شیکیمات استات ایجاد می‌کند و سنتز فنل‌ها را افزایش می‌دهد (۲). همچنین با توجه به نقش کودهای آلی در حاصلخیزی و تهویه مناسب خاک محققین اظهار نمودند که تحت شرایط بهبود خصوصیات خاک و درنتیجه افزایش فتوسنتز، محتوای فنل گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale*) افزایش یافت (۱۳). پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد متابولیت‌های ثانویه از جمله فنل‌ها نقش مهمی در تعامل مختلف بین گیاهان و محیط طبیعی بازی می‌کنند. کودهای زیستی و آلی با ایجاد تغییرات قابل توجه در فعالیت‌های آنزیمی و سازوکارهای فیزیولوژیک درگیر،

منجر به تجمع متابولیت‌های ثانویه مانند پلی‌فنل‌ها در گیاهان میزبان می‌شوند (۵).

اجزای عملکرد

تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه که در مرحله گلدهی تعیین می‌شوند و پتانسیل عملکرد را معین می‌کنند، تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله شرایط تغذیه ای قرار می‌گیرند. بیشترین میزان اجزای عملکرد از تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار در ترکیب با مایکوریزا، ازتویاکتر و سودوموناس حاصل شد. بنظر می‌رسد کود مرغی با تأثیر بر خواص فیزیک و شیمیایی و زیستی خاک باعث افزایش ماده آلی خاک و افزایش دسترسی به عناصر غذایی شده که تعداد خوشه در بوته افزایش یافته است، به‌طوری- که بیشترین تعداد خوشه در بوته از بیشترین سطح کود مرغی به‌دست آمده است و روند افزایش و کاهش تعداد خوشه در بوته با کاهش و افزایش سطوح کود مرغی ارتباط مستقیم داشته است. بدین ترتیب میزان نیتروژن بیشتر در سطوح بالاتر کود مرغی توانسته شرایطی را برای ایجاد فعالیت جوانه‌های جانبی گل دهنده در روی ساقه‌ها نسبت به مصرف سطوح پایین‌تر کود مرغی که نیتروژن کمتری دارد ایجاد نماید. در رابطه با تعداد دانه در خوشه نتایج حاصل شده نشان می‌دهد افزایش به دست آمده از کود مرغی ۱۲ تن در هکتار همراه با کودهای زیستی ناشی از فعالیت میکروارگانسیم‌های موجود در کودهای زیستی بود، به‌طوری‌که کاربرد کود مرغی احتمالا باعث افزایش فعالیت میکروارگانسیم‌ها و درنتیجه افزایش ماده آلی خاک شده است. افزون بر آن با توجه به معنی‌داری کاربرد همزمان کود مرغی و زیستی نتایج حاصل نشان می‌دهد که سطوح میانی کاربرد کود مرغی در تلفیق با کود زیستی اثر مثبتی بر تعداد دانه در خوشه داشته‌اند، علاوه بر آن کودهای زیستی نسبت به شاهد در سطوح ٤، ۸ و ۱۲ تن کود مرغی در هکتار سبب افزایش در تعداد دانه در خوشه شده‌اند که بیانگر نقش مؤثر کودهای زیستی در بالا بردن تعداد دانه در خوشه است. نتایج حاصل شده نشان‌دهنده‌ی روند افزایش وزن دانه در بوته با افزایش سطوح کود مرغی است. به علت افزایش ماده آلی خاک در اثر استفاده از کود مرغی و شرایط مناسب آب و هوایی باعث افزایش فعالیت و جمعیت میکروارگانسیم‌ها شده است، درنتیجه جذب عناصر غذایی افزایش یافته، میزان فتوسنتز زیاد شده است و مواد غذایی بیشتری در اختیار مخزن قرار گرفته و علاوه بر افزایش تعداد دانه‌ها، وزن دانه‌ها نیز افزایش یافته و درنتیجه وزن دانه در بوته بیشتر شده است. همچنین برای صفت تعداد دانه در بوته نتایج نشان می‌دهد که کود مرغی مؤثر واقع شده است، به‌طوری‌که با افزایش سطوح کود مرغی از صفر به ۱۲ تن در هکتار تعداد دانه در بوته نیز افزایش یافته است و علت آن ماده آلی موجود در کود مرغی بوده که غنی از مواد مغذی است و زمینه افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها را فراهم نموده و باعث معدنی‌سازی عناصر غذایی قابل جذب ریشه شده است. در رابطه با تاثیر مثبت کودهای زیستی می‌توان به تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌هایی که در ارتباط با تثبیت نیتروژن و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک فعالیت می‌کنند، اشاره کرد. همچنین میکروارگانیسیم‌ها ممکن است با تأثیر بر جذب عناصر غذایی باعث افزایش میزان فتوسنتز شده و درنتیجه تعداد دانه در بوته در گندم سیاه افزایش یافته است. در پژوهشی که توسط صالحی و همکاران (۳۰) در رابطه با تأثیر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم سیاه انجام شد، نتایج نشان داد که کاربرد تیمار کود آلی و همچنین تیمار کود آلی در تلفیق با کود شیمیایی نسبت به تیمار کاربرد کود شیمیایی باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد شد. همچنین نتایج نشان داد که تعداد خوشه در بوته تحت تأثیر تیمارهای کود آلی و کود شیمیایی + کود آلی نسبت به سامانه کود شیمیایی به میزان ۱۰ درصد برتری داشت، اما با این حال این برتری در کود آلی بیشتر قابل توجه بود. همچنین کاربرد قارچ میکوریزا در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد قارچ میکوریزا) تاثیر معنی‌داری در افزایش تعداد دانه در غلاف داشت. طبق نتایج، تعداد دانه در غلاف درنتیجه کاربرد قارچ میکوریزا (۲٦/۱ درصد) در مقایسه با شاهد ۱۳/۱درصد افزایش نشان داد (۳۳). در مورد تأثیر قارچ مایکوریزا

بر وزن دانه گزارش شده است قارچ با افزایش جذب آب و عناصر غذایی از جمله فسفر باعث افزایش فتوسنتز گیاه و به تبع آن موجب افزایش وزن دانه می‌شود (۳۱). نتایج پژوهش حاضر در این زمینه نشان داد که تلقیح بذر گندم سیاه معمولی با ازتوباکتر به‌طور موثری باعث افزایش رشد گیاه، اجزای عملکرد و عملکرد دانه شد.

عملکرد دانه

با توجه به معنی‌دار بودن کاربرد تلفیقی کودهای مرغی و زیستی بر عملکرد دانه گندم سیاه، بالاترین عملکرد ٤٠٧٨ کیلوگرم در هکتار از تیمار کود مرغی ۱۲ تن در هکتار همراه با کاربرد مایکوریزا + ازتوباکتر + سودوموناس به‌دست آمد. احتمالا میزان نیتروژن و فسفر خاک به‌دلیل استفاده از کود مرغی و وجود میکروارگانسیم‌ها، افزایش یافته و باعث افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و عملکرد دستگاه فتوسنتزی شده (جدول ٥ و ٦) که درنتیجه این افزایش، اجزای عملکرد افزایش یافته (جدول ٨) و باعث افزایش عملکرد دانه شده است (شکل ۱). کاربرد همزمان برخی کودهای زیستی و به‌طور خاص ازتوباکتر و سودوموناس به‌دلیل وجود رابطه هم‌افزایی بین آنها سبب استفاده بهتر از منابع غذایی می‌شود (۳۷). همچنین افزایش عملکرد دانه گندم سیاه بعد از افزایش سطوح کود نیتروژن به ٦٠ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در دیگر تحقیقات نیز گزارش شده است (۱۷). در مورد نقش نیتروژن بر عملکرد دانه در پژوهشی دیگر بیان نمودند کودهای نیتروژن با سطوح مختلف به‌طور جدی بر عملکرد گندم سیاه تأثیر می‌گذارد (۱۰). افزون بر آن در رابطه با میزان عملکرد دانه در گندم سیاه گزارش شده است که عملکرد گندم سیاه از ۰/٤ تن در هکتار در آفریقای جنوبی تا ۳/۳ تن در هکتار در فرانسه، و متوسط عملکرد جهانی آن ۰/۹٤ تن در هکتار، همچنین متوسط عملکرد گندم سیاه در اتحادیه اروپا حدود ۱۷۹۷ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده است (٤).

نتیجه‌گیری کلی

مطابق با نتایج این پژوهش در بررسی تأثیر کودهای مرغی و زیستی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه مشخص شد که استفاده از کودهای مرغی و زیستی باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان فنل کل اندام هوایی شد. علاوه بر آن افزایش رشد گندم سیاه تحت تأثیر تلفیق کودهای آلی و زیستی سبب افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه شد، به‌طوری‌که بیشترین صفات منتسب به عملکرد و عملکرد دانه از بیشترین سطوح کود مرغی در تلفیق با کودهای زیستی حاصل شد که بیانگر اهمیت تأثیرگذار کاربرد تلفیقی و اثرات هم‌افزایی این کودها در تولید آلی گندم سیاه بود. همچنین استفاده از نهاده های آلی و زیستی در آزمایش حاضر باعث تولید سالم و پایدار این محصول شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه یاسوج به جهت حمایت مادی از این پژوهش قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

1. Abbasi, M. K., A. Khaliq, M. Shafiq, M. Kazmi and A. Imran. 2010. Comparative effectiveness of urea N, poultry manure and their combination in changing soil properties and maize productivity under rain fed conditions in Northeast Pakistan. *Experimental Agriculture* 46(2): 211-230. (In Farsi).
2. Abd El-Moniem, M., A. Naguib, K. Farouk and A. El-Baz Zeinab. 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids, and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea*, var. Italica) as antioxidants in response to organic and bioorganic fertilizers. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 11: 135-142.
3. Arnon, D. I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplast and polyphenol oxidase in (*Beta vulgaris*). *Plant Physiology* 24(1): 1-15.

4. Aubert, L., C. Decamps, G. Jacquemin and M. Quinet. 2021. Comparison of plant morphology, yield and nutritional quality of (*Fagopyrum esculentum* M.) and (*Fagopyrum tataricum*) grown under field conditions in Belgium. *Plants* 10: 258.
5. Bagheri, R., H. Bashir, J. Ahmad, M. Iqbal and M. I. Qureshi. 2015. Spinach (*Spinacia oleracea* L) modulates its proteome differentially in response to salinity, cadmium and their combination stress. *Plant Physiology and Biochemistry* 97 (6): 235-245.
6. Bjorkman, T. 2002. Production guide to buckwheat production in the Northeast. Available online: https:// www. nysaes.cor nell.edu /hort/ faculty /bjorkman/ buck /Buck. Html. Accessed 15 Sept 2014.
7. Blaise, D., J. V. Singh, A. N. Bonde, K. U. Tekale and C. D. Mayee. 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Bioresource Technology* 96(3): 345-349.
8. Brunori, A., A. Brunon, G. Baviello, E. Marconi, M. Colonna and M. Ricci. 2005. The yield of five buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) varieties grown in central and Southern Italy. *Fagopyrum* 22: 98-102.
9. Fallah, S. A. and H. Abedini Dastgerdi. 2017. The effect of livestock fertilizer application methods on photosynthetic pigments, yield and absorption of high-consumption nutrients of the medicinal plant buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). In: Proceeding of 3th National Conference on Energy, Environment, Agriculture and Sustainable Development, 8 and 9th march. Sanandaj, Iran. volume 3, pp. 1-15. (In Farsi).
10. Fang, X., Y. Li, J. Nie, C. Wang, K. Huang, Y. Zhang, H. She, X. Liu and R. Ruan. 2018. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Field Crops Research* 219: 160-168.
11. FAO. 2010. FAOSTAT-Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online at: http://www.fao.org. Accessed 14.3.2010.
12. Germaine, K. J., S. Chhabra, B. Song, D. Brazil and D. N. Dowling. 2010. Microbes and sustainable production of biofuel crops: a nitrogen perspective. *Biofuels* 1(6): 877-888.
13. Ghasemzadeh, A. and H. Z. E. Jaafar. 2011. Effect of CO2 enrichment on synthesis of some primary and secondary metabolites in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *International Journal of Molecular Sciences* 12(2): 1101-1114.
14. Haji Mehdipour, H., M. Khanavi, M. Shokarchi, Z. Abedi and M. Pir Ali Hamdani. 2009. Investigation of the best method for extraction of phenolic compounds from *Echinaceae purpurea* L. *Journal Medicinal Plants* 8(32): 145-152
15. Hamidi, A., A. Asgharzad, R. Chogan, M. Dehghan-Shaar, A. Ghalavand and M. J. Malakooti. 2009. The effect of using plant growth promoting bacteria (PGPR) on the phenology of late-maturing maize hybrids. *Iranian Agricultural Sciences* 11(3): 137-127. (In Farsi).
16. Ikeda, S., Y. Yamashita and I. Kreft. 1999. Mineral composition of buckwheat by-products and its processing characteristics to konjak preparation. *Fagopyrum* 16: 89-94.
17. Inamullah, I., G. Saqib, M. Ayub, A. A. Khan, S. Anwar and S. A. Khan. 2012. Response of common buckwheat to nitrogen and phosphorus fertilization. *Sarhad Journal of Agriculture* 28(2): 171-178.
18. Joshi, B. D. and J. C. Rana. 1995. Stability analysis in buckwheat. *Indian Journal Agricalture Science* 65: 32-34.
19. Kalinova, J. and N. Vrchotova. 2011. The influence of organic and conventional crop management, variety and year on the yield and flavonoid level in common buckwheat groats. *Food Chemistry* 127(2): 602-608.
20. Khoramdel, S., A. Ghafori, P. Rezvani moghaddam and M. Nasiri mahalati. 2010. Evaluation of different irrigation regimes combined with biological fertilizer application on grain yield and sesame chlorophyll content. In: Proceeding of 1th National Conference on Sustainable Agriculture and Healthy Production. Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center. Isfahan, Iran. (In Farsi).
21. Koyama, M., C. Nakamura and K. Nakamura. 2013. Changes in phenols contents from buckwheat sprouts during growth stage. *Journal of Food Science and Technology* 50(1): 86-93.
22. Li, S. Q. and Zhang, Q. H. 2001. Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(6): 451–464.
23. Lichtenthaler, H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology* 148: 350-382.
24. Montgomery, J. 2009. The Potential of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as a forage for dairy herds in central Alberta. Agriculture and Agricultural -Food Canada; Agricultural, Food and Nutritional Science. MSc thesis. Acharya University Alberta. Acharya, Surya.
25. Noorzad, S., A. Ahmadian, M. Moghadam and A. Daneshfar. 2014. The effect of drought stress on yield, yield components, and the basis of the medicinal plant coriander under the influence of various organic and chemical fertilizers. *Agricultural Crops* 16(2): 289-302. (In Farsi).
26. Pandey, V. and D. D. Patra. 2015. Crop productivity, aroma profile and antioxidant activity in (*Pelargonium graveolens* L.) under integrated supply of various organic and chemical fertilizers. *Industrial Crops and Products* 67: 257-263.

27. Perramon, B., A. D. Bosch-Serra, F. Domingo and J. Boixadera. 2016. Organic and mineral fertilization management improvements to a double- annual cropping system under humid Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 76: 28- 40.
28. Saedi, F., M. Mousavinik and A. Rahimian Bogar. 2017. The effect of different sources of fertilizer on some morphophysiological characteristics of (*Cichorium pumilum* L.) under drought stress. *In Agricultural Crops* 19(1): 119-132. (In Farsi).
29. Saglam, A., M. Demiralay, D. N. Colak, N. P. Gedik, O. Basok and A. Kadioglu. 2022. *Pseudomonas putida* KT2440 induces drought tolerance during fruit ripening in tomato. *Bioagronomy* 34(2): 139-150.
30. Salehi, A., S. F. Fallah, A. A. Soraki and M. R. Tadayon. 2017. Comparison of yield and yield components of two medicinal plants, fenugreek (*Trigonella graecum-foenum* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) under the influence of organic and chemical fertilizers. *Bimonthly Scientific Research Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research* 2(33): 338-352. (In Farsi).
31. Samai, F., S. Asghari, N. Ali-Asgharzadeh and M. R. Sarikhani. 2015. The effect of two types of arbuscular mycorrhizal fungi on some hydraulic properties and element uptake in an alkaline soil under spring barley cultivation in greenhouse conditions. *Greenhouse Crop Science and Technology* 6(21): 169-178. (In Farsi).
32. Sharma, A. K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India.
33. Siavash-Moghaddam, S., A. Rahimi, H. Heydarzadeh, S. Moradzadeh and M. Hasanlo. 2017. The effect of mycorrhizal fungi symbiosis on the yield and biochemical properties of the medicinal plant fenugreek (*Trigonella graecum-foenum* L.) under water deficit stress. *Journal of Medicinal Plant Biotechnology* 1: 39-52. (In Farsi).
34. Wilkins, R. J. 2010. Eco-efficient approaches to land management: a case for increased integration of crop and animal production systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363(1491): 517-525.
35. Yokozawa, T., H. Y. Kim, G. Nonaka and K. Kosuna. 2002. Buckwheat extract inhibit progression of renal failure. *Journal Agriculture and Food Chernistry* 50: 3341-3345.
36. Zaidi, A. and M. S. Khan. 2005. Interactive effect of rhizospheric microorganisms on growth, yield and nutrient uptake of wheat. *Journal Plant Nutrition* 28: 2079.