Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN: 2423-7833
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

Evaluation the effect of mycorrhizal inoculation and different amounts of sheep manure on the quantitative and qualitative yield of mung bean cultivars

Muhanad Najim Abdul Reda[1] Mohammad Mirzaei Heydari[2]✉
1. International Department of Production Engineering and Plant Genetics, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. E-mail: muhanad.najim1983@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. E-mail: mirzaeiheydari@yahoo.com

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: March. 27, 2024

Revised: July. 24, 2024

Accepted: Aug. 6, 2024

Published online: Nov. 2024

Keywords:
Seed potassium,
Harvest index,
Seed phosphorus,
Mung bean,
Seed nitrogen

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of mycorrhizal inoculation and different amounts of sheep manure on the quantitative and qualitative yield of mung bean cultivars in Isfahan. Factors included inoculation with mycorrhizae in non-inoculation) and sheep manure at three levels of 0, 7.5 and 15 tons/ha and cultivars at 5 levels (Parto, Gohar, Sakhawat, Zarbakhsh and Mehr). The results showed that the cultivar effect was significant on all traits except the main effects of mycorrhiza and manure on all measured traits except seed nitrogen and seed potassium were significant. The results of the interaction effect showed that the highest amount of grain yield was observed in the treatment of 15 tons/ha of manure and mycorrhiza consumption at the rate of 947.4 kg/ha, and the lowest in the case of no manure consumption and nomycorrhiza consumption at the rate of 667.6 kg/ha was obtained. The results of the interaction effect showed that the highest yield of seed protein was observed in the treatment of 7.5 tons/ha of manure and 171.84 kg/ha, which was compared to the treatment of 7.5 tons/ha of manure and no use. Mycorrhiza showed an increase of about 44.5. In this experiment, Gohar cultivar showed a better reaction than other investigated cultivars. In this study, the use of 7.5 tons/ha of sheep manure in combination with mycorrhiza had the greatest effect on mung bean yield and protein. Finally, the results of this research showed that in order to produce high yield and quality of mung bean, it is possible to benefit from the combination of animal and biological fertilizers instead of chemical fertilizers.

Cite this article: Najim Abdul Reda, M., & Mirzaei Heydari, M. (2024). Evaluation the effect of mycorrhizal inoculation and different amounts of sheep manure on the quantitative and qualitative yield of mung bean cultivars, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 55 (4), 1633-1645. https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.374430.669684
© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.374430.669684

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Mung bean is an important legume that is consumed all over the world, especially in Asian countries. It is known as an excellent source of protein, dietary fiber, minerals, and vitamins. Nowadays, due to the problems caused by the excessive use of chemical fertilizers, the use of biological fertilizers in agriculture has been proposed. A significant number of soil bacterial and fungal species have functional relationships with plants and have beneficial effects on their growth. Mycorrhizal fungi are one of the important components of the soil biological community, they interact with other microorganisms in the rhizosphere, and are considered one of the important biological resources of the soil. In recent years, research on the use of mycorrhizal fungi as an increaser of growth and quality in plants has increased. As one of the most important biofertilizers, mycorrhiza has positive effects on the quantitative and qualitative characteristics of symbiotic plants. The use of fertilizers of ecological origin such as animal manure, compost, vermicompost and plant residues is a suitable alternative to chemical fertilizers because these materials, in addition to preserving soil organic matter, increase fertility and provide nutrients to the soil. Livestock fertilizers also increase plant-usable phosphorus, nitrate nitrogen, improve soil structure, and increase water retention in the soil, which ultimately leads to an increase in the quantity and quality of the product.

Materials and Methods

The present study was conducted to investigate the effect of mycorrhizal inoculation and different amounts of sheep manure on the quantitative and qualitative yield of mung bean cultivars in Isfahan. This research was conducted in the crop year 1401-1402 in the climatic conditions of Isfahan city. The experiment was carried out as a three-factor factorial in the form of a basic design of randomized complete blocks with 3 replications. Factors included inoculation with mycorrhizae in non-inoculation) and sheep manure at three levels of 0, 7.5 and 15 tons/ha and cultivars at 5 levels (Parto, Gohar, Sakhawat, Zarbakhsh and Mehr). The mycorrhizal mushroom used in this experiment was Glomus mosseae, with the brand name Mycoroot, and it was obtained from Pishtaz Varian Biotechnology Company in Tehran. Seed inoculation with mycorrhizal medium was done before sowing and under shade conditions. The final harvest of the product after removing the margins and the amount of grain yield and yield components were calculated separately. To determine seed nitrogen by Kjeldahl, seed phosphorus by spectrophotometry and seed potassium by flame diffusion method.

Results and Discussion

The results showed that the cultivar effect was significant on all traits except chlorophyll b, also the main effects of mycorrhiza and manure on all measured traits except chlorophyll a, b, seed nitrogen and seed potassium were significant. The results of the interaction effect showed that the highest amount of grain yield was observed in the treatment of 15 tons/ha of manure and mycorrhiza consumption at the rate of 947.4 kg/ha, and the lowest in the case of no manure consumption and no mycorrhiza consumption at the rate of 667.6 kg/ha was obtained. The results of the interaction effect showed that the highest amount of seed protein was observed in the treatment of 7.5 tons/ha of animal manure and 18.55% of mycorrhiza consumption, and the lowest in the treatment of 7.5 tons/ha of animal manure and no mycorrhiza use 16.94% was obtained.

Conclusion

Different varieties have different genetic potential and the amount of potassium in the seeds depends on the type of variety. In this experiment, the Gohar variety showed a better response than the other varieties investigated. In general, the combination or use of any animal manure and mycorrhiza has led to improved growth, increased production, and improved quality of mung bean cultivars.

Author Contributions

For this research article, the individual contributions are as follows: Conceptualization, [Author A] and [Author B]; methodology, [Author B]; software, [Author A]; validation, [Author A], [Author B], and [Author B]; formal analysis, [Author B]; investigation, [Author A]; resources, [Author A]; data curation, [Author B]; writing—original draft preparation, [Author B]; writing—review and editing, [Author B]; visualization, [Author B]; supervision, [Author B]; project administration, [Author B]; funding acquisition, [Author A]. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Data Availability Statement

The data that support the findings of this study are available.

For further inquiries regarding the data, please contact author's email.

Ethical considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۵، شماره ۹ شاپا: ۷۸۳۳-۲۴۲۳
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

بررسی اثر تلقیح میکوریزایی، و مقادیر مختلف کود دامی گوسفندی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام ماش

مهند نجم عبدالرضا[۱]، محمد میرزائی حیدری[۲]✉

۱. گروه بین‌الملل مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: muhanad.najim1983@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی تولید ژنتیک گیاهی واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: mirzaeiheydari@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۵/۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۱۶
تاریخ انتشار: آذر ۱۴۰۳

واژه‌های کلیدی:
پتاسیم دانه،
شاخص برداشت،
فسفر دانه،
ماش،
نیتروژن دانه

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر تلقیح میکوریزایی، و مقادیر مختلف کود دامی گوسفندی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام ماش در اصفهان انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عوامل آزمایش شامل تلقیح با میکوریزا و عدم تلقیح و عامل کود دامی گوسفندی در سه سطح صفر، ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار و ارقام در ۵ سطح (پرتو، گوهر ، سخاوت ، زربخش و مهر) بود. نتایج نشان داد اثر رقم بر همه صفات معنی دار بود. همچنین اثرات اصلی میکوریزا و کود دامی بر تمام صفات اندازه‌گیری شده بجز نیتروژن دانه و پتاسیم دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل کود دامی و میکوریزا بر تمام صفات بجز نیتروژن دانه و پتاسیم دانه معنی‌دار بود. نتایج نشان داد بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۹۴۷/۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد و کمترین عملکرد دانه در حالت عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف میکوریزا به میزان ۶۶۷/۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. نتایج اثر متقابل نشان داد بیشترین میزان عملکرد پروتئین دانه در تیمار مصرف ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۱۷۱/۸۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار مصرف ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و عدم مصرف میکوریزا حدودا ۴۴/۵ افزایش نشان داد. در این آزمایش رقم گوهر نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی واکنش بهتری از خود نشان داد. در این پژوهش استفاده از ۷/۵ تن در هکتار کود دامی گوسفندی در ترکیب با میکوریزا بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه و پروتئین ماش داشت. در نهایت، نتایج این تحقیق نشان داد که برای تولید عملکرد بالا و با کیفیت ماش می‌توان از تلفیق کودهای دامی و زیستی به‌جای کودهای شیمیایی سود برد.

استناد: مهند نجم؛ عبدالرضا، میرزائی حیدری، محمد. (۱۴۰۳). بررسی اثر تلقیح میکوریزایی، مقادیر مختلف زئولیت و کود شیمیایی فسفره بر تولید ماش (Vigna radiate L.)، *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۵ (۴)، ۱۶۴۵-۱۶۳۳. https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.374430.669684

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.374430.669684

مقدمه

ماش (Vigna radiata L) یکی از حبوبات مهم است که دانه آن غنی از پروتئین و به‌عنوان ماده غذائی برای انسان و همچنین به‌عنوان غذای دام نیز مصرف می‌گردد (Qasim Saleh and Mirzaei, 2024). بیش از شش میلیون هکتار در سراسر جهان (۸/۵ درصد از سطح زیر کشت جهانی حبوبات) به ماش اختصاص دارد (Hou et al., 2019). تولید جهانی ماش سه میلیون تن و متوسط عملکرد آن حدود ۷۳۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anonymous,2020). بین ۱۵ تا ۱۷ هزار هکتار از زمین های زراعی در ایران با متوسط برداشت هزار کیلوگرم در هکتار به کشت ماش اختصاص دارد و بیشترین تولید کنندگان آن استان خوزستان، گلستان و کرمان می باشد (Pouresmael et al., 2022). برای تامین نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد جهان، نیازمند افزایش بسیار زیادی در تولید محصولات کشاورزی است؛ اما این موضوع به‌علت وارد کردن فشار بیش از حد به خاک‌های زراعی و کودهای شیمیایی و مصرف زیاد آب، در نهایت موجب صدمات جبران ناپذیر کیفیت و باروری خاک‌ها، منابع آب و زمین‌های کشاورزی و هدر رفتن بسیاری از اراضی می‌گردد که بدون تردید نیاز غذایی بشر را در دراز مدت با مشکل روبرو خواهد ساخت (Hafeez et al., 2023; Ghadirnezhad Shiade et al., 2023a, b).

استفاده از کودهای زیستی در افزایش تولید گیاهان زراعی می‌تواند یک جایگزین مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست باشد (Kadhim Joni Alsaedi et al., 2023). قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار از طریق میسیلیوم‌های ریشه با حبوبات روابط همزیستی ایجاد می‌کنند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و جذب آب سبب کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری زا می‌شود (Mott et al., 2022; Mirzaei Heidari, and Mishkhaszadeh 2023; Eyni et al., 2023). محققان گزارش کردند که میکوریزا به واسطه همزیستی قارچ با ریشه به افزایش توان جذب آب و مواد غذایی ریشه کمک میکند که در نهایت رشد و نمو گیاه را بهبود می‌بخشد (Heydari et al., 2011; Hosseini et al., 2023; Mirzaei Heydari et al., 2023). پژوهشگران در یک بررسی تغییرات متابولیکی ناشی ازمیکوریزا را در دو ژنوتیپ ماش بررسی کردند. انها اظهار داشتند قارچ میکوریزا منجر به افزایش رشد، کارایی فتوسنتزی، جذب عناصر در دانه و محتوای پروتئین کل شد (Sharma and Kapoor, 2023).

در چند سال گذشته، تلاش های زیادی برای جایگزینی یا به حداقل رساندن استفاده از کودهای معدنی از طریق استفاده از کود حیوانی (مانند گوسفند، گاو) صورت گرفته است (Zeng et al., 2016). این روش به عنوان یک روش عملی برای پایداری عملکرد و عدم مصرف کودهای شیمیایی در نظر گرفته می شود. همچنین، بهبود این کود پتانسیل افزایش عملکرد را از طریق بهبود ساختار خاک، و افزایش ظرفیت نگهداری آب دارد (Sánchez-Báscones et al., 2019). در یک منطقه نیمه خشک در شمال شرقی اتیوپی، استفاده از کود دامی مزرعه به همراه کاهش ۵۰ درصدی کودهای شیمایی باعث افزایش ۲۵ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با ۱۰۰ درصد مصرف کود شد (Bayu et al., 2006). برخی از مطالعات اثرات افزایش عملکرد ترکیب کود دامی با کودهای شیمیایی را به جمعیت نسبتاً بالایی با کودهای زیستی نسبت دادند که به نفع تثبیت نیتروژن در خاک است (Qin et al., 2019). پژوهشگران با هدف بررسی اثرات قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار و کود دامی بر رشد و جذب عناصر در ریشه و اندام هوایی شبدر سفید انجام دادند. انها گزارش کردند غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منگنز اندام هوایی و ریشه با کاربرد کود دامی افزایش یافت. همچنین نتایج آنها نشان داد که اثر متقابل میکوریزا و کود دامی بر رشد و غلظت عناصر در گیاه معنی دار بود (Xiao et al., 2020). متاآنالیزی توسط محققان از ۱۶۲ آزمایش تحقیقاتی در ۲۰ سال گذشته انجام شد (Jiang et al., 2021). انها دریافتند پاسخ میکوریزا به کود آلی به طور کلی وقتی مثبت بود که میکوریزا و گیاهان میزبان یک همزیستی متقابل قوی داشتند، مانند خاک دارای کمبود فسفر، در مناطق خشک و نیمه خشک، در عرض های جغرافیایی پایین، و در مکان های آزمایشی که شامل دو یا چند گونه گیاهی بودند. در شرایطی غیر از این، پاسخ حبوبات به طور کلی منفی بود. ورودی کربن آلی، افزایش فسفر خاک و نسبت کود نیتروژن و فسفر به طور مشترک اثرات کود آلی و میکوریزا بیشتر می کند (Jiang et al., 2021).

با توجه به اهمیت کشت ماش به عنوان گیاه پیش کاشت و تاثیر گذار در تناوب زراعی و استفاده از روش‌های مناسب مدیریت زراعی مانند استفاده از کود دامی و قارچ میکویرزا جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار، اهمیت و ضرورت انجام این تحقیق مشخص می‌گردد. لذا این پژوهش در شرایط آب و هوایی اصفهان اجرا گردید تا تاثیر تیمارهای ذکر شده بر عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی ماش مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های محل اجرای آزمایش

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه تحقیقاتی در روستای خاتون آباد از توابع شهرستان اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۳۰ متر اجرا شد. این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های نسبتا سرد است. متوسط بارندگی و درجه حرارت منطقه به ترتیب ۱۲۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سلسیوس می‌باشد. قبل از اجرای آزمایش نمونه خاک مورد استفاده مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تهیه و بعد از انتقال به آزمایشگاه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد (جدول ۱). همچنین ویژگی‌های کود گوسفندی نیز در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

عمق (سانتیمتر)	pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	ماده آلی خاک (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	کلاس بافت	فسفر قابل جذب (میلی گرم در لیتر)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در لیتر)	نیتروژن کل (درصد)
۳۰-۰	۷/۳	۰/۸۱	۰/۹	۳۲	۳۲	۳۶	C.L	۱۲/۴	۲۷۵	۰/۰۶

جدول ۲: مشخصات کود گوسفندی مورد استفاده در آزمایش

pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	ماده آلی (درصد)	کربن آلی (درصد)	کربن/ نیتروژن	فسفر قابل جذب (درصد)	پتاسیم قابل جذب (درصد)	نیتروژن کل (درصد)
۸/۱	۱۱/۳	۳۱/۳	۱۷/۷	۱۲	۰/۳	۳/۴	۱/۱۱

انجام آزمایش مزرعه‌ای و اعمال تیمارها

آزمایش بصورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عامل ها شامل تلقیح با میکوریزا و عدم تلقیح و عامل کود دامی گوسفندی در سه سطح صفر، ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار و ارقام در ۵ سطح (پرتو، گوهر ، سخاوت ، زربخش و مهر) بود. قارچ میکوریزی مورد استفاده در این آزمایش از نوع قارچ *Glomus mosseae* بود با نام تجاری مایکوروت از شرکت زیست فناور پیشتاز واریان در تهران تهیه گردید. تلقیح بذور با مایه مایکوریزا که بصورت پودری بود قبل از کاشت و در شرایط سایه انجام گرفت. میزان مصرف ۴۰ گرم برای یک کیلو بذر ماش بود.

عملیات آماده‌سازی زمین در اواخر خرداد ماه انجام شد، بدین صورت که ابتدا به منظور تامین رطوبت مناسب جهت انجام عملیات شخم و تحریک جوانه زنی بذر علف‌های هرز و کنترل آنها زمین مورد نظر آبیاری شد. پس از رسیدن میزان رطوبت خاک به حد مطلوب (گاورو) عملیات شخم با گاوآهن چیزل صورت گرفت و سپس دو بار دیسک عمود برهم زده و تسطیح شد. سپس کرت‌هایی به ابعاد ۶×۲/۵ متر ایجاد شد و محل تیمارهای مورد نظر به‌صورت تصادفی مشخص شدند. چند روز قبل از کاشت، با استفاده از ردیف‌ساز جوی و پشته‌هایی به عمق ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شد. فاصله بین کرت‌ها در هر بلوک به اندازه دو ردیف نکاشت (یک متر) و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کود دامی در هر کرت برای تیمار ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار به ترتیب ۱۱/۲۵ و ۲۲/۵ کیلوگرم بود. جهت اعمال تیمار کود دامی، پس از آماده سازی پشته‌ها، کنار هر پشته‌ای شیاری در سراسر خطوط عمق ۵ سانتیمتر ایجاد و کود دامی در داخل این شیارها ریخته شد سپس بوسیله شن‌کش روی خطوط با خاک پوشیده شد. بذور تلقیح شده ماش (قارچ میکوریز - حاوی ۱۰۰ اندام فعال قارچ در یک گرم) در هر کرت به فاصله ۱۰ سانتی‌متر و به عمق ۲-۱ سانتی‌متر کاشته شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت در همه بلوک‌ها اعمال شد و بعد از آن ۱۰روز یکبار به روش نشتی انجام گرفت. سبز شدن اولیه گیاه ۶ روز

پس از کاشت بود و تا ۱۵ روز پس از کاشت بیش از ۸۰٪ بوته‌های هر کرت سبز شدند. به‌منظور حصول تراکم مناسب، گیاه در یک مرحله و پس از استقرار کامل در مرحله شش برگی تنک شد. مبارزه با علف‌های هرز بطورمداوم از زمان کاشت تا برداشت بصورت وجین دستی انجام گرفت. در طول مراحل رشد بیماری خاصی مشاهده نشد و در طی انجام آزمایش از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نگردید. برداشت نهایی محصول پس از حذف حاشیه‌ها و مقدار عملکرد دانه و اجزای عملکرد به‌طور جداگانه محاسبه گردید. جهت تعیین نیتروژن دانه از کجلدال، فسفر دانه از روش اسپیکتوفتومتری و پتاسیم دانه از روش نشر شعله ای استفاده شد (Waling et al., 1989).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل آماری شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد، میکوریزا در سطح یک درصد، کود دامی در سطح یک درصد و اثر متقابل کود دامی و میکوریزا در سطح پنج درصد معنی دار بود و بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی دار نبود (جدول ۳). نتایج اثر متقابل نشان داد بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۹۴۷/۴ کیلو گرم در هکتار مشاهده شد و کمترین مقدار آن در حالت عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف میکوریزا به میزان ۶۶۷/۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد میکوریزا سیستم ریشه‌ای را گسترده تر کرده‌اند که این امر خود باعث افزایش جذب مواد غذایی از ریشه شده است. جذب بیشتر عناصر شاخص سطح برگ را نیز که خود عاملی است برای بهبود مواد فتوسنتزی و در نتیجه مواد حاصله از فرایند فتوسنتز را افزایش داده که این اتفاق اگر در زمان فاز زایشی رخ دهد عملکرد را بهبود می‌بخشد. مطالعات نشان می‌دهد که مصرف میکوریزا، جذب آب و مواد معدنی از خاک را تسهیل می‌کند که در این حالت نیازهای ضروری گیاه برای رشد و نمو را فراهم کرده و در نتیجه تامین نیازهای گیاه با افزایش عملکرد دانه همراه است. این محققان اظهار داشتند میکوریزا سبب افزایش توانایی گیاه میزبان در جذب عناصر معدنی از خاک بخصوص از منابع غیر قابل دسترس آنها می‌شود (Mott et al., 2022; Mirzaei Heydari et al., 2023; Eyni et al., 2023). محققان در یک بررسی اثر میکوریزا و کاربرد کود گوسفندی در شش سطح (صفر (شاهد)، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ تن در هکتار) بررسی کردند (Osoli et al., 2022). آنها گزارش کردند بیشترین عملکرد اقتصادی سیر با میانگین ۱۳۴۸۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم تلفیح میکوریزا همراه با ۳۰ تن در هکتار کود دامی بوده که در عین حال از نظر آماری، اختلاف معنیداری با تیمار عدم تلقیح میکوریزا همراه با ۳۵ تن در هکتار کود دامی (۱۳۰۳۹ کیلوگرم در هکتار) نداشته است. کمترین عملکرد اقتصادی گیاه سیر نیز با میانگین ۹۶۳۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار تلقیح میکوریزا همراه با عدم کاربرد کود دامی به دست آمده است. این محققان نتیجه گرفتند که کاربرد توام کود زیستی میکوریزا و کود گوسفندی از طریق افزایش جذب عناصر در خاک و بهبود رشد و نمو اندام های فتوسنتزی، باعث افزایش عملکرد سیر می شود (Osoli et al., 2022). دیگر تحقیقات نشان داده است که کود دامی باعث بهبود خواص شیمیایی ، فیزیکی و بیولوژیکی خاک شده؛ همچنین افزودن مواد آلی به خاک موجب افزایش عناصر غذایی و قابلیت جذب آنها توسط گیاه شده و بدین ترتیب عملکرد محصول را افزایش می‌دهند (Adekiya et al., 2020; Du et al., 2020).

عملکرد زیستی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد، میکوریزا در سطح یک درصد، کود دامی در سطح یک درصد و اثر متقابل کود دامی و میکوریزا در سطح پنج درصد معنی دار بود و بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسه اثرات متقابل تیمار کود دامی و میکوریزا نشان داد بیشترین میزان عملکرد زیستی در تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۲۳۵۰/۵ کیلو گرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به حالت عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف میکوریزا به میزان ۳۹/۹ درصد (۱۶۷۹/۴ کیلو گرم در هکتار) افزایش نشان داد (جدول ۴). به نظر می رسدکود دامی باعث بهبود شرایط محیطی و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه موجب افزایش شاخساره و در نهایت عملکرد زیستی گیاه می‌شود. در همین ارتباط محققان اظهار داشتند کود دامی در خاک ضمن تأمین مقادیری عناصر غذایی برای گیاه سبب افزایش رشد سبزینگی و بهبود کیفیت و افزایش عملکرد زیستی می‌شود (Zhang et

al., 2021; Goldan et al., 2023). در بررسی اثر میکوریزا و کود گوسفندی بر عملکرد زیستی آلوئه‌ورا محققان اظهار داشتند ترکیب میکوریزا و کود دامی نسبت به شاهد تاثیر معنی داری بر عملکرد و صفات رشدی داشت (Farrokhi et al., 2021).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر ارقام، مایکوریزا و کود دامی بر صفات ماش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	پروتئین دانه	عملکرد پروتئین	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه
تکرار	۲	۵۴۶۰۷/۵**	۱۲۱۵۷۲/۴۳*	۲۹/۲۹	۴/۷۱	۳۴۰۵/۲**	۰/۰۶	۰/۰۲۳*	۰/۱۱۷۴**
رقم	۴	۱۰۰۱۳۱/۴**	۴۸۶۵۲۷/۹۴**	۱۳/۸۷	۸/۲۳**	۵۷۰۲/۸**	۰/۱۱**	۰/۰۶**	۰/۰۴۳۳**
کود دامی	۲	۲۳۶۸۱۳/۸۳**	۱۶۶۴۰۳۳/۷**	۹/۳۱	۰/۲۳	۷۹۹۸**	۰/۰۱	۰/۱۵۶**	۰/۰۰۸۹
میکوریزا	۱	۱۷۸۸۰/۸۳*	۹۱۸۹/۵۷	۲۷/۹۸	۸/۴۲*	۲۰۹۴/۸**	۰/۱۱*	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶۷
رقم x کود دامی	۸	۶۳۴۰/۳۷	۱۸۶۰۵/۹۹	۱۴/۰۳	۱/۲	۲۴۸/۸	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷۵
رقم x میکوریزا	۴	۱۲۵۹/۲۳	۱۲۹۵۸/۱۷	۱۰/۷۹	۰/۴	۳۴/۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۳
کود دامی x میکوریزا	۲	۲۳۰۰۶۲/۰۵**	۳۹۲۶۵۱/۷۳**	۱۹۶/۷۴**	۶/۳۸*	۵۸۷۴/۴**	۰/۰۷	۰/۱۰۹**	۰/۰۰۰۳
رقم x کود دامی x میکوریزا	۸	۳۶۶۹/۵۷	۴۸۷۸/۲۵	۴/۲۹	۰/۸۱	۲۱۰/۸	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۳
خطای کل	۵۸	۳۲۵۷/۳	۲۴۵۵۹/۸	۱۸/۶۳	۱/۶۶	۲۰۰/۳	۰/۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴۷
ضریب تغییرات	–	۷/۴	۷/۸	۱۱/۱	۷/۲	۱۰/۳	۷/۲	۵/۶	۸/۳

*، ** و ns بترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و میکوریزا بر صفات ماش

کود دامی (تن در هکتار)	میکوریزا	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	فسفر دانه (درصد)
۱۵	مصرف	۹۴۷/۵ a	۲۳۵۰/۶a	۴۱/۵۴a	۱۸/۱۲a	۱۷۱/۸۴a	۱/۳۸b
	عدم مصرف	۷۳۳/۱c	۲۰۶۶/۷b	۴۰/۵۲a	۱۷/۷ab	۱۳۰/۴۸c	۱/۲۸c
۷/۵	مصرف	۸۶۳/۴b	۱۹۸۵/۶b	۴۰/۱۸ab	۱۸/۵۵a	۱۳۵/۹۱c	۱/۳۱c
	عدم مصرف	۷۳۰/۲c	۲۰۸۲/۸b	۳۷/۰۳bc	۱۷/۸۸a	۱۴۷/۴۷b	۱/۴۴a
شاهد	مصرف	۶۷۱d	۱۸۰۵/۵c	۳۶/۸۳c	۱۷/۶۸ab	۱۱۸/۹۳d	۱/۲۷c
	عدم مصرف	۶۶۷/۶d	۱۶۷۹/۵d	۳۵/۶۲c	۱۶/۹۴b	۱۱۹/۷۹d	۱/۲d

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد، میکوریزا در سطح یک درصد، کود دامی در سطح یک درصد و اثر متقابل کود دامی و میکوریزا در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج اثر متقابل نشان داد بیشترین میزان شاخص برداشت در تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۴۰/۵ درصد مشاهده شد که نسبت به حالت مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی و عدم مصرف میکوریزا به میزان ۱۳/۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). کود دامی می‌تواند ساختار فیزیکی خاک را بهبود بخشد و به خاک اجازه می دهد آب و مواد مغذی بیشتری را ذخیره کند و در نتیجه بهره‌وری محصول را افزایش دهد و از این طریق بر شاخص برداشت تاثیر معناداری می‌گذارد. نتایج این پژوهش با دیگر محققان مطابقت دارد (Iqbal et al., 2020; Kugedera et al., 2023).

پروتئین دانه

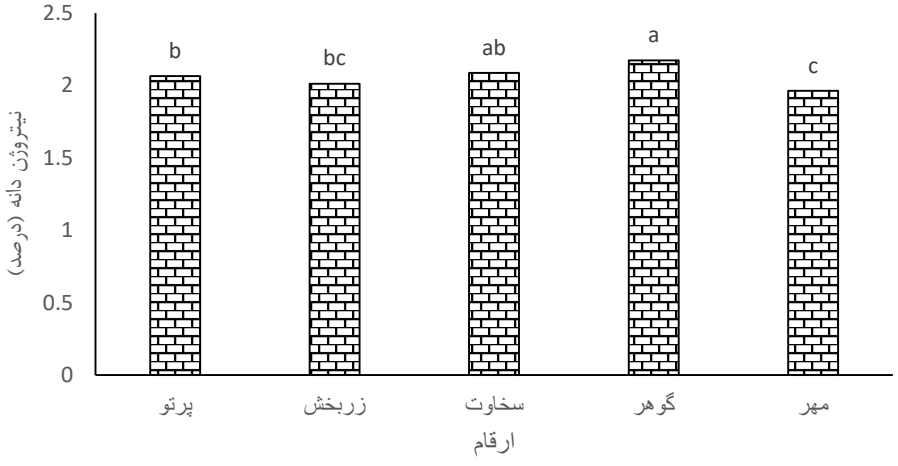
نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد، میکوریزا در سطح پنج درصد و اثر متقابل کود دامی و میکوریزا در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج اثر متقابل نشان داد بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار مصرف ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۱۸/۵۵ درصد مشاهده شد که نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف میکوریزا به میزان ۹/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). احتمالاً استفاده از کود دامی به علت داشتن نیتروژن موجب شده است که نیتروژن بیشتری در اختیار گیاهانی که تحت تأثیر کود دامی بوده‌اند قرار گیرد، بنابراین با افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه، افزایش درصد پروتئین دانه نیز قابل انتظار است. از طرفی با مصرف کود دامی، مواد آلی به دانه انتقال یافته که مواد آلی بر سنتز پروتئین اثر گذار است (Ma et al., 2020). محققان بیان کردند میکوریزا می‌تواند با فراهم سازی ترکیبات، مواد هورمونی و ویتامین های محلول در آب، ایجاد حالت همکاری متقابل با سایر میکروارگانیسم ها و تولید ترکیبات اولیه مؤثر در بیوسنتز گلوکوزیدها و تجزیه آن‌ها به ترکیبات ثانویه مثل پروتئین نقش داشته باشد (Roy, 2021; Eyni et al., 2023).

عملکرد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد و میکوریزا در سطح یک درصد، کود دامی در سطح یک درصد و اثر متقابل کود دامی و میکوریزا در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد بیشترین میزان عملکرد پروتئین دانه در تیمار مصرف ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۱۷۱/۸۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار مصرف ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و عدم مصرف میکوریزا حدودا ۴۴/۵ افزایش نشان داد (جدول ۴). محققان گزارش کردند که کاربرد کود دامی سبب افزایش پروتئین دانه باقلا شد. آنها افزایش پروتئین دانه را به اثر مثبت کود دامی و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه و افزایش جذب عناصر از جمله نیتروژن، فسفر، مس و سایر عناصر غذایی نسبت دادند(Alinejadian Bidabadi et al., 2022). می‌توان دلیل بالا بودن پروتئین با مصرف کود دامی را به جذب سریعتر نیتروژن موجود در کود دامی توسط گیاه و افزایش غلظت نیتروژن در اندام هوایی ذکر کرد. نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارا بوده و از طرفی مهمترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی، موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد (Hassanzadeh Ghortepeh et al., 2020; Eyni et al., 2023; Ghadirnezhad Shiade et al., 2023a).

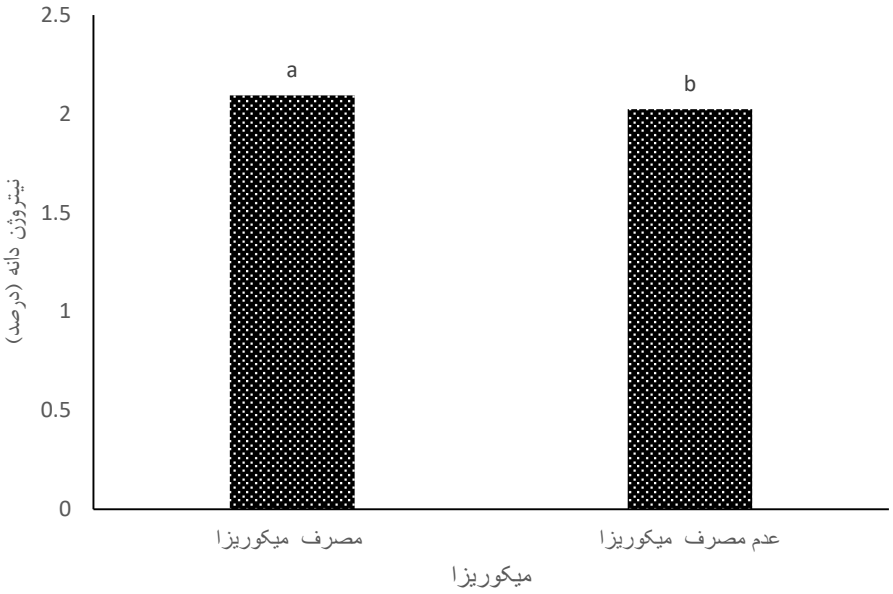
نیتروژن دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد و میکوریزا در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ولی بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که بین ارقام مورد بررسی تفاوت هایی وجود دارد. نتایج نشان داد بیشترین میزان نیتروژن دانه در رقم گوهر به میزان ۲/۱۷ درصد مشاهده شد و کمترین در رقم مهر به میزان ۱/۹۶ درصد بدست آمد (شکل ۱). جذب میزان نیتروژن توسط ارقام مختلف می تواند متفاوت باشد. بنابراین رقم گوهر بیشترین میزان نیتروژن را در دانه ذخیره کرده بود. نتایج این تحقیق با دیگر محققان مطابقت دارد (Sun et al., 2012; Li et al., 2017).



شکل ۱: مقایسه میانگین اثرات ساده رقم بر نیتروژن دانه

نتایج نشان داد بیشترین میزان نیتروژن دانه در تیمار مصرف میکوریزا به میزان ۲/۰۹ درصد مشاهده شد و کمترین در عدم مصرف میکوریزا به میزان ۲/۰۲ درصد بدست آمد (شکل ۲). به نظر می رسد کود میکوریزا با تأثیر بر ویژگی های رشد و نمو گیاه ماش سبب شده نیتروژن دانه افزایش پیدا کند. نتایج این تحقیق با دیگر محققان مطابقت دارد (Eyni et al., 2023).



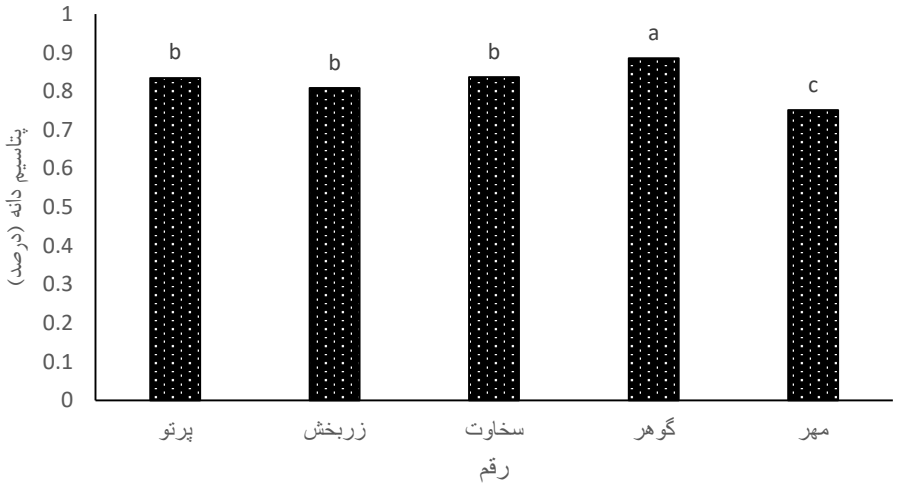
شکل ۲: مقایسه میانگین اثرات ساده میکوریزا بر نیتروژن دانه

فسفر دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد، میکوریزا در سطح پنج درصد و اثر متقابل کود دامی و میکوریزا در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی دار نبود (جدول ۳). نتایج اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی نشان داد که بیشترین میزان فسفر دانه در تیمار مصرف ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و مصرف میکوریزا به میزان ۱/۴۴ درصد مشاهده شد که نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف میکوریزا به میزان۲۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). به نظر می رسد کود دامی غنی از مواد غذایی از جمله فسفر می باشد و با توجه به میزان فسفر موجود در خاک و همچنین کاربرد میکوریزا گیاه ماش توانسته است با فراهمی آن فسفر بیشتری را از ریشه به سمت دانه انتقال دهد. در همین رابطه گزارش شده است کاربرد کود دامی از طریق بهبود تهویه خاک، اسیدیته خاک، جلوگیری از آبشویی، فراهم نمودن متعادل اکثر عناصر غذایی و افزایش حلالیت عناصر غذایی باعث تسریع و بهبود جذب فسفر توسط ریشه‌ها و انتقال آن به دانه می‌شود (Hassanzadeh Ghortepeh et al., 2020; Zamani et al., 2023;Fathi and Mehdiniya, 2023). همچنین مصرف میکوریزا باعث گسترش سیستم ریشه و افزایش سطح تماس ریشه با خاک می‌شود، که این امر جذب بیشتر فسفر و سایر مواد مغذی را ممکن می‌سازد (Etesami et al., 2021).

پتاسیم دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات اصلی رقم در سطح یک درصد، میکوریزا در سطح پنج درصد و اثر متقابل کود دامی و میکوریزا در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بقیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج اثر متقابل نشان داد بیشترین میزان پتاسیم دانه در رقم گوهر به میزان ۰/۸۸ درصد مشاهده شد و کمترین در رقم مهر به میزان ۰/۷۵ درصد بدست آمد (شکل ۳). به نظر می رسد پتاسیم در ارقام مختلف به میزان های متفاوتی در دانه ذخیره می شود که به پتانسیل ژنتیکی و شرایط محیطی نیز به شدت وابسته می‌باشد. در پژوهشی توزیع عناصر از جمله پتاسیم در ارقام گندم مورد بررسی قرار گرفت، محققان اظهار داشتند غلظت پتاسیم در بخش میانی سنبله به مراتب بیشتر از سایر بخش‌های سنبله بود و در رقم مهدوی غلظت پتاسیم دانه‌ها تا پایان دوره افزایش چندانی را نشان نداد اما در رقم فلات غلظت پتاسیم دانه‌ها ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش یافت (Asadi Dashbulagh et al., 2011).



شکل ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل کود دامی بر پتاسیم دانه

نتیجه‌گیری

افـزایش عملکـرد دانـه تیمارهـای کود دامی نسبت به شاهد بـه علـت افـزایش مـاده خـشک و جریان مواد فتوسنتزی به اندام‌های مولـد عملکـرد اقتـصادی می‌باشد. در این مطالعه، کود دامی و میکوریزا به عنوان تامین کننده مواد غذایی با توانایی بهبود ساختار خاک، موجب بهبود توسعه ریشه‌ها و جذب بهتر عناصر غذایی شد. این بهبود در تأمین عناصر غذایی موجب افزایش جذب عناصر دانه و عملکرد کمی ماش شد. میکوریزا به بهبود تبادل مواد غذایی و جذب عناصر غذایی کمک کرده عملکرد را بهبود بخشید. از سوی دیگر، کود دامی نیز به عنوان یک منبع اصلی مواد آلی، نقش مهمی در عملکرد ماش ایفا می‌کند. افزایش تأمین مواد غذایی از طریق کود دامی، باعث بهبودجذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش کمیت و کیفیت ماش شده است. در این آزمایش رقم گوهر بهتر از دیگر ارقام مورد بررسی بود. به طور کلی، ترکیب یا استفاده از هر کدام از کودهای دامی، میکوریزا و ارقام ماش به بهبود رشد، افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول منجر شده است. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در این آزمایش استفاده گردد تا نتایج آن با قارچ میکوریزا مورد مقایسه قرار گیرد.

" هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد " .

REFERENCES

Adekiya, A. O., Ejue, W. S., Olayanju, A., Dunsin, O., Aboyeji, C. M., Aremu, C., & Akinpelu, O. (2020). Different organic manure sources and NPK fertilizer on soil chemical properties, growth, yield and quality of okra. Scientific Reports, 10(1), 1-9.

Alinejadian Bidabadi, A., zeinvand, M., Sohrabi, A., Feizian, M., & akbarpour, O. (2022). The Effect of Amendment materials on MorphoPhysiological Properties, Yield and Element in Grain of Bean (Vicia faba L.). Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Production, 32(2), 129-143.

Asadi Dashbulagh, M., Eradatmand, D., & Yousefirad, M. (2011). Distribution of K, Ca, Mn, and Zn in Different Parts of Spike and Spikelet in Wheat Cultivars. Iranian Journal of Soil Research, 25(1), 23-31.

Bayu, W., Rethman, N. F. G., Hammes, P. S., & Alemu, G. (2006). Effects of farmyard manure and inorganic fertilizers on sorghum growth, yield, and nitrogen use in a semi-arid area of Ethiopia. Journal of plant nutrition, 29(2), 391-407.

Du, Y., Cui, B., Wang, Z., Sun, J., & Niu, W. (2020). Effects of manure fertilizer on crop yield and soil properties in China: A meta-analysis. Catena, 193, 104617.

Etesami, H., Jeong, B. R., & Glick, B. R. (2021). Contribution of arbuscular mycorrhizal fungi, phosphate–solubilizing bacteria, and silicon to P uptake by plant. Frontiers in Plant Science, 12, 699618.

Eyni, H., Mirzaei Heydari, M., & Fathi, A. (2023). Investigation of the application of urea fertilizer, mycorrhiza, and foliar application of humic acid on quantitative and qualitative properties of canola. Crop Science Research in Arid Regions, 4(2), 405-420.

Farrokhi, E., Koocheki, A. R., Nassiri Mahallati, M., & Khademi, R. (2021). The Effects of Manure and Biological and Chemical Fertilizers on Yield and some Morphological Characteristics of Aloe vera (Aloe burbadensis Miller.) in Bushehr Province. Journal of Agroecology, 13(3), 391-407.

Fathi, A., & Mehdiniya afra, J. (2023). Plant Growth and Development in Relation to Phosphorus: A review. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture, 80(1).

Ghadirnezhad Shiade, S. R., Fathi, A., Kardoni, F., Pandey, R., & Pessarakli, M. (2023a). Nitrogen contribution in plants: recent agronomic approaches to improve nitrogen use efficiency. Journal of Plant Nutrition, 1-18.

Ghadirnezhad Shiade, S. R., Fathi, A., Minkina, T., Wong, M. H., & Rajput, V. D. (2023b). Biochar application in agroecosystems: a review of potential benefits and limitations. Environment, Development and Sustainability, 1-25.

Goldan, E., Nedeff, V., Barsan, N., Culea, M., Panainte-Lehadus, M., Mosnegutu, E., & Irimia, O. (2023). Assessment of manure compost used as soil amendment A review. Processes, 11(4), 1167.

Hafeez, A., Ali, B., Javed, M. A., Saleem, A., Fatima, M., Fathi, A., & Soudy, F. A. (2023). Plant breeding for harmony between sustainable agriculture, the environment, and global food security: an era of genomics-assisted breeding. Planta, 258(5), 97.

Hassanzadeh Ghortepeh, A., Amirnia, R., & Heydarzadeh, S. (2020). The Effect of Manure Application on Physiological Traits of Cichorium intybus L. in Response to Drought Stress. Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Production, 30(3), 133-146.

Heydari, M. M., Brook, R. M., Withers, P., & Jones, D. L. (2011). Mycorrhizal infection of barley roots and its effect upon phosphorus uptake. Aspects of Applied Biology, (109), 137-142.

Hou, D., Yousaf, L., Xue, Y., Hu, J., Wu, J., Hu, X., & Shen, Q. (2019). Mung bean (Vigna radiata L.): Bioactive polyphenols, polysaccharides, peptides, and health benefits. Nutrients, 11(6), 1238.

Hosseini A, Mirzaeiheydari M, Maleki A, Rostaminia M, Babaei F. (2023). Effect of mycorrhiza and gibberellin on drought tolerance and biochemical and agronomic traits of mung bean under drought stress. Crop Physiology Journal. 18(3): 18-31.

Iqbal, A., He, L., Ali, I., Ullah, S., Khan, A., Khan, A., & Jiang, L. (2020). Manure combined with chemical fertilizer increases rice productivity by improving soil health, post-anthesis biomass yield, and nitrogen metabolism. Plos one, 15(10), e0238934.

Jiang, S., An, X., Shao, Y., Kang, Y., Chen, T., Mei, X., & Shen, Q. (2021). Responses of arbuscular mycorrhizal fungi occurrence to organic fertilizer: a meta-analysis of field studies. Plant and Soil, 469, 89-105.

Kadhim Joni Alsaedi, N., Mirzaei Heydari, M., & Sabeeh Kareem Altai, D. (2023). Effect of nanoboron and nanopotassium spraying on growth and yield of mungbean (Vigna radiate L.), Iranian Journal of Soil and Water Research, 54 (10), 1397-1414.

Kugedera, A. T., Mandumbu, R., & Nyamadzawo, G. (2023). Compatibility of Leucaena leucocephala biomass and cattle manure combination under rainwater harvesting on sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) productivity in semi-arid region of Zimbabwe. Journal of Plant Nutrition, 46(8), 1580-1600.

Li, Q., Wu, Y., Chen, W., Jin, R., Kong, F., Ke, Y., & Yuan, J. (2017). Cultivar differences in root nitrogen uptake ability of maize hybrids. Frontiers in Plant Science, 8, 1060.

Ma, Q., Wen, Y., Wang, D., Sun, X., Hill, P. W., Macdonald, A., & Jones, D. L. (2020). Farmyard manure applications stimulate soil carbon and nitrogen cycling by boosting microbial biomass rather than changing its community composition. Soil Biology and Biochemistry, 144, 107760.

Mirzaei Heidari, M., Mishkhaszadeh, K. (2023). Evaluating the effects of mycorrhizal fungi on growth and yield of winter chickpea (Cicer arietinum L.) under conditions of supplemental irrigation. Journal of Plant Environmental Physiology, 18(3): 18-31.

Mirzaei heydari M. (2021). Investigation the effect of mycorrhizal fungus and supplementary irrigation on growth, yield and yield components of Chickpea (Cicer arietinum L.) in two seasons of autumn and spring cultivation in climatic conditions of Ilam Province. Crop Physiology Journal. 13(50): 23-45.

Mirzaei Heydari, M., Brook, R. M., & Jones, D. L. (2023). Barley Growth and Phosphorus Uptake in Response to Inoculation with Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Phosphorus Solubilizing Bacteria. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1-16.

Mott, J., Abaye, O., Reiter, M., & Maguire, R. (2022). Evaluating Effects of Bradyrhizobium and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on yield components of mung bean (Vigna radiata (L.) Wilczek) and nitrogen fixation. Agronomy, 12(10), 2358.

Osoli, N., Khavari, H., & Taleshi, K. (2022). Effect of mycorrhiza inoculation and manure application on the growth and economic yield of garlic (Allium sativum L.) in a low input system. Agroecology Journal, 17(2), 1-12

Pouresmael, M., Saneinejad, A. A., Khorshidi, M. B., Sekhavat, R., Ghanbari, A. A., & Khodadadi, M. (2022). The contribution of agronomic traits in the mung bean accessions diversity. Iranian Journal of Field Crop Science, 53(4), 43-62.

Qasim Saleh, A., & Mirzaei Heydari, M. (2024). Effect of mycorrhizal inoculation, different amounts of zeolite and phosphorus chemical fertilizer on mung bean yield (Vigna radiate L.). Iranian Journal of Soil and Water Research, 55(4), 653-664.

Qin, A., Fang, Y., Ning, D., Liu, Z., Zhao, B., Xiao, J., & Yong, B. (2019). Incorporation of manure into ridge and furrow planting system boosts yields of maize by optimizing soil moisture and improving photosynthesis. Agronomy, 9(12), 865.

Roy, A. (2021). Biofertilizers for agricultural sustainability: current status and future challenges. Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture, 525-553.

Sánchez-Báscones, M., Antolín-Rodríguez, J. M., Bravo-Sánchez, C. T., Martín-Gil, J., & Martín-Ramos, P. (2019). Dried pig manure from a cogeneration plant as a fertilizer for nitrate vulnerable zones. Agronomy, 9(2), 46.

Sun, M., Gao, Z. Q., Yang, Z. P., & He, L. H. (2012). Absorption and accumulation characteristics of nitrogen in different wheat cultivars under irrigated and dryland conditions. Australian Journal of Crop Science, 6(4), 613-617.

Waling, I., Van Vark, W., Houba, V. J. G., & Vanderlee, J. J. (1989). Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part, 7, 263.

Xiao, Y., Zhao, Z., Chen, L., & Li, Y. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi and organic manure have synergistic effects on Trifolium repens in Cd-contaminated sterilized soil but not in natural soil. Applied Soil Ecology, 149, 103485.

Zamani, Z., Zeidali, E., Alizadeh, H. A., & Fathi, A. (2023). Effect of drought stress and nitrogen chemical fertilizer on root properties and yield in three quinoa cultivars (Chenopodium quinoa Willd). Crop Science Research in Arid Regions, 5(2), 487-500.

Zeidali, E., Moradi, R., & Fathi, A. (2022). Quantitative and qualitative response of maize yield to tillage systems and nitrogen chemical fertilizer. Applied Field Crops Research, 35(2), 105-85.

Zeng, J., Liu, X., Song, L., Lin, X., Zhang, H., Shen, C., & Chu, H. (2016). Nitrogen fertilization directly affects soil bacterial diversity and indirectly affects bacterial community composition. Soil Biology and Biochemistry, 92, 41-49.

Zhang, Y., Shengzhe, E., Wang, Y., Su, S., Bai, L., Wu, C., & Zeng, X. (2021). Long-term manure application enhances the stability of aggregates and aggregate-associated carbon by regulating soil physicochemical characteristics. Catena, 203, 105342.