

Effect of Sheep Manure Integration with Chicken Manure on Agronomic Traits and Yield of Green Bean under Field Conditions

Asghar Marzizadeh^{1✉}, Sahebali Bolandnazar², Mozhdeh Osku³

- 1-Corresponding Author, Department of Horticulture Science and Engineering, Faculty of Agriculture Technology, University of Tehran, Iran. E-mail: marzizadeh.asghar@ut.ac.ir
2-Department of Horticulture Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. E-mail: sbolandnazar@gmail.com
3-Department of Horticulture Science and Engineering, Faculty of Agriculture Technology, University of Tehran, Iran. E-mail: mozhdeh.osku@ut.ac.ir

Received: November 11, 2025

Revised: January 21, 2026

Accepted: January 22, 2026

Published: January 27, 2026

Extended Abstract

Introduction

Green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is considered one of the important vegetables due to its high nutritional value and relatively low water requirements, and is cultivated in many regions worldwide. The application of organic fertilizers, particularly livestock and poultry manures, can significantly influence the growth and yield of this crop. So, this study was conducted to evaluate the effects of different rates of sheep manure and poultry manure and their combination on the agronomic traits and yield of green bean cultivar Sunray under field conditions.

Materials and Methods

A field experiment was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with seven treatments and three replications in a farm located in southern Kerman province, Iran. The experimental treatments consisted of a control (no fertilizer application), sheep manure at the rates of 10 and 20 t ha⁻¹, poultry manure at the rates of 3 and 5 t ha⁻¹, and combined applications of sheep manure and poultry manure (3 t ha⁻¹ poultry manure + 7 t ha⁻¹ sheep manure and 5 t ha⁻¹ poultry manure + 15 t ha⁻¹ sheep manure).

Results

The results of this study showed that the combined applications of sheep manure and poultry manure had significant effects on plant height, number of leaves, number of side branches, fresh and dry weights of shoot, pod weight, pod length, number of pods per plant, number of seeds per pod, seed weight per pod, and total yield. The results obtained from

the correlation between traits showed that all traits studied in this experiment showed a positive and significant correlations with each other. Also, traits such as the number of side branches, pod length, number of pods per plant, number of seeds per pod, and total yield showed their highest values in the treatment of sheep manure integration with poultry manure (3 t ha⁻¹ poultry manure + 7 t ha⁻¹ sheep manure and 5 t ha⁻¹ poultry manure + 15 t ha⁻¹ sheep manure). On the other hand, the amount of poultry manure and chemical fertilizers application can be decreased, which are expensive. In other words, integrated application of sheep manure and poultry manure can be used as an efficient and sustainable method to improve the yield and quality of green bean.

Conclusions

The results showed that the integrated application of organic fertilizers, especially sheep manure and poultry manure, significantly improved the agronomic traits and yield of green bean and can contribute to the development of the sustainable agriculture.

Keywords: Organic farming, Organic fertilizer, Plant nutrition, Sustainable agriculture, Vegetables production.

Author Contributions

A. Marzizadeh and S. Bolandnazar conceived and planned the experiments. A. Marzizadeh carried out the experiments. A. Marzizadeh and M. Osku analyzed data. A. Marzizadeh and S. Bolandnazar wrote the first manuscript. All authors contributed to the interpretation of the results. All authors provided critical feedback and helped shape the research, analysis and manuscript.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

The authors thank the Research Council of the Feizipour Jiroft Diagnostic-Recommended Soil Laboratory Institute for their cooperation in this research.

Ethical considerations

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

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Cite this article: Marzizadeh, A., Bolandnazar, S. & Osku, M. (2026). Effect of sheep manure integration with chicken manure on agronomic traits and yield of green bean under field conditions. *Journal of Soil and Plant Science*, 36(1), 1-18.

<https://doi.org/10.22034/sps.2026.70177.1024>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



Copyright © 2026 The Authors.
Publisher: The University of
Tabriz

OPEN ACCESS
JOURNALS



نشریه دانش خاک و گیاه، جلد ۳۶، شماره ۱

صفحه‌های ۱ تا ۱۸، بهار ۱۴۰۵

<https://doi.org/10.22034/sps.2026.70177.1024>

E-ISSN: 3092-6106

<https://sps.tabrizu.ac.ir>



مقاله پژوهشی

اثر تلفیق کود گوسفندی با کود مرغی بر صفات زراعی و عملکرد لوبیا سبز در شرایط مزرعه‌ای

اصغر مارزی‌زاده^۱✉، صاحبعلی بلندنظر^۲، مرده اسکو^۳

۱- نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

رایانامه: marzizadeh.asghar@ut.ac.ir

۲- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: sbolandnazar@gmail.com

۳- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

رایانامه: mozhdeh.osku@ut.ac.ir

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۰ | تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۰۱ |
| تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۲ | تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۱/۰۷ |

چکیده

لوبیا سبز یکی از سبزی‌های مهمی است که به دلیل خواص تغذیه‌ای بالا و نیاز کم به منابع آبی، تقریباً در بسیاری از مناطق دنیا کشت می‌شود. استفاده از کودهای آلی به‌ویژه کود گوسفندی و مرغی می‌تواند تأثیر زیادی بر رشد و عملکرد این محصول داشته باشد. برای بررسی اثر مصرف تلفیقی کود گوسفندی و کود مرغی بر رشد و عملکرد لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* cv. Sunray)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در جنوب استان کرمان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، کاربرد کود گوسفندی به میزان ۱۰ و ۲۰ تن بر هکتار، کاربرد کود مرغی به میزان ۳ و ۵ تن بر هکتار، و تیمارهای تلفیقی ۱۰ تن بر هکتار (۳ تن بر هکتار کود مرغی + ۷ تن بر هکتار کود گوسفندی) و ۲۰ تن بر هکتار (۵ تن بر هکتار کود مرغی + ۱۵ تن بر هکتار کود گوسفندی) بودند. نتایج نشان داد که مصرف تلفیقی کود گوسفندی و کود مرغی بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک بخش هوایی، وزن غلاف، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه در غلاف و عملکرد کل تأثیر معناداری داشت. همبستگی‌های مثبت و معناداری میان تمام صفات مورد مطالعه در این پژوهش مشاهده شد. همچنین، بیشترین مقدار تعداد شاخه فرعی، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد کل در تیمارهای تلفیقی ۱۰ تن بر هکتار (۳ تن بر هکتار کود مرغی + ۷ تن بر هکتار کود گوسفندی) و ۲۰ تن بر هکتار (۵ تن بر هکتار کود مرغی + ۱۵ تن بر هکتار کود گوسفندی) حاصل شد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای آلی (کود گوسفندی و کود مرغی)، موجب بهبود قابل‌ملاحظه رشد و عملکرد لوبیا سبز شد که می‌تواند نقش مؤثری در دستیابی به کشاورزی پایدار داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاه، تولید سبزی، کشاورزی ارگانیک، کشاورزی پایدار، کود آلی.

استناد به این مقاله: مارزی‌زاده، ا.، بلندنظر، ص. و اسکو، م. (۱۴۰۵). اثر تلفیق کود گوسفندی با کود مرغی بر صفات زراعی

و عملکرد لوبیا سبز در شرایط مزرعه‌ای. نشریه دانش خاک و گیاه، ۳۶(۱)، ۱-۱۸.

<https://doi.org/10.22034/sps.2026.70177.1024>

مقدمه

لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L) یکی از سبزی‌های مهم است که به دلیل داشتن پروتئین بالا و استفاده گسترده در رژیم‌های غذایی در سراسر جهان اهمیت زیادی دارد (Fageria & Santos, 2008). علاوه بر تولید محصولی سالم و مغذی، کشت لوبیا سبز به بهبود کیفیت خاک و افزایش حاصلخیزی آن کمک می‌کند، زیرا این گیاه به کمک باکتری‌های موجود در گره‌های ریشه خود، قادر به تثبیت نیتروژن اتمسفر بوده و به چرخه عناصر غذایی در خاک کمک می‌نماید (Ananda et al., 2023; Katoch et al., 2022). لوبیا سبز به دلیل خاصیت‌های متعدد، مانند کاهش نیاز آبیاری و تأثیر مثبت بر کیفیت خاک، به عنوان یک گیاه مناسب برای کشاورزی پایدار در بسیاری از کشورها شناخته شده است. این گیاه، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، نقشی حیاتی در تأمین امنیت غذایی دارد (Stagnari et al., 2017).

تثبیت نیتروژن به وسیله باکتری‌های موجود در گره‌های ریشه گیاه لوبیا سبز، نه تنها باعث کاهش هزینه‌های کشاورزان در خرید کودهای شیمیایی می‌شود، بلکه سبب بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک در بلندمدت نیز می‌شود (Reinprecht et al., 2020). با این حال، اگرچه لوبیا سبز به کمک باکتری ریزوبیوم نیتروژن هوا را تثبیت می‌کند، اما به دلیل پتانسیل پایین تثبیت نیتروژن، نیاز به کوددهی دارد (Hungria et al., 2014). ریشه‌های گیاه لوبیا نقش کلیدی در خاک ایفا می‌کنند. بنابراین، مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک با استفاده از کودهای آلی و معدنی می‌تواند علاوه بر بهبود ویژگی‌های خاک، موجب افزایش تولید محصول و حفظ پایداری کشاورزی در درازمدت شود (Leithy et al., 2006).

در دهه‌های اخیر، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به عنوان یکی از عوامل تخریب محیط‌زیست شناخته شده و سبب کاهش حاصلخیزی و کیفیت خاک، آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی و مختل شدن پایداری و تنوع زیستی شده است. شواهد علمی نشان می‌دهند که تجمع ترکیبات شیمیایی در زیست‌بوم‌های کشاورزی نه تنها چرخه‌های طبیعی مواد غذایی را مختل کرده، بلکه پیامدهای بلندمدتی بر سلامت انسان و پایداری زیست‌بوم‌ها بر جای گذاشته است (Jana et al., 2024). استفاده نادرست از کودهای شیمیایی در دهه‌های اخیر، چالش‌هایی در تولید پایدار و سلامت غذایی ایجاد کرده است (Hernandez et al., 2021). با توجه به مشکلات ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی که سبب کاهش کیفیت خاک و کاهش عملکرد در بلندمدت می‌شود، استفاده از کودهای آلی، به ویژه کود دامی و مرغی، به عنوان جایگزینی مناسب مطرح است. این کودها علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، در بهبود عملکرد محصول و کاهش تأثیر منفی زیست‌محیطی مؤثر هستند (Torkamani & Alikhani, 2008; Kumar et al., 2024). علاوه بر آن، کودهای آلی با ویژگی‌های تجدیدپذیری سریع در زیست‌بوم، پایداری بیشتری برای محیط‌زیست به ارمغان می‌آورند (Kaushal et al., 2024).

استفاده از کودهای آلی سبب بهبود فعالیت میکروبی خاک و افزایش تنوع زیستی در خاک می‌گردد. کودهای آلی و دامی به بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و بهبود تخلخل خاک کمک می‌کنند. این ویژگی‌ها برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مانند جنوب کرمان) بسیار مهم هستند (Aisakulova et al., 2023). با توجه به وضعیت بحرانی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مانند استان کرمان، استفاده از روش‌های کودی جایگزین و پایدار اهمیت ویژه‌ای دارد. از آنجا که لوبیا سبز می‌تواند به عنوان یک محصول با پتانسیل بالای تثبیت نیتروژن، به طور مؤثر در بهبود کیفیت خاک و کاهش هزینه‌های کوددهی شیمیایی عمل کند، مطالعه اثر کود گوسفندی و کود مرغی بر رشد و عملکرد آن در این منطقه می‌تواند به عنوان راه‌حلی عملی برای کشاورزی پایدار مطرح باشد. از این رو، انجام پژوهش‌هایی برای کاهش آسیب‌های ناشی از این کودها و بررسی اثر کودهای آلی ضروری به نظر می‌رسد. هدف این مطالعه، ارزیابی و تحلیل اثر مصرف تلفیقی کود گوسفندی و کود مرغی بر رشد و عملکرد لوبیا سبز در شرایط مزرعه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در مزرعه‌ای واقع در شهرستان منوجان با موقعیت جغرافیایی ۷۰-۵۷ طول شرقی، ۲۴-۱۷ عرض شمالی در جنوب استان کرمان اجرا گردید. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد، کود گوسفندی به میزان ۱۰ و ۲۰ تن بر هکتار، کود مرغی به میزان ۳ و ۵ تن بر هکتار و ترکیب‌های مختلفی از کود گوسفندی و مرغی به میزان ۱۰ تن بر هکتار (۳ تن کود مرغی + ۷ تن گوسفندی بر هکتار) و ۲۰ تن بر هکتار (۵ تن کود مرغی + ۱۵ تن گوسفندی بر هکتار) بودند. انتخاب سطوح تیمارها بر اساس پژوهش Agbede (2023) انجام شد. کود دامی کاملاً پوسیده از دامداری‌های سطح شهرستان منوجان و کود مرغی از استان اصفهان تهیه گردید. لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L) رقم سانری از شرکت یکتا بذر تهران تهیه شد. از جمله ویژگی‌های این رقم، عملکرد بالا، غلاف کشیده، بوته قوی و مناسب کشت در فضای باز می‌باشد.

یک ماه قبل از کاشت آماده‌سازی بستر انجام شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها بر روی هر ردیف ۵ سانتی‌متر بود. کشت بذر در اواسط مهر سال زراعی ۱۴۰۲ در عمق ۳ سانتی‌متری خاک به صورت کرتی انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۳ خط کشت بود. آبیاری کرت‌ها به صورت نوار تیپ، دو هفته بعد از سبز شدن بذرها هر ۲ روز یکبار به مدت دو ساعت انجام شد. کود اوره در دو مرحله (۳۵ کیلوگرم بر هکتار) و کودهای NPK (۲۰-۲۰-۲۰، ۱۰-۵۲-۱۰) در سه مرحله به‌طور یکسان در تمام تیمارها به همراه آبیاری مصرف شد.

وجین علف‌های هرز به صورت دستی و برداشت لوبیا سبز در دو مرحله انجام شدند. مرحله اول ۷۵ روز بعد از کشت زمانی که غلاف‌ها به مصرف تازه‌خوری رسیدند و برداشت دوم وقتی بوته‌ها به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رسیدند. نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات مورد بررسی از اواسط خطوط صورت گرفت. بعد از اعمال تیمارها و با پایان رسیدن فصل رشد، عملکرد گیاهان تعیین شد. در این پژوهش، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده و کود گوسفندی و کود مرغی، تعیین گردید و نتایج در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شد. اندازه‌گیری رطوبت، ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم و سایر عناصر غذایی در کودهای آلی مورد استفاده بر اساس روش‌های استاندارد آزمایشگاهی انجام شد (Davoodi et al., 2015).

قبل از کاشت و تهیه بستر از پنج نقطه محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری خاک انجام و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شدند (جدول ۱). نمونه مرکب خاک، پس از هواخشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن شامل کربن آلی با روش والکی-بلاک (Jones, 2001)، فسفر قابل جذب گیاه در خاک به روش اولسن (Jones, 2001)، پتاسیم قابل جذب گیاه در خاک به روش عصاره‌گیری با آمونیوم استات یک مولار (Jones, 2001)، بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee & Or, 2002)، قابلیت هدایت الکتریکی محلول ۱:۱ آب به خاک (Jones, 2001)، کلسیم کربنات معادل خاک به روش خنثی‌سازی با اسید تیتر کردن با سود (Allison & Moodie, 1965) تعیین شدند. کود گوسفندی و کود مرغی مورد تجزیه قرار گرفت. در این نمونه‌ها غلظت نیتروژن پس از هضم و تقطیر با روش کج‌دال، فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند و نتایج به‌دست آمده در جدول ۲ ارائه شد.



شکل ۱- A: گیاهان شاهد، B و C: گیاهان پس از اعمال تیمارهای کود گوسفندی و مرغی

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در این پژوهش.

| Soil texture | CCE (%) | Mn-av. (mg/kg) | Cu-av. (mg/kg) | Zn-av. (mg/kg) | Fe-av. (mg/kg) | K-av. (mg/kg) | P-av. (mg/kg) | Total N (%) | EC (dS/m) | pH - |
|--------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-------------|-----------|------|
| Loamy Sand | 3.25 | 2.78 | 0.09 | 0.64 | 1.84 | 188.22 | 18.6 | 0.01 | 1.98 | 7.81 |

CCE: کلسیم کربنات معادل خاک، av: مقدار عنصر قابل جذب گیاه در خاک، EC: قابلیت هدایت الکتریکی

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی کود گوسفندی و کود مرغی مورد استفاده در این پژوهش.

| OC (%) | EC (dS/m) | pH | Total P (%) | Total N (%) | Total K (%) | |
|--------|-----------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 46.25 | 13.70 | 7.73 | 0.87 | 3.79 | 3.42 | کود گوسفندی |
| 45.37 | 30.61 | 7.91 | 1.87 | 4.33 | 3.67 | کود مرغی |

OC: کربن آلی، EC: قابلیت هدایت الکتریکی

صفات اندازه‌گیری شده

طول بوته و تعداد برگ

در پایان آزمایش، گیاهان از محل طوقه برداشت و ارتفاع گیاه از سطح بستر (یقه) تا جوانه انتهایی اندازه‌گیری شد. تعداد برگ‌های کل بوته نیز شمارش گردید.

وزن تر و خشک بخش هوایی

برای اندازه‌گیری وزن تر شاخساره در پایان آزمایش، تعدادی از بوته‌ها از طوقه قطع شده و وزن تر آنها یادداشت شد. سپس نمونه‌ها در زیر نور آفتاب در فضای باز قرار گرفته تا به‌طور کامل خشک شدند، سپس وزن هوا خشک آنها اندازه‌گیری شد.

تعداد شاخه فرعی

برای شمارش تعداد شاخه فرعی، از هر تیمار ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد شاخه‌های فرعی شمارش شد.

وزن و طول غلاف

برای اندازه‌گیری وزن و طول غلاف لوبیا در هر تیمار تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی و خطکش، وزن و طول آنها اندازه‌گیری شد و میانگین آنها به عنوان وزن و طول غلاف ثبت گردید.

تعداد غلاف در بوته

از هر تیمار تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد غلاف در بوته شمارش شد.

تعداد دانه در غلاف

برای شمارش دانه در غلاف از هر تیمار ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه‌های درون غلافها شمارش شد.

عملکرد کل

کلیه غلاف‌های قابل برداشت در هر تیمار با ترازوی دیجیتالی توزین شدند و در پایان عملکرد هر تیمار بر حسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه شد.

تحلیل آماری داده‌ها

تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 24 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شدند. شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2016 رسم شدند. نمودار همبستگی مبتنی بر ضرایب پیرسون که از داده‌های مورد مطالعه در این پژوهش استخراج شده است با استفاده از پکیج Ggraph در نرم افزار R ترسیم شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرغی بر شاخص‌های رشد و عملکرد لوبیا سبز از جمله ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک شاخساره، وزن غلاف، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد کل، معنادار بود (جدول ۳).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات زراعی و عملکرد لوبیا سبز در شرایط مزرعه‌ای.

| Source of variations | df | Mean squares | | | | |
|----------------------|----|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | | Number of branches | Shoot dry weight | Shoot fresh weight | Number of leaves | Plant length |
| Replication | 2 | 0.019 ^{ns} | 8.46 ^{ns} | 104.25 ^{ns} | 4.58 ^{ns} | 12.25 ^{ns} |
| Treatment | 6 | *63.19 | *1876.58 | *11532.63 | *731.09 | **73.42 |
| Error | 12 | 33.62 | 268.32 | 1327.27 | 23.69 | 16.42 |
| CV (%) | - | 11.16 | 19.52 | 8.71 | 12.25 | 5.38 |

^{ns}, ** and *: non-significant, significant at $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$, respectively

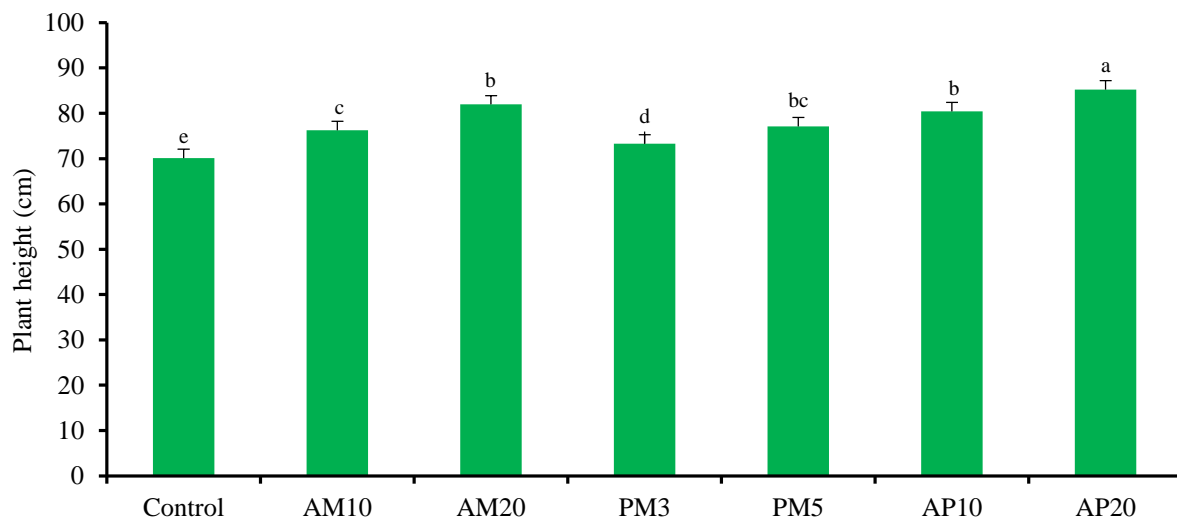
جدول ۴- ادامه

| Source of variations | df | Mean squares | | | | |
|----------------------|----|-------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| | | Yield | Number of seeds per pod | Number of pods per plant | Sheath length | Pod weight |
| Replication | 2 | 216 ^{ns} | 6.05 ^{ns} | 15.05 ^{ns} | 7.05 ^{ns} | 7.30 ^{ns} |
| Treatment | 6 | 952167.35** | 172.08** | 3921.41* | 146.68** | 5904.12** |
| Error | 12 | 4179.55 | 25.93 | 1226.1 | 89.32 | 309.73 |
| CV (%) | - | 10.3 | 16.42 | 7.81 | 14.20 | 4.69 |

^{ns}, ** and *: non-significant, significant at $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$, respectively

ارتفاع بوته

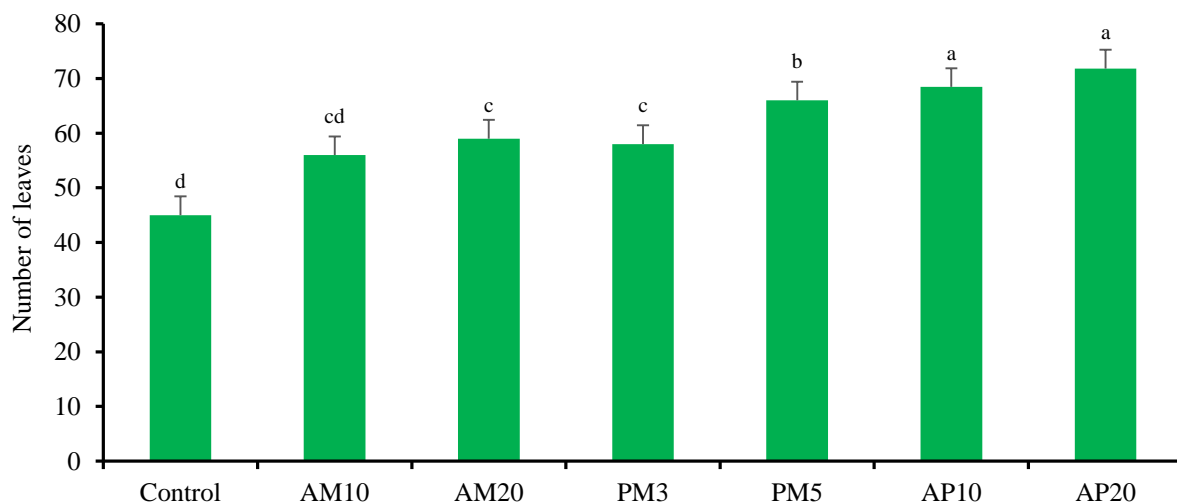
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف تلفیقی کود مرغی و گوسفندی به میزان ۲۰ تن بر هکتار (۵ تن کود مرغی + ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار) موجب افزایش ارتفاع بوته در گیاهان شد و گیاهان شاهد کمترین طول بوته را داشتند (شکل ۲). نتایج مطالعات قبلی روی لوبیا سبز نشان داد که با افزایش میزان سطح کود مرغی در مزرعه، طول بوته، قطر ساقه، غلظت کلروفیل، تعداد برگ‌های بالغ و سطح برگ به‌طور معناداری افزایش یافت (Kanu *et al.*, 2022). همچنین، پژوهشگران گزارش کردند که مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرغی بر رشد و طول گیاهان لوبیا سبز با بهبود حاصلخیزی خاک و در دسترس بودن عناصر غذایی تأثیر بسزایی داشت (Ananth Nag *et al.*, 2013). بیندو و همکاران گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی از جمله کود دامی و مرغی عملکرد و کیفیت گیاهان لوبیا سبز را به‌طور قابل توجهی افزایش داد (Bindu *et al.*, 2023). بررسی‌های دیگر نیز نشان داده است که بیشترین ارتفاع گیاهان مورد مطالعه در تیمار تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بوده است (Najafi & Mardomi, 2012; Abbasi *et al.*, 2013; Mohammadnejad *et al.*, 2015; Kazemalilou *et al.*, 2018a; Najafi *et al.*, 2025).



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف بر ارتفاع بوته لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

تعداد برگ در بوته

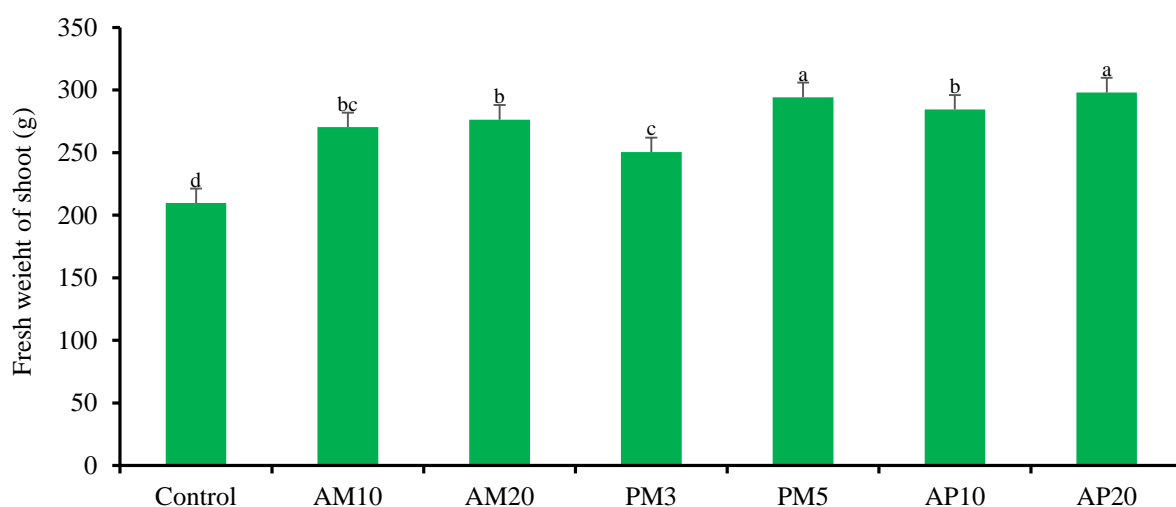
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر تعداد برگ در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنادار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرغی تعداد برگ در بوته را افزایش داد و در مقایسه با گیاهان شاهد سبب افزایش بیشتری در تعداد برگ در هر بوته شد (شکل ۳). پژوهشگران گزارش کردند که مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرغی سبب بهبود پارامترهای رشد گیاهان لوبیا سبز از جمله افزایش تعداد برگ‌ها شد (Sitinjak & Purba, 2018). همچنین، در تحقیقی دیگر، مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرغی به‌طور قابل توجهی تعداد برگ‌های لوبیا سبز را از طریق بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک و میزان عناصر غذایی افزایش داد (Bindu et al., 2023). این نتایج مشابه با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد.



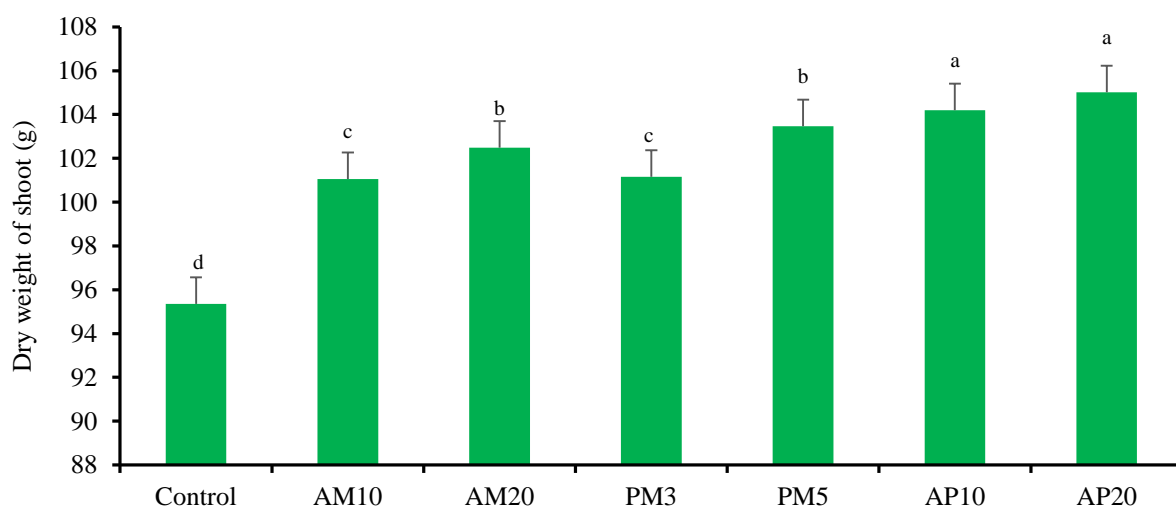
شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف بر تعداد برگ در هر بوته لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

وزن تر و خشک شاخساره

نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر وزن تر و خشک شاخساره لوبیا معنادار بود (جدول ۳). مصرف کودهای گوسفندی و مرغی و و تلفیق آنها سبب افزایش معنادار و خشک شاخساره لوبیا سبز شد (شکل های ۴ و ۵). افزایش تولید ماده خشک در نتیجه استفاده از کودهای آلی سبب بهبود فعالیت های میکروبی خاک و در دسترس قرار دادن انواع هورمون ها و مواد محرک رشد و نیز فراهمی عناصر غذایی می شود (Limon-Ortega *et al.*, 2008; Karthikeyan *et al.*, 2008). مصرف کودهای آلی در طول دوره رشد گیاه سبب فراهمی متعادل عناصر معدنی و بهبود حاصلخیزی خاک می شود (Limon-Ortega *et al.*, 2008). کودهای آلی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک باعث ایجاد شرایط مناسب تر برای رشد گیاه می شوند (Singer *et al.*, 2008).



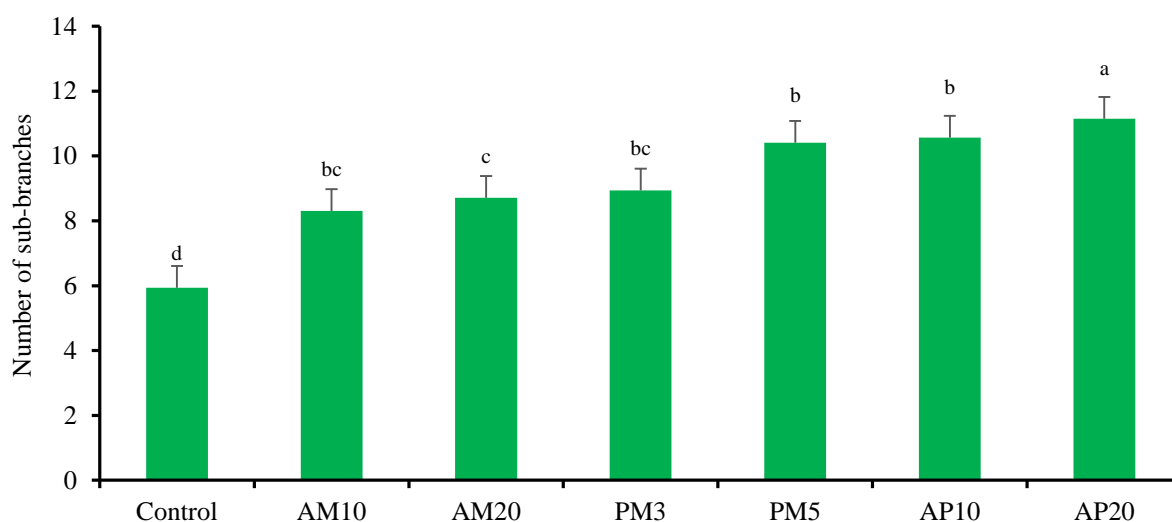
شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف بر وزن تر شاخساره لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.



شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک شاخساره لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

تعداد شاخه فرعی

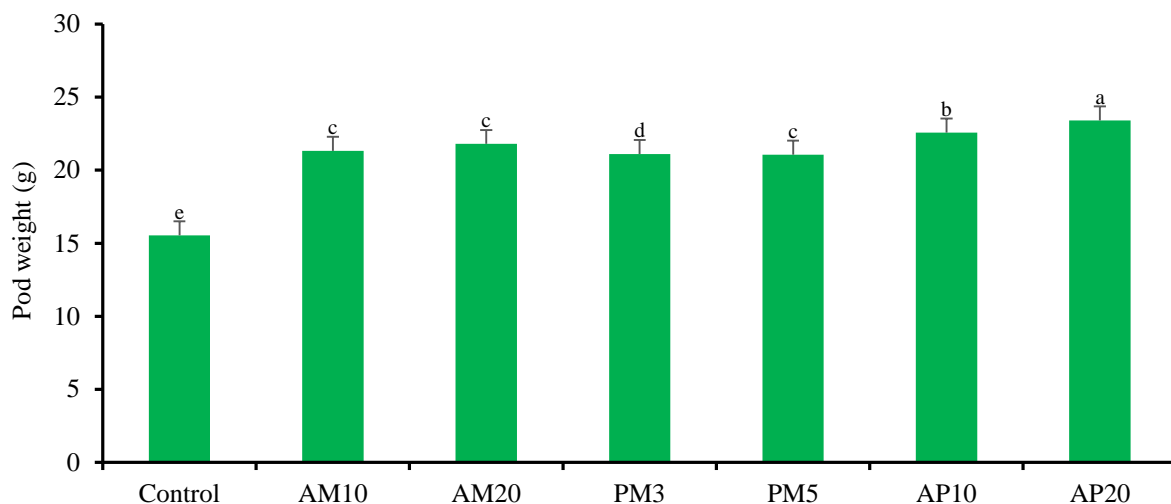
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال پنج درصد معنادار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرعی سبب افزایش تعداد شاخه فرعی نسبت به گیاهان تیمار شاهد شد (شکل ۶). مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرعی با بهبود وضعیت عناصر غذایی خاک و سلامت گیاه، تعداد شاخه‌های جانبی لوبیا سبز را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. (Rachid *et al.*, 2024). پژوهشگران گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی، مانند مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرعی، رشد رویشی گیاهان لوبیا سبز و تعداد شاخه‌های جانبی را افزایش داد (Madushani & Brintha, 2023). در پژوهشی که به صورت مرزعه‌ای انجام شد بیشترین تعداد شاخه جانبی و تعداد برگ با مصرف کود زیستی نیتروکارا به دست آمد (Karimi *et al.*, 2013).



شکل ۶- اثر تیمارهای مختلف بر تعداد شاخه فرعی لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرعی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرعی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرعی با ۷ تن کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرعی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

وزن غلاف

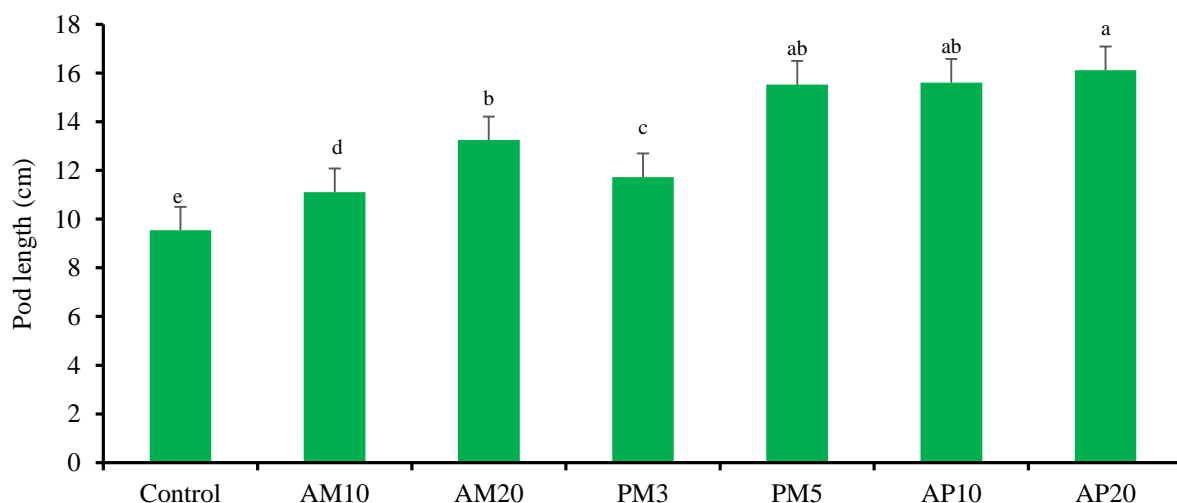
اثر تیمارها بر وزن غلاف، در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۳). بالاترین وزن غلاف در تیمار کودی ۲۰ تن بر هکتار و کمترین آن در گیاهان تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۷). مصرف ۸ تن کود مرعی بر هکتار به‌طور قابل توجهی بیشترین وزن دانه را در لوبیا تولید کرد (Kanu *et al.*, 2022). در یک بررسی دیگر، مصرف تلفیقی کود دامی و کود مرعی با افزایش حاصلخیزی خاک و غلظت عناصر غذایی، وزن غلاف‌های لوبیا سبز را به‌طور قابل توجهی افزایش داد (Shafeek *et al.*, 2017). بررسی نشان داد که مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرعی باعث بهبود پارامترهای رشد و وزن غلاف بوته‌های لوبیا سبز شد (Khairul, 2014).



شکل ۷- اثر تیمارهای مختلف بر وزن غلاف لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

طول غلاف

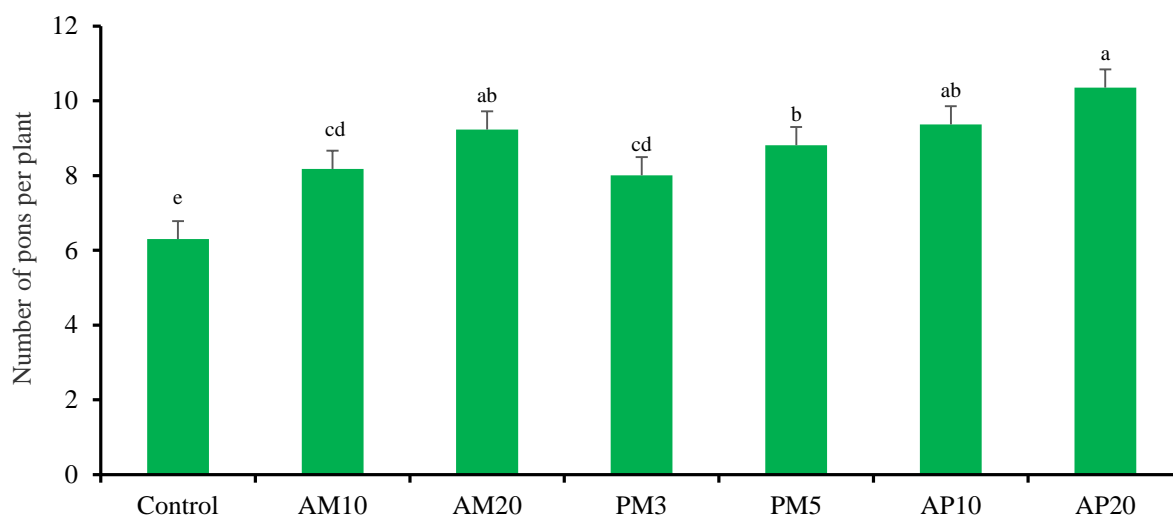
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها بر طول غلاف معنادار بود (جدول ۳). مصرف تلفیقی کود گوسفندی و مرغی سبب افزایش طول غلاف نسبت به گیاهان شاهد شد (شکل ۸). پژوهش‌ها نشان داد که استفاده از کودهای آلی مانند کود دامی و کود مرغی می‌تواند طول غلاف لوبیا سبز را افزایش داده و به عملکرد بهتر محصول کمک کند (Yadav *et al.*, 2019). در یک بررسی دیگر، مصرف کود مرغی به‌طور معناداری سبب افزایش اندازه غلاف در لوبیا گردید (Kanu *et al.*, 2022). بررسی‌ها نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی به‌طور قابل توجهی بر طول غلاف لوبیا فرانسوی تأثیر گذاشت (Rajiv & Tomar, 2022).



شکل ۸- اثر تیمارهای مختلف بر طول غلاف لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

تعداد غلاف در بوته

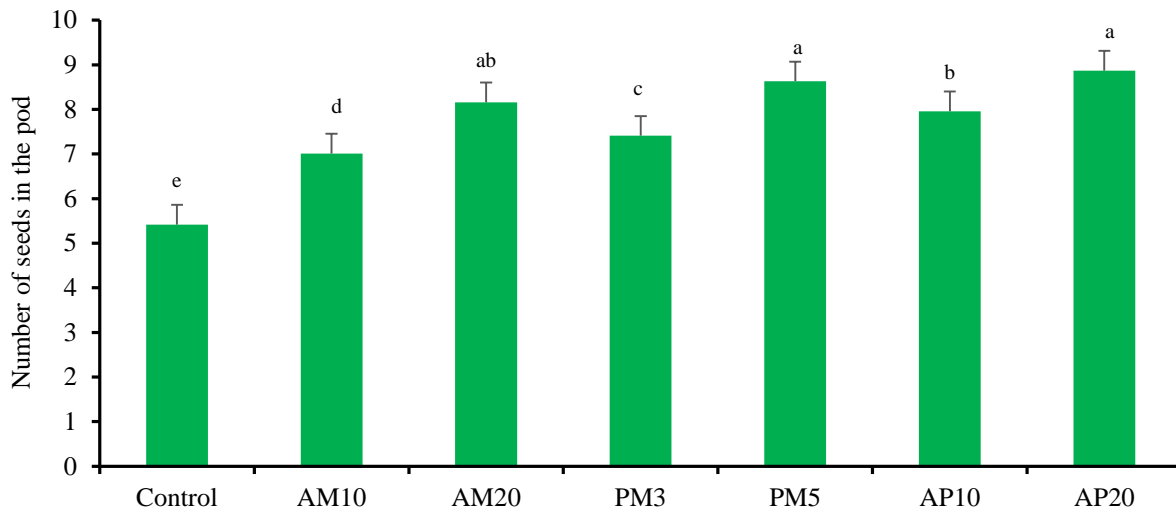
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها بر تعداد غلاف در بوته لوبیا سبز معنادار بود (جدول ۳). مصرف کود گوسفندی و کود مرغی و تلفیق آن‌ها سبب افزایش معنادار تعداد غلاف در بوته لوبیا سبز شد (شکل ۹). پژوهش‌ها نشان دادند که تلفیق کود مرغی و پودر سنگ فسفات با افزایش فراهمی فسفر در خاک و رشد گیاه، تعداد غلاف در هر بوته لوبیا سبز را در شرایط مزرعه‌ای افزایش داد (Grant *et al.*, 2019). تحقیقات نشان داد که مصرف تلفیقی کود زیستی و کود مرغی می‌تواند به‌طور قابل توجهی تعداد غلاف در بوته لوبیا سبز را افزایش دهد (Yafizham & Sumarsono, 2020). استفاده از کودهای آلی می‌تواند به‌طور معناداری بر تعداد غلاف در هر بوته لوبیا سبز تأثیر بگذارد و با مصرف بهینه کودهای آلی این جزء عملکرد افزایش می‌یابد (Rajiv & Tomar, 2022).



شکل ۹- اثر تیمارهای مختلف بر تعداد غلاف در بوته لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

تعداد دانه در غلاف

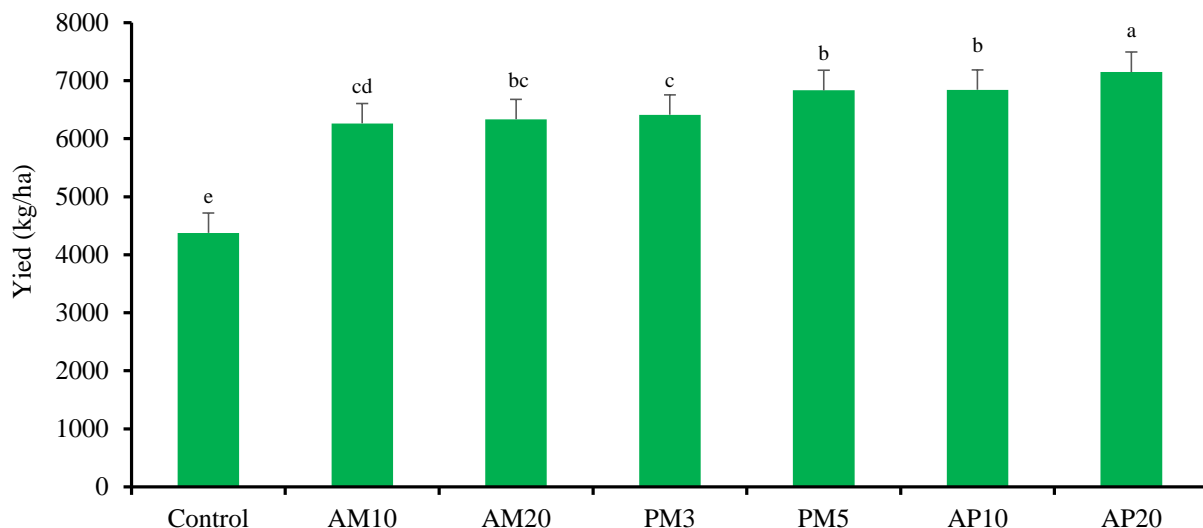
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر تعداد دانه در غلاف معنادار بود (جدول ۳). مصرف کود گوسفندی و کود مرغی و تلفیق آن‌ها سبب افزایش معنادار تعداد دانه در غلاف لوبیا سبز شد (شکل ۱۰). پژوهش‌ها نشان داد که مصرف سطوح مختلف کود مرغی در باعث افزایش معنادار تعداد دانه در غلاف گونه‌های مختلف لوبیا چشم بلبلی شد (Msaakpa, 2016). افزایش معنادار تعداد دانه در نیام گیاه لوبیا با مصرف کود دامی به‌وسیله سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Najafi *et al.*, 2013).



شکل ۱۰- اثر تیمارهای مختلف بر تعداد دانه در غلاف لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار.

عملکرد غلاف

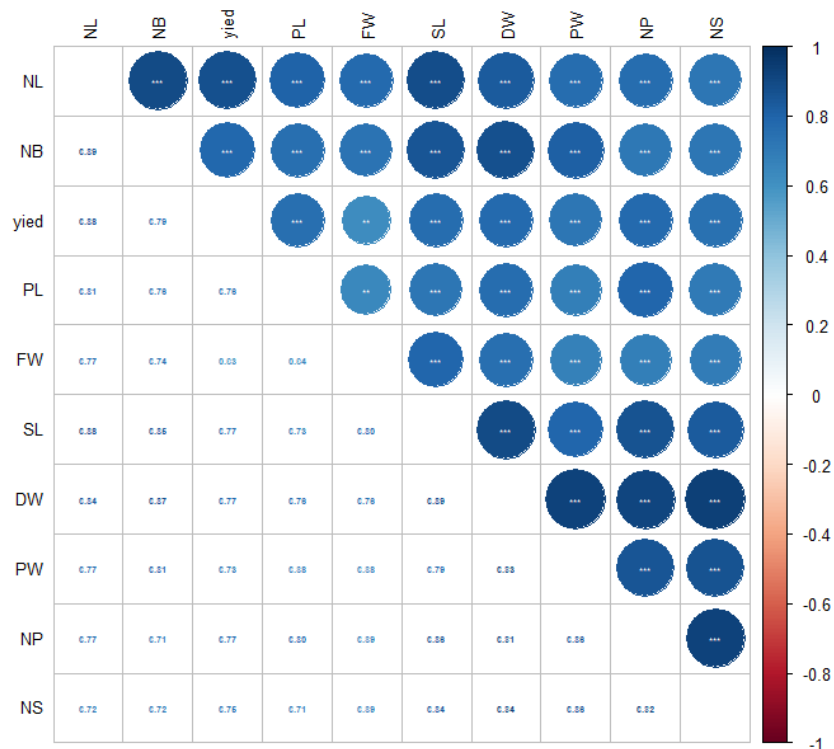
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارها بر میزان عملکرد غلاف در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۳). بالاترین میزان عملکرد مربوط به تیمار تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۵ تن کود گوسفندی بر هکتار (۲۰ تن بر هکتار) با تولید ۷۶۴۰/۳ کیلوگرم بر هکتار مشاهده گردید و کمترین میزان عملکرد مربوط به گیاهان تیمار شاهد بود (شکل ۱۱). مطالعات نشان داده است که مصرف کود دامی می‌تواند به‌طور قابل توجهی ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد کلی را بهبود بخشد (Sitinjak & Purba, 2018). در یک بررسی، مصرف کود مرغی سبب بیشترین افزایش عملکرد در لوبیا گردید (Kanu *et al.*, 2022). نوع کود مصرفی نقش مهمی در تعیین رشد و عملکرد لوبیا سبز دارد. به عنوان مثال، در یک بررسی، استفاده از انواع مختلف کود دامی و مرغی، سبب افزایش رشد و عملکرد لوبیا سبز شد (Triyanti *et al.*, 2024). مصرف تلفیقی کود زیستی و قارچ میکوریز آربوسکولار سبب افزایش رشد و عملکرد لوبیا سبز رقم Sunray شد (Karimi *et al.*, 2013). افزایش معنادار عملکرد دانه گیاه لوبیا با مصرف کود دامی به‌وسیله سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Najafi *et al.*, 2013). بررسی‌های دیگر نیز نشان داده است که بیشترین عملکرد گیاهان مورد مطالعه در تیمار تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بوده است (Kazemalilou *et al.*, 2018b; Kazemalilou *et al.*, 2023).



شکل ۱۱- اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد غلاف لوبیا سبز. Control: شاهد، AM10: کود گوسفندی ۱۰ تن بر هکتار، AM20: کود گوسفندی ۲۰ تن بر هکتار، PM3: کود مرغی ۳ تن بر هکتار، PM5: کود مرغی ۵ تن بر هکتار، AP10: تلفیق ۳ تن کود مرغی با ۷ تن کود گوسفندی بر هکتار، AP20: تلفیق ۵ تن کود مرغی با ۱۰ تن کود گوسفندی بر هکتار.

همبستگی بین صفات

با توجه به نتایج به دست آمده از همبستگی بین صفات، تمام صفات مورد مطالعه در این آزمایش با یکدیگر همبستگی مثبت و معناداری داشتند (شکل ۱۲). در یک بررسی گزارش شد که همبستگی مثبتی بین صفات مختلف لوبیا سبز با مصرف کود آلی و حیوانی وجود داشت و این نتیجه سبب افزایش رشد و عملکرد لوبیا سبز گردید (Lima et al., 2021).



شکل ۱۲- همبستگی بین صفات. (NL) تعداد برگ، (PL) طول بوته، (FW) وزن تر شاخه، (DW) وزن خشک شاخه، (NB) تعداد شاخه‌های فرعی، (NS) وزن غلاف، (PW) طول غلاف، (SL) تعداد غلاف در هر بوته، (NP) تعداد دانه در غلاف، (Yield) عملکرد.

نتیجه گیری کلی

در مجموع نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که تیمارهای مختلف کود گوسفندی و کود مرغی رشد و عملکرد لوبیا سبز را به طور معنادار افزایش داد به طوری که بیشترین عملکرد در تیمار تلفیقی کود گوسفندی و کود مرغی مشاهده گردید. گیاهان تیمار شده با کود گوسفندی و کود مرغی ویژگی‌های رشد بهتری مانند افزایش ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته را نشان دادند. علاوه بر این، تعداد غلاف در بوته و عملکرد کلی لوبیا سبز به طور معنادار افزایش یافت. به عبارت دیگر، استفاده از کودهای آلی با این روش نه تنها بهره‌وری محصول را افزایش می‌دهد، بلکه خاک را نیز حاصلخیزتر می‌کند. به طور کلی، استفاده از تلفیق کود گوسفندی (۱۵ تن بر هکتار) و کود مرغی (۵ تن بر هکتار) به عنوان یک راهکار موثر برای افزایش رشد و عملکرد لوبیا سبز پیشنهاد می‌گردد.

شفاف سازی استفاده از هوش مصنوعی

در مراحل مختلف این پژوهش اعم از ایده پردازی، طراحی، جمع آوری و تحلیل داده‌ها، نگارش متن و ویرایش یا ترجمه از ابزارهای هوش مصنوعی استفاده نشده است.

منابع مورد استفاده

References

- Abbasi M., Najafi N., Aliasgharzad N., & Oustan S. (2013). Effects of soil water conditions, sewage sludge, poultry manure and chemical fertilizers on the growth characteristics and water use efficiency of rice plant in a calcareous soil. *Journal of Water and Soil Science*, 23(1), 189–208. (in Persian with English abstract)
- Allison, L.E., & Moodie, C.D. (1965). Carbonates. Pp. 1379-1398. In: Black C.A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Part 2. *Chemical and microbiological properties*. Monograph No. 9, ASA, SSSA, Madison, WI, USA. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.c40>
- Ananth, Nag B., Arjumand, banu.S.S., & Puttaiah, E.T. (2013). Effectiveness of farm yard manure, poultry manure and fertilizer –npk on the growth parameters of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Shimoga, Karnataka. *Global Journal of Current Research*, 1, 31-35.
- Ananda, M.R., Vaiahnav, S., Naide, P.R., Aruna, N.V., & Vishwanath, K. (2022). Long Term Benefits of Legume Based Cropping Systems on Soil Health and Productivity. An overview. *International Journal of Environment and Climate Change*, 12(9), 299-315. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i930767>
- Aisakulova, K.R., Slyamova, N.D., Ustemirova, A.M., Seisenova, A.A., Kazybayeva, S.Z., & Skak, S. (2023). Organic fertilizer's role in the improvement of soil microflora and biometric values in fruit crops. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55, 1719–1728. <https://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.24>
- Agbede, T.M. (2023). Poultry manure improves soil properties and grain mineral composition, maize productivity and economic profitability. *Scientific Reports (Nature)*, 13, 394. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00394-8>
- Bindu, P., Kerketta, B., Bahadur, V., & Lalita, L. (2023). Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 12(6), 392-394. <https://doi.org/10.18805/LR-4376>
- Davoodi, M.H., Shahbazi, K., Feyzollahzadeh Ardabili, M., & Rezaei, H. (2015). *Methods of organic fertilizer analysis*. Soil and Water Research Institute, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran.
- Fageria, N.K., & Santos, A.B. (2008). Yield physiology of dry bean. *Journal of Plant Nutrition*, 31, 983-1004. <https://doi.org/10.1080/01904160802096815>

- Gee, G.W., & Or, D. (2002). Particle size analysis. Pp. 201–214. In: Dane J.H. and Topp G.C. (Eds), *Methods of soil analysis. Part 4. Physical methods*. SSSA Book Series No. 5, Madison, WI. USA. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.4.c12>
- Grant, P., Biron, P., Bariac, T., Cartes, P., Mora, M., & Rumpel, C. (2019). Synergistic and Antagonistic Effects of Poultry Manure and Phosphate Rock on Soil P Availability, Ryegrass Production, and P Uptake. *Agronomy*, 91(9), 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy9040191>
- Hernandez, T., Berlanga, J. G., Tormos, I., & Garcia, C. (2021). Organic versus inorganic fertilizers: Response of soil properties and crop yield. *AIMS Geosciences*, 7(3), 415-439. <https://doi.org/10.3934/geosci.2021024>
- Hungria, M., & Kaschuk, G. (2014). Regulation of nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Critical Reviews in Plant Sciences*, 33(5): 351–373. <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.898455>
- Jana, B., Chattopadhyay, R., Das, R., & Kanthal, S. (2024). Bio-fertilizer : An alternative to chemical fertilizer in agriculture. *International Journal of Research in Agronomy*, 7, 144–149.
- Jones, J.B. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA. 363 Pages.
- Kanu, M., Norman, P., & Boima, J. (2022). Investigating the effect of different rates of chicken manure on the growth, yield and profitability of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) under rain fed condition in the upland soils of Njala, Southern Sierra Leone. *International Journal of Science and Research*, 7064, 1486-1498. <https://doi.org/10.21275/SR22101145148>
- Karimi, K., Bolandnazar, S., & Ashoori, S. (2013). Effect of bio-fertilizer and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, growth characteristics and quality of green bean (*Phaseolous vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(3), 157-166. (In Persian)
- Katoch, R., Kumar, S., Pathania, K., & Chaudhary, H. K. (2023). Rice bean (*Vigna umbellata*) A potential legume under adverse conditions. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 14(5), 345-360. <https://doi.org/10.1002/ijear.2023.14.5.345>
- Kaushal, N., Kashyap, B., Kumar, M., Shah, A. H., & Bhardwaj, R. (2024). Cost-benefit analysis of natural farming vs. chemical fertilizers for sustainable marigold production under mid-hills of Himalayas. *Agriculture Association of Textile Chemical and Critical Reviews Journal*, 12(3), 17-23. <https://doi.org/10.21276/AATCCReview.2024.12.03.17>
- Kazemalilou, S., Najafi, N., & Reyhanitabar, A. (2018a). Effects of integrated application of phosphorus fertilizer and sewage sludge on leaf chlorophyll index and some growth characteristics of sunflower under water deficit conditions. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 7(4), 1–18. (in Persian with English abstract) <https://doi.org/10.22069/ejsms.2018.12197.1693>
- Kazemalilou S., Najafi N., & Reyhanitabar A. (2018b). Increasing the yield and yield components of sunflower by integrated application of phosphorus and sewage sludge under optimum and limited irrigation conditions. *Journal of Water and Soil*, 31(6), 1637–1650. (in Persian with English abstract) <https://doi.org/10.22067/jsw.v31i6.61402>
- Kazemalilou, S., Najafi, N., Reyhanitabar, A., Ghaffari, M., & Azadmard-Damirchi, S. (2023). Sewage sludge and phosphorus increase seed yield, oil and protein concentrations and water use efficiency of sunflower under different levels of water supply. *Gesunde Pflanzen*, 75, 2865–2877. <https://doi.org/10.1007/s10343-023-00864-x>
- Kumar, A., Chandel, N., & Barkha. (2024). Organic farming vs. integrated nutrient management: a comparative review of agricultural productivity and sustainability. *International Journal of Progressive Sciences and Its Features*, 36(6): 460-473. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i64648>
- Khairul, M. (2014). Effect of cow manure on growth, yield and nutrient content of mungbean. *Asian Research Journal of Agriculture*, 2(7), 71-74. <https://doi.org/10.9734/ARJA/2016/29297>
- Leithy, S., El-Meseiry, T.A., & Abdallah, E.F. (2006). Effect of Biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. *Journal of Applied Sciences Research*, 2, 773-779.
- Lima, J.R.S., Goes, M.C.C., Hammecker, C., Antonino, A.C.D., Medeiros, E.V., Sampaio, E.V.S.B., Leite, M.C.B.S., Silva, V.P., Souza, E.S., & Souza, R. (2021). Effects of poultry manure and biochar on acrisol soil properties and yield of common bean. A short-term field experiment. *Agriculture*, 11(4), 290. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040290>

- Mohammadnejad A., Najafi N., & Neyshabouri M.R. (2015). Effects of three types of organic fertilizers on the growth characteristics and water use efficiency of corn at different levels of soil compaction. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(2), 25–47. (in Persian with English abstract) <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23221267.1394.5.2.2.5>
- Msaakpa, T.S. (2016). Effects of Variety and poultry manure on growth and yield of selected cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) varieties at Makurdi, Nigeria. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(8), 522-528.
- Najafi, N., Hajilou, H. and Sarikhani, M.R. (2025). Effect of vermicompost integration with nitrogen, sulfur, and manganese on fruit yield, some agronomic traits, and water use efficiency of cucumber under greenhouse conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 56(2), 205–221. (in Persian with English abstract) <https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.385023.2225>
- Najafi N., & Mardomi S. (2012). The effects of waterlogging, sewage sludge and manure on the growth characteristics of sunflower in a sandy loam soil. *Journal of Water and Soil*, 25(6), 1264–1276. (in Persian with English abstract) <https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.12127>
- Najafi N., Mostafaei M., Dabbagh Mohammadi Nasab A., & Oustan S. (2013). Effect of intercropping and farmyard manure on the growth, yield and protein concentration of corn, bean and bitter vetch. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(1), 99–116. (in Persian with English abstract)
- Rachid, A., Saad, F., Lahcen, H., & Khalid, A. (2024). Quality assessment of poultry manure compost: Focus on organic amendment and bioremediation roles toward sustainable agriculture. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6(1), 1-60. <https://doi.org/10.1007/s41207-024-00698-7>
- Reinprecht, Y., Schram, L., Marsolais, F., Smith, T.H., Hill, B., & Pauls, K.P. (2020). Effects of nitrogen application on nitrogen fixation in common bean production. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01172>
- Rajiv, R., & Tomar, S. (2022). Integrated use of organic and inorganic sources of nutrients in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 92(4), 445-449. <https://doi.org/10.5958/2250-1198.2022.00089.3>
- Shafeek, M. R., Aisha, H., Asmaa, R., Magda, M., Hafez, & Dina M. (2017). Effect of different sources of organic manure on production of snap bean cultivars. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6(4), 899-907.
- Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A., & Pisante, M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: An overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40538-016-0085-1>
- Singer, W.J., Sally, S.D., and Meek, D.W. (2007). Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. *Agronomy Journal*, 99, 80-87. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0118>
- Sitinjak, L., & Purba, E. (2018). response to growth and production of green beans (*Vigna radiata* L.) in various cropping spots and fertilizer provision of layer chickens. *International Conference on Agriculture, Environment, and Food Security*, 122, 1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012053>
- Sitinjak, L., & Purba, E. (2018). Response to growth and production of green beans (*Vigna radiata* L.) in various cropping spots and fertilizer provision of layer chickens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122: 1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012053>
- Triyanti, T., Suciati, T., & Eviyati, R. (2024). The Effect of plant spacing and type of manure on the growth and yield of green beans (*Vigna radiata* L.) cultivar Vima I. *Journal of Agricultural Sciences*, 1(3), 128-144. <https://doi.org/10.62885/agrosoci.v1i3.176>
- Yadav, K., Kundu, P., Roy, T., Khan, M.S., Parvin, K., & Mazed, H. (2019). Interaction effects of poultry manure and zeolite on pod length in green beans. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 9, 1-7.
- Yafizham, & Sumarsono. (2020). Effect of bio-slurry fertilizer and chicken manure on growth and yield of green bean in latosol. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 518(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/518/1/012045>