University of Tehran Press

Iranian Journal of Field Crop Science

Online ISSN: 2423-8082

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

Effect of Organic and Biological Fertilizers on Nitrogen Use Efficiency, Phosphorus Content and Protein Yield of White Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Leila Arab-Niasar[1]| Mohammad Mirzakhani[2]✉| Karim Nozad Namin[3]

1. Department of Agriculture, Islamic Azad University, Naragh Branch, Naragh, Iran.
2. Corresponding Author, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Farahan Branch, Farahan, Iran. Email: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir
3. Department of Agriculture, Islamic Azad University, Naragh Branch, Naragh, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: April 11, 2023
Received in revised form: July 12, 2023
Accepted: July 21, 2023
Published online: December 22, 2023

Keywords:
Compost,
harvest index,
nitrogen,
phosphorus percentage,
protein yield.

ABSTRACT

The use of biological and organic fertilizers as alternatives to chemical fertilizers increases the efficiency of the cycle of food elements, improves and stabilizes the quantitative and qualitative grain yield by maintaining the appropriate productivity of soil and water resources in sustainable agriculture. This experiment was conducted to determine the effects of combined application of organic and biological fertilizers on nitrogen agronomy efficiency and phosphorus content of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in 2015. The study was conducted as a factorial experiment arranged in a randomized complete blocks design with three replications. Treatments included four organic fertilizers (control, farmyard manure, mushroom compost, and vermicompost) and four biofertilizers (control, inoculation with azotobacter, barvar2, and azotobacter+ barvar-2). Application of nitroxin biofertilizer had the highest effect on all traits. The highest protein yield (2779 kg ha^{-1}) related to nitroxin biofertilizer treatment + organic control and the lowest one (950 kg ha^{-1}) was obtained when no organic and biofertilizers were applied. The highest and the lowest of phosphorus content (2.34% and 1.03%) belonged to nitroxine + mushroom compost and Barvar-2 + organic control, respectively. The highest (11.53 kg kg^{-1}) and the lowest (0.0001 kg kg^{-1}) nitrogen use efficiency (NUE) were achieved in control treatment + animal manure and when no organic and biofertilizers were applied, respectively. Therefore, the highest (11.53 kg kg^{-1}) and the lowest (0.0001 kg kg^{-1}) NUE were obtained in control + animal fertilizers and when no fertilzers were applied. Considering that the simultaneous application of biological fertilizers (nitroxin + Barvar-2) and animal manure is superior in terms of grain harvest index (35%), therefore, it was more priority and recommendable in the region.

Cite this article: Arab-Niasar, L., Mirzakhani, M., & Nozad Namin, K. (2023). Effect of organic and biological fertilizers on nitrogen use efficiency, phosphorus content and protein yield of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, *54*(4), 165-175. DOI: 10.22059/ijfcs.2023.357590.654997.

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/ 10.22059/ijfcs.2023.357590.654997

انتشارات دانشگاه تهران

علوم گیاهان زراعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۸۰۸۲-۲۴۲۳

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

تأثیر کودهای زیستی و آلی برکارایی کاربرد نیتروژن، میزان فسفر و عملکرد پروتئین لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.)

لیلا عرب نیاسر[۱] | محمد میرزاخانی[۲]✉ | کریم نوزاد نمین[۳]

۱. گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نراق، نراق، ایران.

۲. نویسنده مسئول، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، فراهان، ایران. رایانامه: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

۳. گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نراق، نراق، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۳۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:
درصد فسفر،
شاخص برداشت،
عملکرد پروتئین،
کمپوست،
نیتروژن.

چکیده

استفاده از کودهای زیستی و آلی به عنوان جایگزین‌های کودهای شیمیایی موجب افزایش کارآیی چرخه عناصر غذایی، بهبود و پایداری عملکرد کمی و کیفی دانه با حفظ بهره‌وری مناسب از منابع خاک و آب در کشاورزی پایدار می‌شود. این آزمایش به منظور بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر کارایی زراعی نیتروژن و میزان فسفر لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) در شهر نیاسر از توابع شهرستان کاشان (استان اصفهان) آزمایشی در سال ۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها به‌ترتیب شامل چهار نوع کود آلی (شاهد، ورمی‌کمپوست، کود دامی، و کمپوست قارچ) و چهار نوع کود زیستی (شاهد، نیتروکسین، بارور-۲، ترکیب نیتروکسین + بارور-۲) بودند. نتایج نشان داد که استفاده از کود زیستی در قیاس با عدم کاربرد آن منجر به افزایش معنی‌دار صفات مورد ارزیابی شده است. به‌نحوی‌که کاربرد کود زیستی نیتروکسین بیشترین تأثیر را بر تمامی صفات داشت. با بررسی نتایج، بالاترین عملکرد پروتئین گیاه (۲۷۷۹ کیلوگرم بر هکتار) مربوط به تیمار کود زیستی نیتروکسین + شاهد آلی و کمترین مقدار آن (۹۵۰ کیلوگرم بر هکتار) در عدم کاربرد کودهای آلی و زیستی به‌دست آمد. همچنین حداکثر و حداقل میزان فسفر (۲/۳۴ و ۱/۰۳ درصد) به‌ترتیب مربوط به نیتروکسین + کمپوست قارچ و بارور ۲+ شاهد آلی بودند. بنابراین بیشترین میزان کارایی زراعی نیتروژن (۱۱/۵۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) مربوط به شاهد + کود دامی و کمترین مقدار آن (۰/۰۰۰۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمار عدم کاربرد کودهای آلی و زیستی بود. با توجه به اینکه کاربرد همزمان کودهای زیستی (نیتروکسین + بارور-۲) و کود دامی، از نظر شاخص برداشت دانه (۳۵ درصد) برتر بود، بنابراین از اولویت بیشتری برخوردار بوده و قابل توصیه در منطقه است.

استناد: عرب نیاسر، ل.، میرزاخانی، م.، و نوزاد نمین، ک. (۱۴۰۲). تأثیر کودهای زیستی و آلی برکارایی کاربرد نیتروژن، میزان فسفر و عملکرد پروتئین لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.). *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۴(۴)، ۱۶۵-۱۷۵.

DOI: 10.22059/ijfcs.2023.357590.654997

CC BY NC

© نویسندگان

ناشر: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

لوبیا در بین حبوبات از نظر سطح زیر کشت در جهان مقام نخست و در ایران پس از نخود (*Cicer arietinum* L.) و عدس (*Lens esculinaris* L.) مقام سوم را دارا می‌باشد (Ahmadi *et al.,* 2017). کشاورزی فشرده، سامانه کشاورزی است که با استفاده نامتعادل و بیش از نیاز نهاده‌های ورودی (کودها و سموم شیمیایی)، سبب ایجاد فشار زیادی بر محیط زیست می‌شود (Scotti *et al.,* 2015). هدف اصلی کشاورزی پایدار افزایش کارآیی چرخه درونی عناصر غذایی خاک و استفاده از کودهای زیستی و آلی به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی در جهت بهبود و پایداری عملکرد دانه و کیفیت با حفظ بهره‌وری مناسب از منابع خاک و آب در بوم نظام‌های زراعی است (Azarmi & Malakouti, 2014). کاربرد کودهای زیستی بدون نگرانی از اثرات سوء زیست-محیطی غالباً موجب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک‌ها شده، افزایش حاصلخیزی و باروری اراضی را به دنبال دارد (Peiranosheh *et al.,* 2010). نتایج آزمایشی نشان داد که کودهای زیستی مورد بررسی به‌ویژه نیتروکسین در مقایسه با شاهد و حتی کود اوره، حداکثر مقادیر شاخص‌های رشدی شامل ماده خشک تجمعی، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص لوبیا را به‌صورت معنی‌داری افزایش دادند (Tabatabaei *et al.,* 2021).

یافته‌های پژوهشگران نشان داد که مایه‌زنی با ریزوبیوم، دارای اثر افزایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris pinto group*) است و می‌توان در جهت تولید پایدار این محصول، عملکرد دانه را تا حد مطلوبی افزایش داد. به‌نحوی‌که مایه‌زنی با ریزوبیوم عملکرد دانه ژنوتیپ‌های غفار، صدری، تلاش، محلی خمین و کوشا را به‌ترتیب ۱۳/۷، ۳۷/۲، ۲۳، ۵۵/۳ و ۳۱/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Khavari & Shakarami, 2019). پژوهشگران اظهار داشتند که تیمار (کاربرد کودهای بیولوژیک+۵۰ درصد کاربرد کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن، مناسب‌ترین تیمار بود که با تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک تفاوت معنی‌داری نداشت (Saberi *et al.,* 2015). نتایج پژوهشی نشان داد که در بین کودهای زیستی، نیتروکسین و بیوفسفر نیز بیشترین اثر را بر تغییر کمّی صفات لوبیا (وزن خشک ریشه، سطح ریشه، مجموع طول ریشه، کود زیستی نیتروکسین و در صفت حجم ریشه) از خود نشان دادند. در مجموع بیشترین تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف در تیمار کاربرد نیتروکسین و رقم Cos 16 و کمترین میزان در تیمار شاهد و رقم ۲۱۶۷۶ به‌دست آمد (Sanei *et al.,* 2018). کودهای بیولوژیک، به‌ویژه نیتروکسین در مقایسه با شاهد و حتی کود اوره، حداکثر مقادیر شاخص‌های رشدی شامل ماده خشک تجمعی، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص و عملکرد دانه لوبیا را به‌صورت معنی‌داری افزایش دادند (Tabatabaei *et al.,* 2021).

کودهای زیستی فسفر حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفید حل‌کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی‌کردن خاک و یا ترشح آنزیم‌های فسفاتاز موجب رهاسازی یون فسفات از ترکیبات معدنی شده که قابل جذب توسط گیاهان است (Nazeri *et al.,* 2010). محققان گزارش کردند که تیمار فسفر و روی، تفاوت معنی‌دار در ویژگی‌های مورد بررسی ایجاد کردند. به‌طوری‌که کودهای زیستی فسفاتی مورد استفاده با افزایش رشد و جذب عناصر غذایی و غنی‌سازی زیستی بذر با روی و آهن باعث بهبود کیفیت تغذیه‌ای دو رقم لوبیا شدند (Mohammadi *et al.,* 2017). گزارش شده است که تلقیح ترکیبی از کودهای زیستی نسبت به عدم تلقیح آنها منجر به افزایش عملکرد ۵۰ درصدی نخود در شرایط آبیاری و ۷۵ درصدی در شرایط تنش آبی شده است (Khaleghnezhad & Jabbari, 2014). نتایج پژوهشی نشان داد که اثر ازتوباکتر و میکوریزا بر تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و همچنین اثر دو جانبه میکوریزا و رقم بر تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت ارقام لوبیا معنی‌دار و افزایشی بود. مایه‌زنی ازتوباکتر و تلقیح میکوریزا عملکرد دانه را به‌ترتیب ۱۲/۴ و ۲۴/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (Khavari & Shakarami, 2018). پژوهشگران گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی میکوریزا و ازتوباکتر از طریق افزایش رشد ریشه‌ها و شاخساره، سبب تعادل بین نمو رویشی و زایشی گیاه لوبیا شده و با بهبود صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه توانسته است عملکرد اقتصادی را در ارقام لوبیا به نحو چشمگیری بهبود دهد (Khavari & Shakarami, 2018).

با کاربرد کود آلی به‌همراه کود شیمیایی خواص فیزیکی خاک اصلاح شده و میزان عناصر NPK قابل دسترس زیاد و جذب آنها توسط گیاه افزایش می‌یابد (Akbarineya *et al.,* 2003). ورمی‌کمپوست، کودی آلی است که از طریق فرآوری ضایعات آلی

نظیر کود دامی، به وسیله کرم خاکی (*Eisenia foetida*) از بقایای گیاهی تولید می‌شود (Kapoor *et al.,* 2015). با بررسی اثر ورمی‌کمپوست روی ویژگی‌های زراعی لوبیا چیتی گزارش کردند که ورمی‌کمپوست باعث افزایش طول ساقه، طول نیام، تعداد دانه در نیام، وزن نیام، عملکرد دانه، شاخص برداشت و میزان پروتئین دانه شد (Behbodi *et al.,* 2015). در بررسی کشت لوبیا با ورمی‌کمپوست حاصل از لجن زباله تر و کود معدنی مشاهده کردند که گیاهان کشت‌شده در ورمی‌کمپوست با حداقل کود معدنی، بهترین میزان توسعه را داشتند (Valdez-perez, 2011). نتایج نشان داد که ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر نسبت سطح برگ به سطح ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بخش هوایی، شاخص پایداری غشاء، محتوای آب نسبی، و میزان عناصر سدیم داشت (Beyk Khurmizi *et al.,* 2013). نتایج آزمایشی نشان داد که بالاترین عملکرد دانه در بوته ذرت ۲۴۵/۸ گرم در بوته، از ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست و کشت مخلوط جایگزینی۵۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد لوبیا چیتی و بیشترین عملکرد دانه در بوته لوبیا چیتی ۵/۴ گرم تک‌بوته، از ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست و تک‌کشتی لوبیا چیتی به‌دست آمد(Fatemi Devin *et al.,* 2021). سایر پژوهشگران بیان داشتند که استفاده از تلفیق کود زیستی و کود آلی بیشترین درصد پروتیئن را نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند (Yolcen *et al.,* 2010). با افزایش مقادیر کاربرد کود دامی از صفر به ۱۵ تن بر هکتار، عملکرد لوبیا افزایش یافت و با کاربرد ۱۴۳/۸۳ و ۶/۱۴ کیلوگرم بر هکتار سوپرجاذب و اسیدهیومیک ۲۲/۱۲ تن بر هکتار کود دامی عملکرد دانه لوبیا ۱۶۱۳ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد (Jahan *et al.,* 2017). پژوهشگران ضمن تأکید بر کاربرد کودهای آلی در کشت و کار گیاهان گوناگون، علت افزایش تولید محصول را به بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مرتبط دانستند (Chatterjee, 2002). در پژوهشی کاربرد کود دامی ۱۵ تا ۳۰ تن در هکتار به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک موجب بهبود عملکرد دانه به‌ترتیب برابر با هفت و ۱۵ درصد نسبت به شاهد شد. بالاترین عملکرد دانه ارقام لوبیای قرمز در شرایط سطوح کاربرد کود دامی به‌ترتیب برای رقم گلی+ کاربرد ۳۰ تن کود دامی ۳۰۵/۵۹ گرم در متر مربع و رقم اختر + عدم کاربرد کود دامی ۲۲۰/۳۳ گرم در متر مربع به‌دست آمد (Ahmadzadeh Ghavidel *et al.,* 2018). هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر مقدار و کارایی جذب عناصر غذایی لوبیا سفید در نیاسر از توابع کاشان بوده است.

۲. روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در اسفندماه ۱۳۹۴ در نیاسر از توابع کاشان واقع در استان اصفهان (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و۲ دقیقه و طول ۵۱ درجه و ۹ دقیقه قرار، ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۷۵۰ متر) اجرا شد. میانگین بارش‌های سالیانه منطقه ۱۶۰ میلی‌متر و میانگین سالانه حداکثر و حداقل دما به‌ترتیب ۲۳/۱ و ۶/۲ درجه است. حداقل و حداکثر مطلق دمای سالیانه به‌ترتیب ۷- و ۳۸ درجه سانتیگراد است. درصد رطوبت نسبی هوا بین ۲۵ (تیر و مرداد) تا ۷۵ درصد (دی و بهمن) است. خاک منطقه متشکل از ۷۰/۸ درصد ماسه، ۲۰/۷ سیلت و ۸/۵ درصد رس می‌باشد. مشخصه‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. تجزیه خاک

Texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K (ppm)	N (%)	P (ppm)	Organic Carbon (%)	pH	Soil depth
Sandy loam	8.50	20.70	70.80	276.8	0.07	13.97	0.59	8.06	0-30

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورها به‌ترتیب شامل چهار نوع کود آلی (شاهد، ورمی‌کمپوست، کود دامی، کمپوست قارچ، که با توجه به مقادیر مندرج در جدول ذیل در زمان کاشت با خاک هر کرت آزمایشی مخلوط شد) و چهار نوع کود زیستی (شاهد، تلقیح با نیتروکسین، بارور-۲، ترکیب نیتروکسین + بارور-۲) بود. درصد نیتروژن و میزان کاربرد هر یک از سطوح کودهای آلی، نتایج تجزیه کود دامی، کمپوست قارچ و کود ورمی‌کمپوست به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول پنج متر، فاصله بین ردیف‌های کشت نیم‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتیمتر و عمق کاشت بذر حدود سه سانتیمتر بود. تمامی کودهای آلی در زمان کشت به زمین داده شد. همچنین به‌صورت

همزمان کودهای زیستی نیز هم به روش بذرمال و هم به‌صورت آغشته‌کردن کودهای آلی مورد استفاده قرار گرفت. باکتری حل‌کننده فسفات با نام تجاری فسفات بارور-۲ که از انواع کودهای باکتریایی فسفره با جمعیت 10^8 و *Pantoea agglomerance* *strain* P5 باکتری‌های *Pseodomonas potida strain* P13 CFU/g بود و کود مایع نیتروکسین نیز از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا تهیه شد. مقدار مصرف نیتروکسین سه لیتر و کود زیستی بارور-۲ نیز ۳۰۰ گرم برای انجام آزمایش بود.

جدول ۲. درصد نیتروژن کودهای آلی و میزان کاربرد آن‌ها.

Row	Organic fertilizers	P (%)	Nitrogen content (%)	Application rate (kg ha^{-1})
1	Animal manure	0.95	1.77	5650
2	Mushroom compost	1.05	1.21	8265
3	Vermicompost	0.93	2.40	4167

جدول ۳. نتایج آنالیز کود دامی، کمپوست قارچ و ورمی‌کمپوست

Manure type	Electrical conductivity (dS m^{-1})	pH	Organic Carbon (%)	Total nitrogen (%)	P (%)	C/N Ratio (%)
Animal manure	8.64	7.76	26.04	1.21	0.95	21.52
Mushroom compost	8.75	7.71	30.55	1.77	1.05	17.26
Vermicompost	9.03	7.03	36.13	2.40	0.93	16.60

در این آزمایش صفاتی مانند تعداد شاخه، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف خشک، شاخص برداشت دانه، عملکرد پروتئین، درصد فسفر، میزان نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه، کارایی زراعی نیتروژن مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین صفات مورد بررسی ۱۰ بوته از هر یک از کرت‌های آزمایشی به صورت تصادفی با درنظرگرفتن اثرات حاشیه‌ای انتخاب و میانگین اعداد به‌دست‌آمده به عنوان مقدار عددی صفت مورد مطالعه یادداشت شدند. کارایی زراعی نیتروژن با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Vennila & Jayanthi, 2006; Dordas & Sioulas, 2008).

$$\text{کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)} = \frac{\text{عملکرد دانه کرت شاهد} - \text{عملکرد دانه کرت کود داده شده}}{\text{میزان کود داده شده}} * 100$$

کلیه اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. در صورت معنی‌دار شدن مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

۳-۱. تعداد شاخه فرعی

در جدول تجزیه واریانس، صفت تعداد شاخه فرعی لوبیا تحت تأثیر تیمار کاربرد کودهای آلی معنی‌دار شد و تحت تاثیر تیمار کودهای زیستی و برهمکنش این دو نوع کود معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد شاخه فرعی (۲/۵۳) مربوط به تیمار کاربرد ترکیب کود نیتروکسین + بارور۲ همراه با کاربرد کود کمپوست قارچ و کمترین تعداد آن (۱/۵۶) مربوط به تیمار کاربرد ترکیب کود نیتروکسین + بارور۲ بدون کاربرد کود آلی بود (جدول ۴).

پژوهشگران نشان دادند که تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی لوبیا داشت. بیشترین تعداد شاخه فرعی (۹/۴۱) و کمترین تعداد شاخه (۵/۱۶) مربوط به تیمار شاهد بود (Saberi *et al.,* 2015). همچنین اثر ریزوبیوم، ژنوتیپ و اثر برهمکنش ریزوبیوم و ژنوتیپ بر تعداد شاخه جانبی در بوته ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی معنی‌دار بود. مایه‌زنی با ریزوبیوم موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه‌های جانبی در بوته شد (Khavari & Shakarami, 2019).

۳-۲. تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس صفت تعداد غلاف در بوته نشان داد که کاربرد کودهای زیستی و برهمکنش کود زیستی و آلی معنی‌دار شدند و کاربرد کود آلی معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثرات ساده تیمار کاربرد کود زیستی بر صفت تعداد غلاف در بوته نشان داد که تیمار کاربرد کود نیتروکسین و کود دامی (۱۳/۵۳) و تیمار کاربرد کمپوست قارچ بدون کاربرد کود زیستی (۸/۵۳) به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

پژوهشگران اعلام کردند که در جدول تجزیه واریانس تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشت. بیشترین و کمترین تعداد آن (۹/۴۱ و ۵/۱۶) بود (Saberi *et al*., 2015). نتایج پژوهشی نشان داد که اثر ازتوباکتر، میکوریزا و رقم و برهمکنش ازتوباکتر و میکوریزا بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. همچنین مقایسه میانگین برهمکنش ازتوباکتر و میکوریزا نشان داد که تعداد غلاف در بوته در تیمار مایه‌زنی ازتوباکتر و تلقیح میکوریزا نسبت به تیمار عدم مایه‌زنی افزایش ۴۱/۷ درصدی داشت (Khavari & Shakarami, 2018).

پژوهشگران گزارش کردند که اختلاف تیمارهای کودی و ارقام لوبیا از نظر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. نیتروکسین بیشترین میزان غلاف و شاهد کمترین میزان غلاف را نشان داد (Sanei *et al*., 2018). مایه‌زنی بذور ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی با ریزوبیوم در کنار فراهمی عناصر غذایی در طی مراحل رشد به‌ویژه دو مرحله گلدهی و غلاف‌دهی توانست از طریق دسترسی بهتر بوته‌ها به عناصر غذایی موجب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته شود. دامنه تغییرات تعداد غلاف در بوته ۱۵/۳ تا ۶۸ عدد بود (Khavari & Shakarami, 2019). نتایج پژوهشی نشان داد که با افزایش میزان کاربرد کود دامی از صفر تا ۱۵ و ۳۰ تن، تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب افزایش ۱۴ و ۲۰ درصدی نشان داد. درحالی‌که افزایش تراکم موجب کاهش تعداد غلاف در بوته شد. بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب برای ۲۰ بوته در متر مربع+ ۳۰ تن کود دامی در هکتار ۹/۸۳ غلاف در بوته و ۴۰ بوته در متر مربع + عدم کاربرد کود دامی در هکتار ۷/۲۵ غلاف در بوته وجود داشت (Ahmadzadeh Ghavidel *et al*., 2018).

۳-۳. وزن خشک غلاف

کودهای زیستی و آلی و برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری روی صفت وزن خشک غلاف داشت. با بررسی مقایسه میانگین برهمکنش کودهای آلی و زیستی، بیشترین وزن غلاف خشک (۴۰/۹۷ گرم) با کاربرد کود ورمی‌کمپوست و عدم کاربرد کود زیستی و کمترین وزن خشک غلاف (۱۵/۲۳ گرم) در تیمار عدم کاربرد کود زیستی و آلی به دست آمد (جدول ۶).

نتایج پژوهشی نشان داد که که اثر اصلی اسیدهیومیک و قارچ میکوریزا و اثر باکتری و نیز برهمکنش باکتری و قارچ میکوریزا در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک بخش هوایی گیاه لوبیا معنی‌دار بود (Shahsavani *et al*., 2017b). در تحقیقی مشخص شد که افزایش متعادل مقادیر مصرفی کود دامی منجر به افزایش عملکرد ماده خشک شد، به این ترتیب که با افزایش میزان کود دامی از صفر به ۱۵ تن بر هکتار عملکرد مادهٔ خشک ۳۶ درصد افزایش یافت، ولی افزایش بیشتر کود دامی (از ۱۵ به ۳۰ بر هکتار) کاهش چهار درصدی عملکرد مادهٔ خشک را سبب شد (Jahan *et al.,* 2017).

در پژوهشی نتایج برهمکنش تنش شوری و ورمی‌کمپوست بر نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بخش هوایی تأثیر کاهشی معنی‌داری داشت (Beyk Khurmizi *et al.,* 2013). پژوهشگران اظهار داشتند که اثر اصلی کود شیمیایی، و ضایعات ماهی و همچنین برهمکنش ضایعات ماهی و سودوموناس و اثرات متقابل کود شیمیایی با ضایعات ماهی و سودوموناس بر وزن غلاف لوبیا معنی‌دار شد که به خوبی بیانگر اثر مثبت این کودها بر این صفت می‌باشد (Shahsavani *et al.,* 2017a).

۳-۴. شاخص برداشت دانه

در این پژوهش صفت شاخص برداشت دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای کود زیستی و آلی و برهمکنش آنها قرار گرفت. مقایسه میانگین برهمکنش کودهای زیستی و کودهای آلی نشان داد که بالاترین شاخص برداشت دانه ۳۵/۲۵ درصد مربوط به کاربرد کود نیتروکسین بدون کاربرد کود آلی و کمترین شاخص میزان آن (۳۱/۴۰ درصد) مربوط به تیمار عدم کاربرد کود آلی و زیستی بود.

نتایج پژوهشی نشان داد که با افزایش کاربرد کود دامی از صفر تا ۳۰ تن در هکتار شاخص برداشت لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) نیز از ۳۶/۸۹ به ۴۰/۵۲ درصد افزایش یافت (Ahmadzadeh Ghavidel *et al.,* 2018). نتایج تحقیقی نشان داد که اثر میکوریزا و رقم و برهمکنش ازتوباکتر و میکوریزا و میکوریزا و رقم بر شاخص برداشت دانه لوبیا قرمز معنی‌دار بود. همچنین تیمار مایه‌زنی ازتوباکتر و تلقیح میکوریزا نسبت به تیمار عدم مایه‌زنی افزایش ۱۰/۶ درصدی شاخص برداشت را به همراه داشت (Khavari & Shakarami, 2018). پژوهشگران اظهار داشتند که اثر ریزوبیوم، ژنوتیپ و همچنین اثر برهمکنش ریزوبیوم و ژنوتیپ بر شاخص برداشت ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی معنی‌دار شد. به‌نحوی‌که مایه‌زنی با کود زیستی ریزوبیوم همزیست لوبیا سبب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در ارقام لوبیا چیتی شد (Khavari & Shakarami, 2019).

۳-۵. عملکرد پروتئین گیاه

عملکرد پروتئین تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای کود زیستی و آلی و برهمکنش آنها قرار گرفت. به‌طوری‌که مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای زیستی و آلی مشخص شد که بیشترین و کمترین میزان عملکرد پروتئین (۲۸۷۹ و ۹۵۰/۲ کیلوگرم بر هکتار) به‌ترتیب مربوط به تیمار تلقیح با نیتروکسین و عدم کاربرد کودهای آلی و زیستی بود.

پژوهشگران نشان دادند که بیشترین تأثیرگذاری کود دامی در بهبود میزان پروتئین دانه لوبیا (*Phaseolous vulgaris* L.) در سطح میانی آن (۱۵ تن بر هکتار) حاصل شد، به‌طوری‌که میزان پروتئین دانه در این سطح به‌ترتیب ۲۳ و هشت درصد نسبت به سطح صفر و ۳۰ تن در هکتار کود دامی بیشتر بود (Jahan *et al.,* 2017). در پژوهشی با مقایسه میانگین برهمکنش نوع کود و کشت مخلوط مشخص شد که تیمارهای ورمی‌کمپوست و مخلوط جایگزینی۵۰ درصد ذرت +۵۰ درصد لوبیا، ورمی‌کمپوست در مخلوط افزایشی ۶۰ درصد ذرت +۶۰ درصد لوبیا چیتی و تلقیح ازتوباکتر + ورمی‌کمپوست و مخلوط افزایشی۶۰ درصد ذرت +۶۰ درصد لوبیا چیتی، دارای بیشترین عملکرد بودند و تفاوت معنی‌داری نداشتند (Fatemi Devin *et al.,* 2021). پژوهشگران گزارش کردند که در شرایط تلقیح با سودوموناس، کاربرد کود شیمیایی باعث افزایش ۲۷/۷۰ درصدی در پروتئین دانه شد، ولی در صورت عدم تلقیح با سودوموناس، با کاربرد کود شیمیایی، میزان پروتئین به میزان قابل توجهی ۱۸/۱۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (Shahsavani *et al.,* 2017b).

۳-۶. درصد فسفر گیاه

اثر تیمار کود زیستی و آلی و برهمکنش آنها روی صفت درصد فسفر اختلاف معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای زیستی و آلی نشان داد که بالاترین درصد فسفر گیاه ۲/۳۴۰ درصد مربوط به تیمار نیتروکسین و کاربرد کمپوست قارچ و کمترین درصد آن ۱/۰۳ مربوط به تیمار تلقیح با بارور۲ و عدم کاربرد کود آلی بود.

پژوهشگران اظهار داشتند که تیمار تلقیح با کود زیستی سودوموناس اثر معنی‌داری بر صفت غلظت فسفر دانه نداشت؛ ولی اثر ضایعات ماهی، اثر کود شیمیایی و همچنین برهمکنش دو عامل ذکر شده بر غلظت فسفر دانه معنی‌دار شد (Shahsavani *et al.,* 2017a). نتایج پژوهشی نشان داد که دامنه تغییرات درصد فسفر دانه بین ۰/۳۲ (تیمار عدم کاربرد کود زیستی فسفره + تلقیح با کود زیستی روی) و ۰/۴۸ (تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات‌تریپل + تلقیح با کود زیستی فسفاتی + عدم کاربرد کود روی و عدم تلقیح با کود زیستی روی) درصد متغیر بود (Mohammadi, 2018).

۳-۷. میزان نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه

تأثیر تیمار کود زیستی و آلی و برهمکنش آنها بر صفت میزان نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل، بیشترین میزان نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه (۴۶/۰۶ کیلوگرم بر هکتار) مربوط به تیمار تلقیح با نیتروکسین+ عدم کاربرد کود آلی و کمترین میزان آن (۱۵/۱۱ کیلوگرم بر هکتار) مربوط به تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و آلی بود.

جدول ٤. تجزیه واریانس ویژگی‌های زراعی لوبیا سفید تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی و آلی.

Sources of variance	df	Number of branches per plant	Number of pods per plant	Dry weight of pods	Harvest index	Protein yield	Phosphorus percentage	Amount of nitrogen absorbed	Nitrogen agronomy efficiency
Replication	2	0.068 ^{ns}	6.383 *	5.436 ^{ns}	0.018 ^{ns}	24281.77	0.001 ^{ns}	558.84 ^{ns}	0.038 ^{ns}
Bio-fertilizers	3	0.142 ^{ns}	14.210 **	95.650 **	2.714 **	1486414.41 **	0.407 **	36746.77 **	7.210 **
Organic manures	3	0.588 **	3.388 ^{ns}	137.984 **	1.772 **	250306.55 **	1.043 **	6653.84 **	133.25 **
Bio-fertilizer × Organic manure	9	0.141 ^{ns}	3.898 *	134.034 **	3.295 **	483481.17 **	0.672 **	12410.92 **	15.42 **
Error	30	0.081	1.440	6.711	0.031	44643.59	0.001	920.43	0.517
Coefficient of Variation (%)	-	11.40	10.79	10.50	0.52	11.26	2.05	10.07	15.9

*, ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ٥. تأثیر تلقیح کودهای زیستی بر ویژگی‌های زراعی لوبیا سفید.

	Number of branches	Number of pods per plant	Dry weight of pods (g)	Harvest index (%)	Protein yield (kg ha^{-1})	Phosphorus percentage	Nitrogen absorbtion rate (kg ha^{-1})	Nitrogen agronomy efficiency (kg ha^{-1})
Control	1.88 ^{a}	9.67 ^{c}	26.50 ^{a}	33.44 ^{b}	1589 ^{c}	1.35 ^{c}	25.81 ^{c}	4.97 ^{b}
Nitroxin	1.90 ^{a}	12.26 ^{a}	22.60 ^{b}	34.16 ^{a}	2327 ^{a}	1.75 ^{a}	37.23 ^{a}	5.72 ^{a}
Barvar-2	2.12 ^{a}	11.05 ^{b}	21.95 ^{b}	33.17 ^{c}	1604 ^{c}	1.45 ^{b}	25.67 ^{c}	4.47 ^{bc}
Nitroxin+Barvar-2	1.99 ^{a}	11.52 ^{ab}	27.65 ^{a}	34.05 ^{a}	1986 ^{b}	1.38 ^{c}	31.84 ^{b}	3.89 ^{c}

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

جدول ٦. اثر کاربرد کودهای آلی بر ویژگی‌های زراعی لوبیا سفید.

	Number of branches	Number of pods per plant	Dry weight of pods (g)	Harvest index (%)	Protein yield (kg ha^{-1})	Phosphorus percentage	Nitrogen absorbtion rate (kg ha^{-1})	Nitrogen agronomy efficiency (kg ha^{-1})
Control	1.69 ^{c}	10.64 ^{b}	22.86 ^{b}	33.24 ^{d}	1714 ^{c}	1.41 ^{c}	27.41 ^{c}	0.0001^{c}
Animal manure	2.09 ^{ab}	11.83 ^{a}	22.94 ^{b}	33.90 ^{b}	1822 ^{bc}	1.12 ^{d}	29.21 ^{bc}	7.31^{a}
Mushroom compost	2.20 ^{a}	11.34 ^{ab}	23.14 ^{b}	33.58 ^{c}	1916 ^{ab}	1.82 ^{a}	31.07 ^{ab}	4.96 ^{b}
Vermicompost	10.92 ^{bc}	10.69 ^{b}	29.76 ^{a}	34.12 ^{a}	2054 ^{a}	1.59 ^{b}	32.87 ^{a}	6.78 ^{a}

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت آماری معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

نتایج تحقیقی نشان داد زمانی‌که میزان عرضه (کاربرد) نیتروژن افزایش یافت، میزان نیتروژن جذب‌شده در گیاه نیز افزایش یافت (Mohsennia & Jalilian., 2012). نتایج آزمایش برخی محققان نشان داد که استفاده از کود دامی، بیشترین میزان نیتروژن جذب‌شده را نسبت به تیمار شاهد داشت (Ghanbari *et al.,* 2017). در تحقیقی تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر باکتری و برهمکنش باکتری و تنش آبی بر میزان نیتروژن گیاه دارای اختلاف معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن بافت گیاه با تلقیح باکتری سویه ۱۶۰ و مصرف آب در ۶۰ درصد آب قابل استفاده خاک به میزان ۳/۶۹ درصد به‌دست آمد. افزایش نیتروژن گیاه به واسطه افزایش تثبیت زیستی این عنصر توسط باکتری‌های ریزوبیوم می‌باشد (Hemmati *et al.,* 2018). نتایج پژوهشی نشان داد که دامنه تغییرات درصد نیتروژن دانه بین ۳/۲۵ (تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی و زیستی فسفره + عدم کاربرد کود شیمیایی و زیستی روی) و ۴/۳۸ (تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات‌تریپل + تلقیح با کود زیستی فسفاتی + تلقیح با کود زیستی روی) درصد متغیر بود (Mohammadi, 2018).

۳–۸. کارایی کاربرد نیتروژن

در جدول تجزیه واریانس، کارایی کاربرد نیتروژن تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی و آلی قرار گرفت، به‌طوری‌که تیمارهای اعمال‌شده بر صفت مورد بررسی معنی‌دار شد. با انجام مقایسه میانگین برهمکنش تیمار کودهای زیستی و آلی مشخص شد که بالاترین کارایی کاربرد نیتروژن (۱۱/۵۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمار کاربرد کود دامی و عدم تلقیح با کود زیستی و کمترین میزان کارایی زراعی نیتروژن (۰/۰۰۰۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمار عدم کاربرد کودهای آلی و زیستی است.

در پژوهشی مشخص شد که کاربرد ۱۵ و ۳۰ تن کود دامی به‌ترتیب کاهش ۴۹ و ۶۸ درصدی کارایی کاربرد نیتروژن را نسبت به شرایط عدم کاربرد این کود به دنبال داشت (Jahan *et al.,* 2017). در پژوهش دیگری اثر سطوح گوناگون کود نیتروژن و آبیاری بر کارآیی مصرف نیتروژن بررسی و گزارش شد که با افزایش کوددهی، کارآیی مصرف نیتروژن کاهش نشان داد، به‌نحوی‌که کمترین میزان کارآیی مصرف نیتروژن در تیمار کودی ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۲۵۰۰ متر مکعب در هکتار آبیاری به‌دست آمد (Koocheki *et al.,* 2015).

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی و آلی منجر به افزایش معنی‌دار صفات لوبیا سفید شد. به‌نحوی‌که استفاده از کودهای زیستی به‌ویژه تلقیح با نیتروکسین تأثیرات مثبتی را در افزایش تعداد شاخه فرعی (۱/۰۶ درصد)، تعداد غلاف در بوته (۲۶/۷۸ درصد)، شاخص برداشت دانه (۲/۱۵ درصد)، عملکرد پروتئین (۴۶/۴۴ درصد)، درصد فسفر (۲۹/۶۲ درصد)، میزان نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه (۴۴/۲۴ درصد)، و کارایی زراعی نیتروژن (۱۵/۰۹ درصد) داشت. همچنین کاربرد کودهای آلی نیز بر صفات تعداد شاخه‌های فرعی (۳۰/۱۷ درصد)، وزن غلاف خشک (۳۰/۱۸ درصد)، شاخص برداشت دانه (۲/۶۴ درصد)، عملکرد پروتئین (۱۹/۸۳ درصد)، درصد فسفر (۲۹/۰۷ درصد) و میزان نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه (۱۹/۹۱ درصد) تأثیر معنی‌داری داشت. با توجه به اینکه تیمار کاربرد همزمان کودهای زیستی (نیتروکسین + بارور–۲) و کود دامی، دارای بیشترین میزان شاخص برداشت دانه (۳۵ درصد) می‌باشد، بنابراین نسبت به سایر تیمارها بیشتر توصیه می‌شود.

جدول ۷. تأثیر کودهای زیستی و آلی بر ویژگی‌های زراعی لوبیا سفید.

		Number of branches per plant	Number of pods per plant	Dry weight of pods (g)	Harvest index (%)	Protein yield (kg ha^{-1})	Phosphorus percentage	Nitrogen absorbtion rate (kg ha^{-1})	Nitrogen agronomy efficiency (kg ha^{-1})
Control	Control	1.73 de	11.13 b-f	15.23 h	31.40 i	950.2 g	1.08 ki	15.11 h	0.0001 i
	Animal manure	2.06 a-e	9.33 d-g	25.47 c-e	34.20 b	1893 b-d	1.18 i	30.28 c-e	11.53 a
	Mushroom compost	1.83 b-e	8.53 g	24.33 de	32.00 gh	1569 de	1.78 e	26.72 d-r	4.40 fg
	Vermicompost	1.90 b-e	9.10 fg	40.97 a	35.17 a	1943 b-d	1.38 g	31.09 b-e	3.95 g
Nitroxin	Control	1.86 b-e	11.77 a-d	24.77 c-e	35.25 a	2879 a	1.32 h	46.06 a	0.0001 i
	Animal manure	1.86 b-e	13.53 a	21.53 e-g	33.60 c-e	1997 bc	1.08 ki	31.97 b-d	6.03 de
	Mushroom compost	2.10 a-e	12.77 ab	25.23 c-e	34.10 b	2260 b	2.34 a	36.17 b	8.26 b
	Vermicompost	1.80 c-e	10.97 b-f	18.87 gh	33.70 cd	2170 b	2.28 b	34.72 bc	8.58 b
Barvar-2	Control	1.60 e	10.45 c-g	22.00 d-g	33.10 gh	1396 ef	1.03 l	22.35 fg	0.0001 i
	Animal manure	2.36 ab	11.37 a-f	15.23 h	32.80 h	1181 fg	1.18 i	18.89 gh	6.16 de
	Mushroom compost	2.33 a-c	11.47 a-e	23.73 d-f	33.30 c-g	1883 b-d	2.01 d	30.14 c-e	4.76 fg
	Vermicompost	2.20 a-d	10.97 b-f	26.83 cd	33.50 d-f	1957 b-d	1.60 r	31.32 b-e	6.97 cd
Nitroxin + Barvar	Control	1.56 e	9.26 e-g	29.43 bc	33.20 fg	1629 c-e	2.21 c	26.07 ef	0.0001 i
	Animal manure	2.06 a-e	12.50 a-c	29.53 bc	35.00 a	2217 b	1.05 l	35.70 bc	5.54 ef
	Mushroom compost	2.53 a	12.60 a-c	19.27 f-h	33.90 bc	1952 b-d	1.15 ij	31.23 bc	2.43 h
	Vermicompost	1.80 c-e	11.37 a-d	32.37 b	34.01 b	2147 b	1.11 jk	34.35 bc	7.60 bc

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

۵. منابع

Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H.R., Hosseinpoor, R., Abdeshah, H., Kazemian, A., & Rafiei, M. (2017). Agricultural statistics during 2016-7. Ministry of Jihade Keshavarzi, Iran. Vol. 1: Crops. Retrieved Sep. 19, 2018, from http://amar.maj.ir. (In Persian).

Ahmadzadeh Ghavide, R., Asadi, G.A., Naseri Pour Yazdi, M.T., Ghorbani, R., & Khorramdel, S. (2018). Effect of plant density and manure application rate on yield and yield components of various common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Iranian Journal of Pulses Research, 9*(1), 12-28. (In Persian).

Akbarineya, A., Sefidkan, F., Rezaei, M.B., & Shareifi Ashorabadi, A. (2003). Effect of chemical fertilizer, manure and integrated use on yield and Zenian essence composition. *Research and Development in Agronomy and Horticulture*, *61*, 32-41.

Azarmi, F., Malakouti, M.J., & Khavazi, K. (2014). Effect of phosphate solubilizing microorganisms on increasing the efficiency and recovery percent of phosphate fertilizers in canola. *Iranian Journal of Soil Research (formerly Soil & Water Science)*, *24*(4), 499-507. (In Persian).

Behbodi, F., AllahDadi, E., & Mohamadi Goltape, E. (2015). Effect of produced vermicompost from cow manure impregnated to copper oxide (CuO) and Zinc oxide (ZnO) nanoparticles on some properties of wax bean crop (*Vigna unguiculata* L.). *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 104*, 126-134. (In Persian).

Beyk Khurmizi, A., Ganjeali, A., Abrishamchi, P., & Parsa, M. (2013). Interactions of vermicomopst and salinity on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Iranian Journal of Pulses Research, 4*(1), 81-98. (In Persian).

Chatterjee, S.K. (2002). Cultivation of medicinal and aromatic plants in India. *Acta Horticulture (ISHS)*, *576*, 485-494.

Dordas, A.C., & Sioulas, C. (2008). Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water use efficiney response to nitrogen fertilation under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products, 27*, 75-85.

Fatemi Devin, R., Bagher Hosseini, S.M., Moghadam, H., & Motashrezadeh, B. (2021). Effect of organic and bio-fertilizers and additive and replacement intercropping systems on corn (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yields. *Iranian Journal of Field Crop Science, 51*(4), 133-145. DOI: 10.22059/ijfcs.2020.286433.654634. (In Persian).

Ghanbari Kashan, M., Mirzakhani, M., & Hashemi, S.A.F. (2017). Response of nitrogen physiological efficiency of safflower to animal and chemical fertilizers in Kashan region. *Journal of Plant EnvironmentalPhysiology, 11*(41), 53-64. (In Persian).

Hemmati, A., Feizian, M., Asadi Rahmani, H., & Azizi, K. (2018). The effects of rhizobium bacteria (*Rhizobium leguminosarom biovar phaseoli*) on yield of common bean in greenhouse and field experiments under drought stress condition. *Iranian Journal of Pulses Research, 9*(2), 55-65. (In Persian).

Jahan, M., Amiri, M.B., & Noorbakhsh, F. (2017). Evaluation and comparison of different economic and environmental scenarios for bean (*Phaseolous vulgaris* L.) production via optimization of water superabsorbent, humic acid and cattle manure application rate. *Iranian Journal of Pulses Research*, *8*(2), 10-30. (In Persian).

Kapoor, J., Sharma, S., & Rana, N.K. (2015). Vermicomposting for organic waste management. *International Journal of Recent Scientific Research, 6*(12), 7956-7960.

Khaleghnezhad, V., & Jabbari, F. (2014). Evaluation of chickpea (*Cicer arientinum* L.) seed indices and photoassimilate partitioning under rainfed and irrigated conditions. *Iranian Journal of Pulse Research*, *5*(1), 45-56. (In Persian).

Khavari, H., & Shakarami, G. (2019). Response of yield and yield components of six genotypes of pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculation with *Rhizobium phaseoli*. *Iranian Journal of Pulses Research, 10*(2), 132-148. (In Persian).

Khavari, H., & Shakarami, G. (2018). Interaction between fungi and plant growth-promoting *Rhizobacteria* and their role on red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Iranian Journal of Pulses Research, 9*(2), 178-190. (In Persian).

Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Fallahpoor, F., & Amiri, M.B. (2019). Optimization of nitrogen fertilizer and irrigation in wheat cultivation by central composite design. *Journal of Agroecology, 11*(2), 515-530. (In Persian).

Mohammad, M. (2018). The effect of using an integrated phosphate and zinc bio and chemical fertilizers on yield and nutrient uptake of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Pulses Research, 9*(2), 126-138.

Mohammadi, M., Khavazi, K., Malakouti, M.J., & Rejali, F. (2017). Improve the quality of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with using phosphate and zinc biofertilizers. *Iranian Journal of Pulses Research*, *8*(2), 44-56. (In Persian).

Mohsennia, O., & Jalilian, J. (2012). Response of safflower seed quality characteristics to different soil fertility systems and irrigation disruption. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3*(5), 968-976.

Nazeri, P., Kashani, A., Khavazi, K., Ardekani, M.R., Mirakhori, V.M., & Pursiahbidi, M. (2010). Response of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to rhizobium inoculation and strip placed granulated phosphate application. *Journal of Agroecology*, *2*(1), 175-185. (In Persian).

Peiranosheh, H.Y., Emmam, V., & Jamali, R. (2010). Comparison of biological fertilizer and chemical fertilizer on growth and yield and oil percentage of sunflower (*Helianthus annuss* L.) in different levels of dry stress. *Journal of Agroecology*, *2*(3), 491-501. (In Persian).

Saberi, H., Mosenabadi, G., Majidian, M., & Ehteshami, S.M. (2015). Integrated application of biological and chemical fertilizers on bean (*Phaseolus vulgaris*) under Rasht climate conditions. *Iranian Journal of Pulses Research, 6*(1), 21-31. (In Persian).

Sanei, S., Goldani, M., & Parsa, M. (2018). Effects of biofertilizers on root and shoot characteristics of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Iranian Journal of Pulses Research, 9*(2), 204-219. (In Persian).

Scotti, R., Bonanomi, G., Scelza, R., Zoina, A., & Rao, M.A. (2015). Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *15*(2), 333-352.

Shahsavani, Sh., Abaspour, A., Parsaeian, M., & Unesi, Z. (2017a). Effect of fish waste, chemical fertilizer and biofertilizer on yield and yield components of bean (*Vigna sinensis*) and some soil properties. *Iranian Journal of Pulses Research, 8*(10), 45-59. (In Persian).

Shahsavani, S., Gharanjik, S., & Jadidoleslam, N. (2017b). Effect of mycorrhiza, pseudomonas bacteria and humic acid on growth indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Pulses Research, 8*(1), 97-112. (In Persian).

Tabatabaei, S.S., Jahan, M., & Hajmohammadnia Ghalibaf, K. (2021). The effects of growth promoting rhizobacteria and nitrogen fertilizer on growth indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under water shortage stress conditions. *Iranian Journal of Pulses Research, 12*(2), 151-164. (In Persian).

Valdez-Perez, M.A., Fernandez-Luqueno, F., Hernandez, F., Flores Cotera, L.B., & Dendooven, L. (2011). Cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in limed or unlimed wastewater sluge, vermicompost or inorganic amended soil. *Scientia Horticulturae*, *128*, 380-387.

Vennila, C., & Jayanthi, C. (2006). Effect of integrated nitrogen management on nitrogen use efficiency in wet seeded rice+daincha dual cropping system. *Madras Agricultural Journal, 93*(7-12), 274-277.

Yolcen, H., Turan, M., Lithourgidis, A., Cakmakcl, R., & Koc, A. (2011). Effect of plant growth –promoting and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi arid condition. *Australian Journal of Crop Science, 5*(13), 1730-1736.