

The effect of Phosphate and Nitragin biofertilizers on Yield and Yield Components of rain-fed lentil (*Lens culinaris Medik*)

Vahid Omid Gargari¹, Adel Dabbagh Mohammadi-Nasab^{*2} , Rouhollah Amini² 

Received: April 27, 2023

Accepted: August 12, 2024

1-MSc Graduated of Agronomy, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran.

2-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Corresponding Author: Email: adeldabb@tabrizu.ac.ir

Abstract

Background & Objectives: Lentil is a plant that has been considered a valuable source of protein, and this issue, as well as the plant's ability to grow in poor soils and different environmental conditions, and its ability to coexist with growth-promoting and nitrogen-fixing bacteria, have led to this plant surviving as an agricultural species to this day and being cultivated in different parts of the world. In this regard, the present study was conducted to investigate the effect of biological and chemical fertilizers on the growth and yield of rainfed lentil (*Lens culinaris*).

Materials & Methods: This experiment was conducted in a factorial arrangement based on a randomized complete block design with three replications in 2019. The first factor includes Nitragin biofertilizer (control and application of Nitragin), the second factor includes Barvar 2 biofertilizer (control and application of Barvar 2) and the third factor includes urea and triple superphosphate fertilizers (control and application of 35, 70 and 100 % of recommended chemical fertilizers).

Results: Based on the observed results, the use of Nitragin and Barvar 2 biofertilizers increased the number of pods in the plant, and the combined use of these two biofertilizers increased the average of these traits more than their separate use. Using of 35% of the recommended chemical fertilizers at all levels of Nitragin and Barvar 2 had the highest grain and biological yield of lentils compared to other levels of chemical fertilizers (up to 57%). On the other hand, with the increasing use of chemical fertilizers, the grain and biological yield of lentils decreased. Finally, the results of this research determined that the combined application of biological fertilizers + 35% of the recommended chemical fertilizers is the most favorable treatment for biomass production and grain yield in lentils under rain-fed conditions.

Conclusion: The combined application of biofertilizers + 35% of recommended chemical fertilizers was the best nutritional treatment for lentil production under rainfed conditions. The use of biofertilizers Nitrazhin and Barvar 2, in addition to improving crop production, can significantly reduce the use of chemical fertilizers, which is in line with the goals of sustainable agriculture.

Keywords: Biological Fertilizer, Chemical Fertilizer, Grain Yield, Lentil, Rainfed Farming

تأثیر کودهای زیستی فسفات و نیتراژین بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس (*Lens culinaris*) تحت شرایط دیم

وحید امیدی گرگری^۱، عادل دباغ محمدی نسب^{۲*}، روح اله امینی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۷	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۴
--------------------------	-------------------------

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد زراعت، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: Email: adeldabb@tabrizu.ac.ir

چکیده

مقدمه و اهداف: عدس گیاهی است که به عنوان منبع پروتئینی با ارزش مطرح بوده و این موضوع و نیز توانایی گیاه از نظر رشد در خاک‌های ضعیف و شرایط محیطی مختلف و توانایی همزیستی با باکتری‌های محرک رشد و تثبیت نیتروژن، سبب شده که این گیاه به عنوان گونه‌ای زراعی تا به امروز بقا داشته و در نقاط مختلف جهان مورد کشت قرار گیرد. در این راستا تحقیق حاضر جهت بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر رشد و عملکرد عدس (*Lens culinaris*) دیم اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۹ انجام گرفت. عامل اول شامل کود زیستی نیتراژین (شاهد و کاربرد نیتراژین)، عامل دوم شامل کود زیستی بارور ۲ (شاهد و کاربرد بارور ۲) و عامل سوم شامل کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل (شاهد و استفاده از ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی توصیه شده) بودند.

یافته‌ها: بر اساس نتایج مشاهده شده، استفاده از کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ موجب افزایش تعدادنیام دربوته شدند که استفاده توأم این دو کود زیستی در افزایش میانگین این صفات نسبت به کاربرد مجزای آن‌ها بارزتر بود. استفاده از ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده در تمامی سطوح کود زیستی نیتراژین و بارور ۲ بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک عدس را در مقایسه با سایر سطوح کودهای شیمیایی (تا حدود ۵۷ درصد) داشت. از سوی دیگر با افزایش استفاده از کودهای شیمیایی عملکرد دانه و بیولوژیک عدس کاهش یافت. در نهایت، نتایج حاصل از این تحقیق مشخص کرد که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی + ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده مطلوب‌ترین تیمار برای تولید عملکرد بیولوژیک دانه در عدس تحت شرایط دیم است.

نتیجه‌گیری: کاربرد تلفیقی کودهای زیستی + ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده بهترین تیمار تغذیه‌ای برای تولید عدس در شرایط دیم بدست آمد. استفاده از کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ علاوه بر بهبود تولید محصول، می‌تواند موجب کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی شود که این امر در راستای اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عدس، کود زیستی، کود شیمیایی، کشت دیم، محصول دانه

مقدمه

حبوبات با داشتن درصد بالای پروتئین در دانه‌های خود دارای ارزش غذایی زیادی هستند. علاوه بر ارزش غذایی بالا، به دلیل روابط همزیستی بین حبوبات و باکتری‌های تثبیت کننده رشد، قرار گیری حبوبات در تناوب زراعی موجب بهبود سلامت خاک گشته و درصد نیتروژن خاک را افزایش می‌دهد (سوسی و همکاران ۲۰۱۹). عدس (*Lens culinaris*) از مهم‌ترین حبوباتی است که از زمان‌های قدیم به عنوان غذا توسط انسان مصرف می‌شود. کشت عدس در ایران بیشتر در مناطق غربی و شمال غربی رایج است. عدس گیاهی است که به عنوان منبع پروتئینی با ارزش مطرح بوده و این موضوع و نیز توانایی گیاه از نظر رشد در خاک‌های ضعیف و شرایط محیطی مختلف و توانایی همزیستی با باکتری‌های محرک رشد و تثبیت نیتروژن، سبب شده که این گیاه به عنوان گونه‌ای زراعی تا به امروز بقا داشته و در نقاط مختلف جهان مورد کشت قرار گیرد (محمدی و همکاران ۲۰۱۹). عملکرد عدس را در بسیاری از مناطق مورد کشت می‌توان از طریق مدیریت زراعی بهبود بخشید. زمان کشت، کیفیت بذر، تراکم و شخم مناسب و مدیریت صحیح از نظر تأمین آب، مدیریت تغذیه گیاه و کنترل آفات و بیماری‌ها، همگی در به حداکثر رسیدن مقدار محصول سهمیمی‌باشند. عدس گیاهی است که به آسانی در مناطق گرم و خشک کشت می‌شود و نسبت به آبیاری زیاد حساس بوده، ولیمقاومت خوبی به تنش خشکی داشته و با حداقل ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی با توزیع مناسب می‌توان آن را به صورت دیم کشت کرد (سیدشریفی و سیدشریفی ۲۰۲۰). مدیریت تغذیه این گیاه به خصوص تأمین نیتروژن و فسفر از اهمیت زیادی برخوردار است. نیتروژن یکی از اساسی‌ترین عناصر مغذی مورد نیاز گیاهان زراعی می‌باشد. این عنصر نقش اصلیرا در رشد و نمو گیاهان دارد، زیرا ترکیب اصلی در سنتز کلروفیل، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد. فراهم بودن نیتروژن برای گیاه سبب افزایش محتوای پروتئین و وزن دانه می‌شود و از طرف دیگر با افزایش غلظت این عنصر در برگ، سرعت فتوسنتز نیز بیشتر می‌شود (حسین و همکاران ۲۰۱۸). نیتروژن عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در

محصولات زراعی می‌باشد و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد، به طوری که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند. نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر در فرایند تولید پروتئین است که به شکل آمونیوم (NH_4^+) یا نیترات (NO_3^-) به وسیله گیاه جذب می‌شود (رازا و همکاران ۲۰۱۹؛ والیا و کومار ۲۰۲۱). از عناصر دیگر ضروری گیاه می‌توان به فسفر اشاره داشت. فسفر از عناصر ضروری و پرمصرف برای گیاهان است و کمبود آن از جمله عوامل محدودکننده تولید محصول به حساب می‌آید. فسفر نقش‌های متعددی در گیاه به عهده دارد که می‌توان به نقش آن در تقسیم سلولی، تولید چربی و آلبومین، گلدی، تشکیل میوه و دانه، رشد و تکامل ریشه‌ها، به خصوص ریشه‌های موئین اشاره کرد. فسفر بیشتر به صورت آنیون فسفات ($\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$ و HPO_4^{2-}) توسط ریشه گیاهان جذب می‌شود (محمود و همکاران ۲۰۱۹). سیستم‌های کشاورزی متداول درجهان نشان داده‌اند که هر چند توسط کودهای شیمیایی می‌توان در طی زمان کوتاه محصول گیاهان زراعی را افزایش داد، ولی در طولانی مدت پایداری و حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست دچار اثرات منفی بسیاری خواهند شد. استفاده از کودهای زیستی در نظام‌های کشاورزی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار است (ده‌شیخ و همکاران ۲۰۲۰). بنابراین، امروزه در کشاورزی پایدار به فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و افزایش حاصلخیزی خاک از طریق به کارگیری کودهای زیستی تأکید می‌شود (وفادار ینگجه و همکاران ۲۰۱۹).

استفاده از کودهای زیستی به دلیل ماهیت طبیعی آن‌ها در سال‌های اخیر افزایش یافته است. کود زیستی عبارت است از مواد نگهدارنده (موادی که به زنده ماندن باکتری کمک می‌نمایند) با جمعیت متراکم از یک یا چند نوع موجود مفید خاکزی و یا فرآورده‌های متابولیکی آن‌ها که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کنترل بیماری‌های خاکزاد و حفظ پایداری ساختمان خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند (جهان و همکاران ۲۰۱۳). کودهای زیستی در برخی موارد به عنوان جایگزین و در اکثر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید را در نظام‌های کشاورزی تضمین کنند

(درزی و همکاران ۲۰۱۲). در این راستا، استفاده از کودهای زیستی به منظور جلوگیری از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و کاهش غلظت نیترات در اندام‌های مختلف عدس ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، این تحقیق جهت بررسی اثرات کاربرد تیمارهای مختلف کود زیستی و شیمیایی بر عملکرد عدس در شرایط دیم اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

شرایط اجرای آزمایش

این پژوهش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۹ در اراضی دیم روستای عاشقلو از توابع شهرستان خداآفرین به اجرا در آمد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۴۰۰ متر بوده

و در ۴۶ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. بر اساس آمار هواشناسی، این منطقه دارای زمستان‌های سرد با دمای میانگین ۵- سانتی‌گراد و تابستان‌های گرم با میانگین دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۲۵۱ میلی متر است. به منظور بررسی وضعیت خاک قطعه زمین مورد نظر در مزرعه، نمونه خاکی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ درج شده است. در این آزمایش عامل اول شامل کود زیستی نیتراژین (شاهد و کاربرد نیتراژین)، عامل دوم شامل کود زیستی بارور ۲ (شاهد و کاربرد بارور ۲) و عامل سوم شامل کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل (شاهد و استفاده از ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی توصیه شده) بودند.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مزرعه در شروع آزمایش

کلاس بافت خاک	اجزای معدنی خاک (%)			عناصر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)		نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH گل اشباع
	شن	سیلت	رس	P	K				
لوم رسی	۳۴	۳۴	۳۲	۶/۱۷	۹۶۶	۰/۱۲۲	۱/۱۵	۱/۲۱	۸/۱

(زیست فناور سبز) به صورت بذر مال به ترتیب به میزان پنج لیتر و ۱۰۰ گرم در هکتار استفاده شدند. در زمان رسیدگی دانه (اواخر مرداد ماه) که درصد رطوبت دانه‌ها حدود ۱۲ درصد بود، از هر واحد آزمایشی یک مترمربع (با حذف حاشیه‌ها) علامت‌گذاری شد و بوته‌های آن کفبر شده و دانه‌ها از نیام جدا گردیدند و تعداد دانه در نیام و وزن هزار دانه تعیین شدند. دانه‌های هر تیمار در هر تکرار به‌طور جداگانه با استفاده از ترازویی با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند و عملکرد دانه در واحد سطح تعیین گردید. تمام بوته‌های کف بر شده به مدت ۷۲ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین گردید. در نهایت با اضافه نمودن عملکرد دانه‌ها، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح برای هر تیمار در هر تکرار ثبت شد. شاخص برداشت دانه نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، نمونه‌ها در واحد سطح محاسبه گردید.

هر بلوک شامل ۱۶ کرت (واحد آزمایشی) بود که هر کدام از کرت‌ها شامل هفت ردیف کاشت ۲/۵ متری بودند. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بذرهای روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده و در هر نقطه دو بذر قرار داده شد. بذرهای استفاده شده در این تحقیق از توده محلی خداآفرین بودند که پس از ضدعفونی با قارچ‌کش بنومیل (با نسبت دو در هزار)، در شیاریایی به عمق ۴-۵ سانتی‌متر قرار گرفتند. زمان کشت اوایل اردیبهشت ماه بود. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، بوته‌ها تنک گردیده و تراکم کاشت به ۳۳ بوته در مترمربع رسانده شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و به‌طور مداوم انجام گرفت. کودهای زیستی نیتراژین (حاوی باکتری‌های *Azospirillum spp.*، *Pseudomonas spp.* و *Azotobacter spp.*) و نیز فسفات بارور ۲ (حاوی باکتری‌های *Pseudomonasputida* strain P₁₃ و *Pantoeaagglomerans* strain P₅) در زمان کاشت بر اساس روش پیشنهادی شرکت تولیدکننده

تجزیه آماری

آزمون نرمال بودن و یکنواختی واریانس خطای داده‌ها انجام و سپس تجزیه واریانس داده‌ها بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. از نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT-C Ver.21 (برحسب نیاز) برای انجام تجزیه‌های آماری استفاده شد. میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه گردید. برای رسم شکل-ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد نیام در بوته

اثر کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲، کودهای شیمیایی، اثر متقابل کود زیستی نیتراژین × کود زیستی بارور ۲ و نیز اثر متقابل کود زیستی نیتراژین × کودهای شیمیایی بر تعداد نیام در بوته عدس معنی‌دار به‌دست آمد (جدول ۲). به‌طور کلی، کاربرد کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ منجر به افزایش تعداد نیام در بوته شدند، هرچند که اثر استفاده توأم این دو کود زیستی در افزایش تعداد نیام در بوته نسبت به کاربرد مجزای آن‌ها بارزتر بود (شکل ۱). استفاده از کودهای شیمیایی در پایین‌ترین سطح (۳۵٪ توصیه شده) به‌طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد نیام در بوته در گیاهان تیمار شده و نشده با نیتراژین شد، اما کاربرد مقادیر بیشتر این کودهای شیمیایی (۷۰ و ۱۰۰٪ توصیه شده) منجر به کاهش تعداد نیام در بوته عدس در هر دو سطح تیمار کود زیستی نیتراژین گردید (شکل ۲). تعداد نیام در عدس یکی از اجزای مهم عملکرد می‌باشد، زیرا نیام از یک‌طرف در برگ‌برنده تعداد دانه بوده و از طرف دیگر تأمین‌کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای دانه‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که تعداد نیام بیشتر اغلب منجر به افزایش عملکرد نهایی گیاهان می‌شود. فسفر از ضروری‌ترین عناصر برای تولیدمثل و انجام بهینه مرحله زایشی گیاهان است. کود زیستی فسفات بارور ۲ حاوی باکتری‌های مفید حل‌کننده فسفات است که با اسیدی کردن خاک و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز موجب رهاسازی یون فسفات از

ترکیبات فسفردار می‌شود که قابل‌جذب توسط گیاهان است. کود زیستی فسفر علاوه بر افزایش بازده جذب کود، سبب افزایش معنی‌دار رشد و تولید اندام‌های زایشی گیاه می‌گردد (محبوب خمایی و همکاران ۱۳۹۶). تیموتیو و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که افزایش نیتروژن در طی گلدهی سویا، تعداد نیام در بوته را ۴۰ درصد در مقایسه با شاهد (عدم مصرف نیتروژن) افزایش داد و اظهار داشتند که وجود نیتروژن، ریزش گل و نیام را کاهش داده و موجب افزایش تعداد دانه در گیاه و در نهایت بالا رفتن عملکرد دانه در مزرعه (۲۸-۳۲ درصد) شد. بالا بودن تعداد نیام در بوته در تیمار کود نیتروژن‌دار می‌تواند به‌دلیل تولید ماده خشک بیشتر و پتانسیل بیشتر تولید نیام در این میزان از کود مصرفی باشد (ساندراکیرانا و آریفین ۲۰۲۱). در بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان مشاهده شد که کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی می‌تواند در راستای کشاورزی پایدار راهکار مؤثری باشد (سلیمانی و همکاران ۲۰۱۶). خایتوف و آبدیف (۲۰۱۸) گزارش کردند که عدم تأثیر مثبت کود شیمیایی نیتروژن‌دار بر تعداد نیام در بوته نخود در شرایط دیم به دلیل محدودیت جذب نیتروژن و افت میزان انتقال آن به اندام‌های فتوسنتز کننده بوده است.

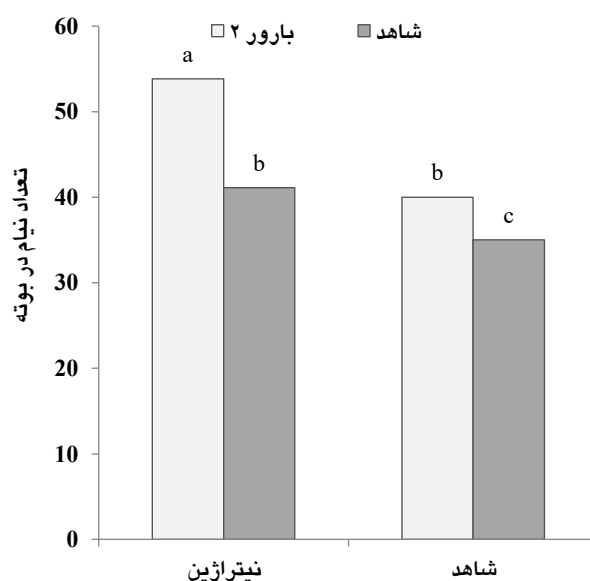
تعداد دانه در نیام

در پژوهش حاضر، تعداد دانه در نیام عدس تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی قرار نگرفت (جدول ۳-۲). دامنه نوسان تعداد دانه در نیام در این پژوهش بین ۱/۳۳ تا ۱/۵۶ بود. مشابه با نتایج حاصل از این پژوهش، وفادار ینگجه و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که تعداد دانه در نیام باقلا اغلب تحت تأثیر عوامل محیطی قرار نمی‌گیرد و ژنوتیپ گیاه بیشترین نقش را در تعداد دانه در نیام این گیاه ایفا می‌کند.

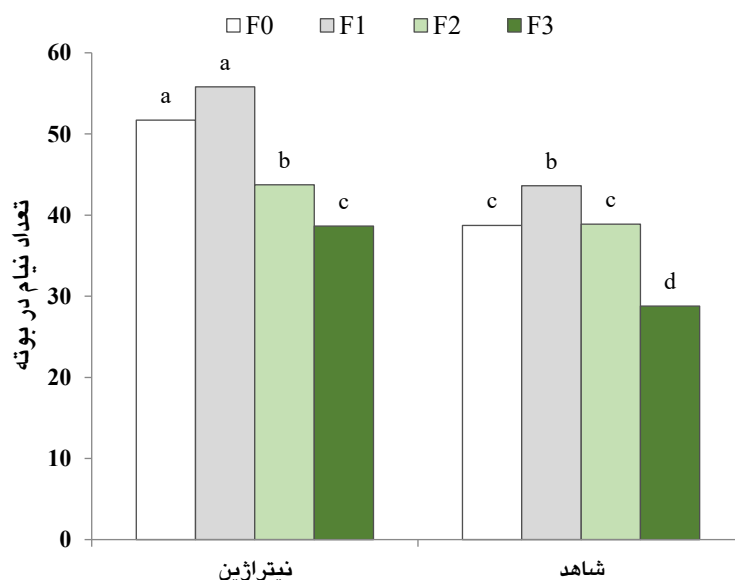
جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه عدس تحت تیمارهای مختلف کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن هزار دانه	میانگین مربعات		شاخص برداشت دانه
					عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	
تکرار	۲	۷۶/۷۵ **	۰/۰۰۶	۶/۲۳۶	۹۶/۱۸ **	۱۵۳۷/۵ **	۱/۱۲۶
نیتراژین (A)	۱	۱۱۹۵/۱ **	۰/۰۰۱	۱۹/۳۸ **	۱۸۶۲/۵ **	۴۶۵۶۳ **	۱/۲۱۸
بارور ۲ (B)	۱	۹۴۲/۵ **	۰/۰۰۱	۱۷/۸۸ **	۱۴۴۱ **	۲۹۷۵۰/۵ **	۶/۲۵۵
A × B	۱	۱۷۹/۸ **	۰/۰۰۳	۰/۱۵۲	۸۸/۰۲ **	۱۲۳۰/۱ *	۱/۱۷۷
کودهای شیمیایی (C)	۳	۵۵۱/۹ **	۰/۰۴۱	۴۶/۹۹ **	۷۱۳/۷ **	۱۹۰۷۲/۵ **	۲/۸۵۹
A × C	۳	۴۰/۲۷ *	۰/۰۰۳	۲/۲۴۶	۵۷/۹۶ **	۱۵۲۷/۲ **	۲/۳۷۹
B × C	۳	۲۱/۹۸	۰/۰۱۲	۱/۹۹۴	۳۰/۲۴ *	۳۳۱/۲	۱/۴۲۹
A × B × C	۳	۷/۷۴۵	۰/۰۱۷	۲/۳۹۱	۳۴/۱۳ *	۸۸۹/۴ *	۳/۵۴۷
اشتباه آزمایش	۳۰	۱۲/۷۴	۰/۰۴۵	۲/۱۰۲	۱۰/۱۸	۲۷۰/۹	۳/۰۳۸
ضریب تغییرات (%)	-	۸/۴	۱۴/۷۷	۴/۷۱	۷/۵۲	۷/۲۴	۸/۵۱

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ برای تعداد نیام در بوته عدس
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

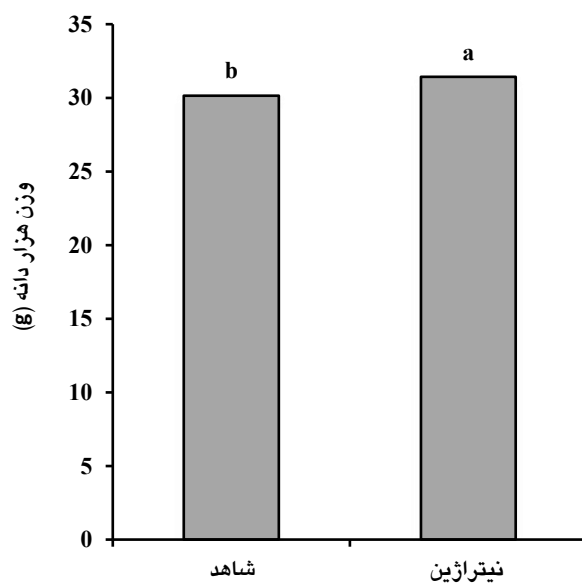


شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کود زیستی نیتراژین و کودهای شیمیایی برای تعداد نیام در بوته عدس F_0 , F_1 , F_2 و F_3 : به ترتیب شاهد و استفاده از ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل توصیه شده است. حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

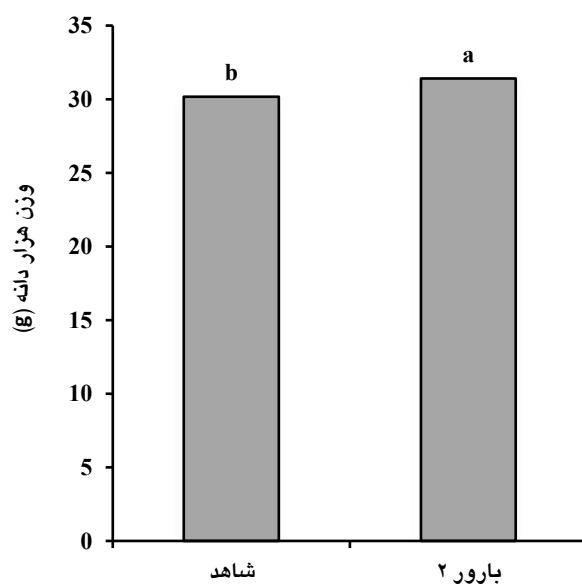
وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که وزن هزار دانه عدس به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کودهای زیستی نیتراژین، بارور ۲ و کودهای شیمیایی قرار گرفت. اثر متقابل این عامل‌ها برای این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه (۳۱/۴ گرم) از تیمار کاربرد کود زیستی نیتراژین به دست آمد که نسبت به شاهد، وزن هزار دانه را ۴/۲ درصد افزایش داد (شکل ۳). استفاده از کود زیستی بارور ۲ موجب افزایش ۴/۱ درصدی وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد (شکل ۴). میانگین وزن هزار دانه عدس با استفاده از ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده نسبت به شاهد ۸/۸ درصد افزایش یافت، ولی با افزایش مقدار کاربرد کودهای شیمیایی به ۷۰ و ۱۰۰٪ توصیه شده، افت پیدا کرد (شکل ۵). استفاده از کود نیتروژنه به دلیل افزایش دوام سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر، مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه‌ها منتقل ساخته و منجر به افزایش وزن هزار دانه می‌شود. افزایش نیتروژن موجب

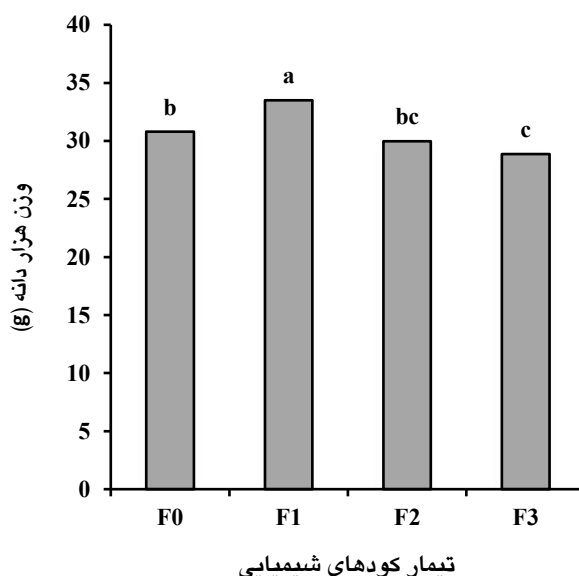
افزایش انتقال آسیمیلات‌های ساخته شده توسط گیاه به دانه‌ها و در نتیجه افزایش وزن دانه‌ها می‌گردد. همچنین یکی از دلایل افزایش وزن هزار دانه بر اثر کاربرد کودهای نیتروژن‌دار احتمالاً به دلیل افزایش سطح سبز گیاهی و طولانی‌تر شدن مرحله گلدهی می‌باشد (درولیس و همکاران ۲۰۲۲). باکتری‌های موجود در کود زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه و همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی‌بیوتیک‌ها موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی گیاه شده و در نتیجه سبب تولید فراورده‌های فتوسنتزی بیشتر و انتقال آن‌ها به دانه و افزایش وزن هزار دانه می‌شود (تقی‌زاده و فرح‌وش ۲۰۱۸؛ محمدی و همکاران ۱۳۹۷؛ سید شریفی و سید شریفی ۱۳۹۹). بنایان و همکاران (۲۰۱۹) یکی از دلایل افت اثربخشی کودهای شیمیایی بر افزایش وزن هزار دانه عدس در شرایط دیم را کاهش جذب عناصر غذایی کودهای شیمیایی به دلیل محدودیت آب عنوان کردند.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر کود زیستی نیتراژین بر وزن هزار دانه عدس
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر کود زیستی بارور ۲ بر وزن هزار دانه عدس
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).



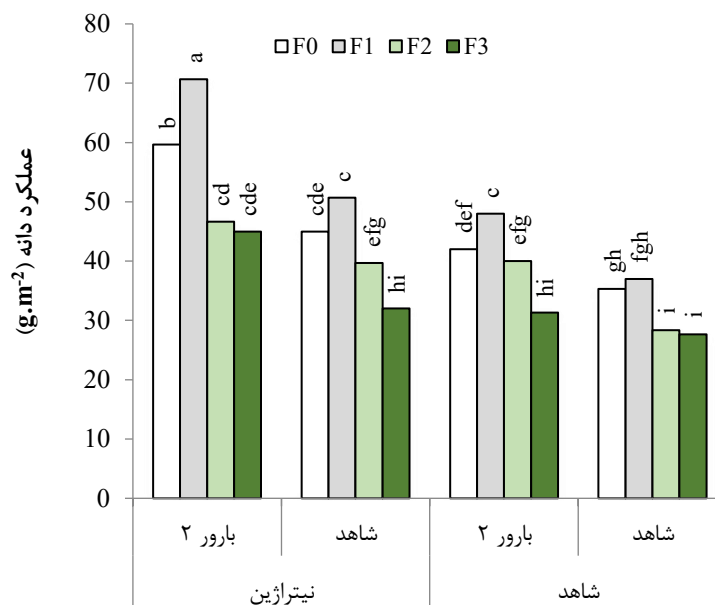
شکل ۵- تغییرات وزن هزار دانه عدس در سطوح مختلف کودهای شیمیایی

F₀, F₁, F₂ و F₃: به ترتیب شاهد و استفاده از ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل توصیه شده است. حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

عملکرد دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثرات ساده، دو جانبه و سه جانبه تیمارها بر عملکرد دانه عدس معنی دار بودند. مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه نیتراژین × بارور ۲ × کودهای شیمیایی حاکی از برتری کاربرد توأم کودهای زیستی نسبت به استفاده مجزای این دو کود در افزایش عملکرد دانه عدس است. با افزایش استفاده از کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل تا ۳۵٪ مورد نیاز، عملکرد دانه عدس تحت همه سطوح کودهای زیستی بهبود یافت، اما تحت سطوح ۷۰ و ۱۰۰٪ مورد نیاز کاهش پیدا کرد. بیشترین عملکرد دانه عدس (۷۰/۶ گرم در مترمربع) در تیمار ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده با کاربرد توأم کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ حاصل شد (شکل ۶). این امر اثر مثبت کودهای زیستی در بهبود عملکرد دانه عدس در شرایط دیم را نشان می دهد. کودهای شیمیایی و زیستی از طریق اثر افزایشی بر تعداد نیام در بوته و وزن هزار دانه موجب بهبود عملکرد دانه عدس در شرایط دیم شده اند. کودهای نیتروژن دار با اثرات خود بر مکانیزم های گیاهی مانند فتوسنتز، افزایش طول دوره رشدی و تجمع ماده خشک بر عملکرد دانه اثرات بارزی

دارند (وانگ و همکاران ۲۰۱۵). ده شیخ و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که استفاده از باکتری های حل کننده فسفات موجب افزایش حلالیت فسفر غیرمحلول و افزایش معنی دار عملکرد شد. این محققان همچنین عنوان نمودند که فراهمی فسفر بر اثر کاربرد کودهای زیستی فسفری سبب استحکام بافت های گیاهی و برگ ها شده و در نتیجه ریزش برگ ها به تعویق می افتد و موجب بقای بیشتر برگ ها و حفظ شادابی آنها در این مرحله از رشد که مصادف با دوره پرشدن دانه ها نیز می باشد، می گردد و همچنین سبب تداوم فتوسنتز شده که نقش بسزایی را در افزایش عملکرد دانه دارد. مام نبی و همکاران (۱۳۹۹) گزارش کردند که کاهش تأثیر کود شیمیایی بر عملکرد دانه کلزا در شرایط عدم آبیاری نتیجه کاهش جذب مواد مغذی به دلیل محدودیت آب بوده و دریافتند که کاربرد کود زیستی تحت این شرایط با افزایش جذب نیتروژن و فسفر سبب بهبود درصد آب برگ، تعداد برگ و خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین و بیوماس بوته و در نهایت عملکرد دانه کلزا شده است.



شکل ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ و کودهای شیمیایی برای عملکرد دانه

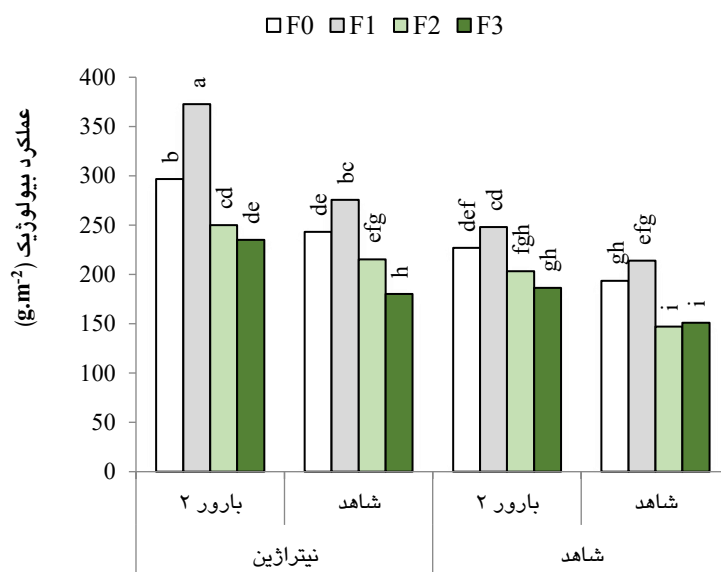
عدس

F₀, F₁, F₂ و F₃: به ترتیب شاهد و استفاده از ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل توصیه شده است. حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیکی عدس به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات ساده، دوجانبه و سه جانبه تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول ۲). کاربرد ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده در تمامی سطوح کود زیستی نیتراژین و بارور ۲ بیشترین عملکرد بیولوژیکی عدس را در مقایسه با سایر سطوح کودهای شیمیایی به خود اختصاص داد، درحالی که افزایش کودهای شیمیایی موجب افت عملکرد بیولوژیکی عدس شد، به طوری که بیشترین مقدار این صفت (۳۷۲/۷ گرم در مترمربع) از سطح کاربردی کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل تا ۳۵٪ مورد نیاز با استفاده توأم کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ به دست آمد (شکل ۷). افزایش اساسی در تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بر اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی، در مجموع عملکرد بیولوژیک عدس را به شکل مثبت تحت تأثیر قرار دادند. توللی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که محلول پاشی اوره به میزان ۲٪/۰ علاوه بر افزایش شاخص های رشدی، زیست توده ریحان را نیز افزایش

داده است. امینی و همکاران (۲۰۱۷) عنوان نمودند که اثر تیمار کود شیمیایی نیتروژن دار (به فرم اوره) بر صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، اجزای عملکرد، عملکرد غده و زیست توده سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) معنی دار بوده است. دباغ محمدی نسب و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش زیست توده سورگوم (*Sorghum bicolor*) و ماشک گل خوشه ای (*Vicia villosa*) شده است. گزارش شده است که کاربرد کودهای زیستی مختلف مانند آزوسپریلوم (*Azospirillum*)، ازتوباکتر (*Azotobacter*) و باسیلوس (*Bacillus*) در رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، وزن خشک بالاتری در مقایسه با شاهد تولید نموده است (محفوظو شریفالدین ۲۰۰۷). بنایان و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که عدم تأثیر مثبت کود شیمیایی نیتروژن دار بر وزن خشک اندام هوایی عدس در شرایط دیم به دلیل محدودیت جذب نیتروژن و افت میزان انتقال آن به اندام های فتوسنتز کننده بوده است.



شکل ۷- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کودهای زیستی نیتراژین و بارور ۲ و کودهای شیمیایی برای عملکرد بیولوژیک عدس F₀, F₁, F₂ و F₃: به ترتیب شاهد و استفاده از ۳۵، ۷۰ و ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل توصیه شده است. حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش مشخص کرد که استفاده از ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده در تمامی سطوح کودهای زیستی بیشترین محصول دانه و زیستی عدس را در مقایسه با سایر سطوح کودهای شیمیایی ایجاد کرد. استفاده از سطوح بالای کود شیمیایی موجب افت عملکرد دانه و وزن بوته عدس شد. بنابراین، کاربرد تلفیقی کودهای زیستی + ۳۵٪ کودهای شیمیایی توصیه شده بهترین تیمار تغذیه ای برای تولید عدس در شرایط دیم می باشد استفاده از کودهای زیستی، علاوه بر بهبود تولید محصول، سبب کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی می شود که این مورد از اهداف کشاورزی پایدار است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه پرسنل کارشناسی و کارگری مزرعه و دانشکده کشاورزی که در تحقیق حاضر نقش همیاری داشتند کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

شاخص برداشت

در گیاهان زراعی تولید کننده دانه، شاخص برداشت معیاری از کارایی تسهیم مواد فتوسنتزی و ماده خشک به بخش های اقتصادی و مورد نظر از لحاظ عملکرد است که می تواند تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گیرد. پایداری شاخص برداشت فاکتور کلیدی و مهم در عملکرد دانه است (خان و همکاران ۲۰۱۷). شاخص برداشت دانه عدس تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی قرار نگرفت (جدول ۲). شاخص برداشت نشانگر بخشی از ماده خشک گیاه است که به دانه ها اختصاص می یابد و در مدیریت و همچنین به نژادی گیاهان زراعی دانه ای کوشش می شود تا شاخص برداشت به حداکثر ممکن افزایش یابد (خان و همکاران ۲۰۱۷). شاید عمده ترین دلیل تأثیر نپذیرفتن شاخص برداشت از تیمارهای این پژوهش را بتوان به این امر نسبت داد که کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی به همان نسبت که موجب بهبود عملکرد دانه می شود، بیوماس گیاه را نیز به همان نسبت افزایش می دهد. برخلاف نتایج این تحقیق، دباغ محمدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که شاخص برداشت دانه نرت به طور معنی داری با کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی افزایش پیدا کرده است.

منابع مورد استفاده

- Amini R, Dabbagh Mohammadi Nasab A, and Mahdavi S. 2017. Effect of organic fertilizers in combination with chemical fertilizer on tuber yield and some qualitative characteristics of potato (*Solanum tuberosum* L.). Journal of Agroecology, 9. doi:734-748. 10.22067/jag.v9i3.47608. (In Persian with English Abstract).
- Bannayan M, Yaghoubi F, Rashidi Z, and Bardehji S. 2019. Effect of different nitrogen levels on yield components, yield and nitrogen use efficiency of two lentil cultivars in rainfed conditions. Iranian Journal Pulses Research, 10: 155-170. doi:10.22067/ijpr.v10i1.59699. (In Persian with English Abstract).
- Cucci G, Lacolla G, Summo C and Pasqualone A. 2019. Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). Scientia Horticulturae, 243: 338-343. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.051>
- Dabbagh Mohammadi Nasab A, Javanmard A and Arzheh J. 2017. Forage Production in Different Intercropping Patterns of Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) With Hairy Vetch (*Vicia villosa*) in Nitrogen Fertilizer Levels. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27:63-83. (In Persian with English Abstract).
- Dabbagh Mohammadi Nassab A, Amini R and Tamari E. 2015. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) and three cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping with application of biofertilizers and chemical fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25: 99-113. (In Persian with English Abstract).
- Darzi M, Haj Seyed Hadi M and Rejali F. 2012. Effects of application of domestic animals and biological fertilizers on biomass and grain yield and essence coriander (*Coriandrum sativum* L.). Medicinal Plants of Journal, 11: 43-57. doi: [20.1001.1.2717204.2012.11.42.27.5](https://doi.org/10.2717204.2012.11.42.27.5).
- Dehsheikh A, MahmoodiSourestani M, Zolfaghari M and Enayatizamir N. 2020. Changes in soil microbial activity, essential oil quantity, and quality of Thai basil as response to biofertilizers and humic acid. Journal of Cleaner Production, 256: 120439. doi:[10.1016/j.jclepro.2020.120439](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120439).
- Drulis P, Kriauciūnienė Z and Liakas V. 2022. The influence of different nitrogen fertilizer rates, urease inhibitors and biological preparations on maize grain yield and yield structure elements. Agronomy, 12: 741. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030741>.
- Farahvash F and Taghizadeh F. 2018. The feasibility of replacing bio-fertilizer (barvar-2) with phosphorus chemical fertilizer in lentil cultivation. Journal of Plant Ecophysiology, 9:124-139. (In Persian with English Abstract).
- Hussain M, Cheema S, Abbas R, Ashraf M, Shahzad M, Farooq M and Jabran K. 2018. Choice of nitrogen fertilizer affects grain yield and agronomic nitrogen use efficiency of wheat cultivars. Journal of Plant Nutrition, 41: 2330-2343. doi: 10.1080/01904167.2018.1509998.
- Jahan M, Nassiri-Mahallati M, Amiri MB and Ehyayi HR. 2013. Radiation absorption and use efficiency of sesame as affected by biofertilizers inoculation in a low input cropping system. Industrial Crops and Products, 43: 606-611. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.08.012>.
- Khaitov B and Abdiev A. 2018. Performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to bio-fertilizer and nitrogen application in arid condition. Journal of Plant Nutrition, 41: 1980-1987. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1484134>.
- Khan S, Khan A, Jalal F, Khan M and Khan H. 2017. Dry matter partitioning and harvest index of maize crop as influenced by integration of sheep manure and urea fertilizer. Advances in Crop Science and Technology, 5: 276. <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000276>.
- Mahboub Khomami A, Hashemabadi D, BarariTajany A and Fallah A. 2017. A comparison of the effects of chemical and biological phosphorus fertilizer on phosphorus uptake and yield of Ornamental calendula (*Calendula officinalis*). Applied Soil Research, 5: 79-91. (In Persian with English Abstract).

- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21:361-366. doi: 10.1055/s-2007-987419
- Mahmoud I, Mahmoud E, Gad L and Khader A. 2019. Effects of biochar and phosphorus fertilizer rates on soil physical properties and wheat yield on clay textured soil in middle Nile Delta of Egypt. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50:2756-2766. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1679162>.
- Mamnabi S, Nasrollahzadeh S, Ghassemi-Golezani G and Raei Y. 2020. Morpho-physiological traits, grain and oil yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) affected by drought stress and chemical and bio-fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 30: 359-378. doi: [20.1001.1.24764310.1399.30.3.21.6](https://doi.org/10.1001.1.24764310.1399.30.3.21.6) . (In Persian with English Abstract).
- Mohammadi M, Ghane M, Hoseini NM and Moghaddam H. 2019. Response of lentil (*Lens culinaris* L.) yield and physiological traits to chemical and bio-phosphorus fertilizers under different irrigation regimes. Agroecology, 10. [10.22067/jag.v10i4.60879](https://doi.org/10.22067/jag.v10i4.60879) . (In Persian with English Abstract).
- Raza S, Chen Z, Ahmed M, Afzal M, Aziz T and Zhou J. 2019. Dicyandiamide application improved nitrogen use efficiency and decreased nitrogen losses in wheat-maize crop rotation in Loess Plateau. Archives of Agronomy and Soil Science, 65: 450-464. <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1506584>.
- Sandrakirana R and Arifin Z. 2021. Effect of organic and chemical fertilizers on the growth and production of soybean (*Glycine max*) in dry land. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 74(3): 9643-9653. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90967>.
- Seyed Sharif R and Seyed Sharifi R. 2020. Effects of Starter Nitrogen, Methanol and Bio fertilizers Application on Yield, Nodulation and Grain Filling Period of Rainfed Lentil. Journal of Crops Improvement, 22:445-460. <https://doi.org/10.22059/jci.2020.292605.2295>. (In Persian with English Abstract).
- Soleymani F, Ahmadvand G and Safari Sanjani AA. 2016. The effect of chemical, biological and organic nutritional treatments on sunflowers yield and yield components under the influence of water deficit stress. Journal of Agroecology, 8:107-119. <https://doi.org/10.22067/jag.v9i3.47608>. (In Persian with English Abstract).
- Tavallali V, Rowshan V, Gholami H and Hojati S. 2020. Iron-urea nano-complex improves bioactive compounds in essential oils of *Ocimum basilicum* L. 265, Article ID: 109222. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109222>.
- Timotiwi P, Nurmiaty Y, Pramono E and Maysaroh S. 2020. Growth and yield responses of four soybean (*Glycine max* L.) cultivars to different methods of NPK fertilizer application. Planta Tropika, 8:39-43. <https://doi.org/10.18196/pt.2020.112.39-43>.
- Vafadar-Yengeje L, Amini R and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2017. Yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) in intercropping with Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica*) under organic and chemical fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27:121-136. (In Persian with English Abstract).
- Vafadar-Yengeje L, Amini R and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2019. Chemical compositions and yield of essential oil of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.) under different fertilizers application. Journal of Cleaner Production, 239:118033. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118033>
- Walia S and Kumar R. 2021. Nitrogen and sulfur fertilization modulates the yield, essential oil and quality traits of wild marigold (*Tagetes minuta* L.) in the western Himalaya. Frontiers in Plant Science, 11: 2320. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.631154>.
- Wang Z, Zhang Z, Beebout SS, Zhang H, Liu L, Yang J and Zhang J. 2015. Grain yield, water and nitrogen use efficiencies of rice as influenced by irrigation regimes and their interaction with nitrogen rates. Field Crops Research, 193:54-69. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.03.006>.