Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Effect of Fertilizer and zeolite on morphophysiological traits of two red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars

Amir Kolai[1], Masoud Rafiee[2*], Ali Khorgami[3], Kazem Taleshi[4]

[1]Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Faculty, Azad Islamic University of Khorramabad, Khorramabad, Iran. Email: kolai.amir58@gmail.com

[2]Corresponding author, Crop and Horticultural Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREO, Khorramabad, Iran. Email: rafieemasoud@yahoo.com

[3] Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Faculty, Azad Islamic University of Khorramabad, Khorramabad, Iran. Email: ali_khorgamy@yahoo.com

[4] Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Faculty, Azad Islamic University of Khorramabad, Khorramabad, Iran. Email: Kazem_taleshi@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2023-8-12
Accepted: 2024-1-19

Keywords:
antioxidant enzymes
photosynthetic pigments
proline
protein yield
yield components

ABSTRACT

Background and Objectives: The combined application of animal and chemical fertilizers and the use of zeolite in bean farming could have been an effective role in reducing the use of chemical fertilizers and helping to provide balanced nutrients. Therefore, this research was carried out with the aim of investigating some biochemical responses and performance of two varieties of red bean with the combination of chemical fertilizer and zeolite.

Materials and Methods: A factorial experiment with three factors based on the randomized complete block design with three replications was implemented in climatic conditions of Azna city in Lorestan province in the spring 2016 and 2017. Cultivar factor includes two cultivars Goli (creeping) and Akhtar (standing); nutritional systems operating at five levels including 100% manure fertilizer, 100% urea, 75% manure with 25% urea, 50% manure with 50% urea, and 25% manure with 75% of urea; and zeolite factor in four levels including non-use of zeolite and consumption of 3, 6 and 9 tons per hectare. Based on the soil test, 100 Kg ha^{-1} of nitrogen from the source of urea fertilizer and 20 tons/ha of animal manure (rotted sheep manure) were used.

Results: Results showed that the highest plant height and the height of the first pod, the number of seeds per plant, the weight of one hundred seeds, and the seed yield in both cultivars Goli (79.7, 9.5, 37.8 seed, 38.4 g and 2341 Kg ha^{-1}, respectively) and Akhtar (70.4, 7.3 cm, 44.3 seed, 52.4 g and 2630 Kg ha^{-1}, respectively) observed from 50:50 manure and chemical fertilizer and 6 t ha^{-1} Zeolite. In Goli cultivar the highest shoot catalase (OD 2.72 micrograms of protein per minute) was obtained from 0:100 manure:urea treatment and no zeolite consumption; while in Akhtar cultivar, the highest shoot catalase (2.12 OD micrograms of protein per minute) from urea treatment and three tons per hectare of zeolite. In the first year, the most soluble carbohydrates (8.07 mg/g) and shoot peroxidase (3.03 micrograms of protein/min) observed from Goli variety in the 0:100 animal:chemical treatment and the highest protein yield (526 Kg ha^{-1})

was obtained from Akhtar cultivar in the 75:25 livestock:chemical treatment, but in the second year, the highest soluble carbohydrates (8.65 mg/g) were obtained from the Akhtar cultivar in the 0:100 livestock:chemical treatment. The highest shoot peroxidase (3.33 micrograms of protein per minute) was obtained from Goli variety in the 25:75 animal: chemical treatment and the highest protein yield (611 Kg/ha^{-1}) was obtained from the Akhtar variety in the 50:50 animal:chemical treatment. In the first and second years, the highest harvest index (41.5% and 43.7%, respectively) was obtained from Akhtar variety in the 50:50 livestock: chemical treatment.

Discussion: In total, the Akhtar cultivar is recommended with the use of 50:50 manure: urea and six tons per hectare of zeolite to achieve the maximum grain and protein yield.

Cite this article: Kolai, A., Rafiee, M., Khorgami, A., Taleshi, K. 2024. Effect of Fertilizer and zeolite on morphophysiological traits of two red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Crop Production Journal*, 17 (1), 59-80.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2024.21648.2597
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۳-۲۰۰۸
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

اثر کود دامی–شیمیایی و زئولیت بر صفات مورفو– فیزیولوژیک دو رقم لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)

امیر کلایی[۱]، مسعود رفیعی[۲*]، علی خورگامی[۳]، کاظم طالشی[٤]

[۱] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: kolai.amir58@gmail.com
[۲] نویسنده مسئول، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: rafieemasoud@yahoo.com
[۳] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: ali_khorgamy@yahoo.com
[٤] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: Kazem_taleshi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۵/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۱۰/۲۹

واژه‌های کلیدی:
آنزیم‌های آنتی اکسیدان
اجزای عملکرد
پرولین
رنگیزه‌های فتوسنتزی
عملکرد پروتئین

چکیده

سابقه و هدف: استفاده توأم از کودهای دامی و شیمیایی و استفاده از زئولیت در پرورش لوبیا می‌تواند نقش مؤثری در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کمک به تأمین متعادل مواد مغذی داشته باشد. واکنش ارقام نیز به عوامل زراعی مختلف متفاوت است. لذا این پژوهش با هدف بررسی برخی واکنش‌های بیوشیمیایی و عملکرد دو رقم لوبیا قرمز در پاسخ به ترکیب کود دامی و اوره به‌همراه زئولیت انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با سه فاکتور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط اقلیمی شهرستان ازنا در استان لرستان در بهار ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦ اجرا شد. عامل‌ها شامل دو رقم لوبیا قرمز گلی (رونده و رشد نامحدود) و اختر (ایستاده و رشد محدود)، پنج نسبت کود دامی و شیمیایی (۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ درصد کود دامی:اوره) و چهار سطح زئولیت (عدم مصرف زئولیت و مصرف ۳، ٦ و ۹ تن در هکتار) بود. بر اساس آزمون خاک، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار نیتروژن از منبع کود اوره و ۲۰ تن در هکتار کود دامی (کود گوسفندی پوسیده) مصرف شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بیشترین ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه در هر دو رقم گلی (به‌ترتیب۷۹/۷ و ۹/۵ سانتی‌متر، ۳۷/۸ دانه، ۳۸/٤ گرم و ۲۳٤۱ کیلوگرم در هکتار) و اختر (به‌ترتیب۷۰/٤ و ۷/۳ سانتی‌متر، ٤٤/۳ دانه، ۵۲/٤ گرم و ۲٦۳۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد. از طرفی، در رقم گلی، بیشترین کاتالاز اندام هوایی (۲/۷۲ OD میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد؛ در حالی‌که در رقم اختر، بیشترین کاتالاز اندام هوایی (۲/۱۲ OD میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و سه تن در هکتار زئولیت بدست آمد. در سال اول، بیشترین کربوهیدرات‌های محلول (۸/۰۷ میلی

گرم بر گرم) و پراکسیداز اندام هوایی (۳/۰۳ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و بیشترین عملکرد پروتئین (۵۲۶ کیلوگرم در هکتار) از رقم اختر در تیمار ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی به‌دست آمد، اما در سال دوم، بیشترین کربوهیدرات‌های محلول (۸/۶۵ میلی گرم بر گرم) از رقم اختر در تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی، بیشترین پراکسیداز اندام هوایی (۳/۳۳ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در تیمار ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی و بیشترین عملکرد پروتئین (۶۱۱ کیلوگرم در هکتار) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد. در سال‌های اول و دوم، بیشترین شاخص برداشت (به‌ترتیب ۴۱/۵٪ و ۴۳/۷٪) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد.

نتیجه‌گیری: در مجموع رقم اختر با استفاده از کود ۵۰:۵۰ دامی: شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و پروتئین توصیه می‌شود.

استناد: کلایی، امیر؛ رفیعی، مسعود؛ خورگامی، علی؛ طالشی، کاظم. (۱۴۰۳). اثر کود دامی–شیمیایی و زئولیت بر صفات مورفو–فیزیولوژیک دو رقم لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.). *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۷ (۱)، ۸۰–۵۹.

DOI: 10.22069/ejcp.2024.21648.2597

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

حبوبات پس از غلات دومین منبع غذایی انسان به‌شمار می‌آیند که حاوی مقدار پروتئین دانه دو تا سه برابر بیشتر از غلات هستند (۱). عملکرد دانه تابعی از برهمکنش بین اجزای مختلف عملکرد است که به شدت تحت تأثیر محیط رشد گیاه و عملیات مدیریتی گیاه زراعی قرار دارد، لذا تغذیه کافی و متعادل عناصر غذایی برای دستیابی به عملکرد مناسب در گیاهان زراعی اهمیت و ضرورت زیادی دارد (۲). با مصرف روزافزون کودهای شیمیایی و عدم برگشت بقایای گیاهی به خاک و حتی سوزاندن آنها (در زراعت متداول)، سالیانه از مقدار ماده آلی ناچیز خاک‌های ایران کاسته شده و ساختمان خاک تخریب می‌گردد. کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی راه‌کاری مؤثر در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و دست‌یابی به کشاورزی پایدار است (۳). در آزمایشی مصرف بالای کود فسفر در تیمار عدم به کارگیری کود زیستی موجب بروز تنش غذایی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گلرنگ بهاره گردید (٤).

کاهش چگالی ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ساختمان گرانوله‌ای خاک، افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزاد سازی عناصر غذایی موجود در خاک از دلایل افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف کودهای دامی می‌باشد. همچنین، کودهای آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش داده و کارآیی مصرف کود را افزایش می‌دهند (۵). از طرف دیگر افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در نتیجه‌ی افزایش ماده آلی خاک سبب جلوگیری از شسته شدن کاتیون‌های خاک شده و عناصر غذایی بیشتری را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد. همچنین، مواد آلی اضافه شده به خاک توسط ریزجانداران تجزیه شده و مقداری CO_2 در جامعه گیاهی آزاد می‌شود که در نتیجه فتوسنتز، رشد و عملکرد محصول افزایش می‌یابد (٦).

افزایش درصد نیتروژن و پروتئین دانه نخود (۷، ۸)، عملکرد دانه نخود (۹)، عملکرد دانه جو (۱۰)، درصد پروتئین کلزا (۱۱)، درصد پروتئین سویا (۱۲) و درصد پروتئین لوبیا (۱۳) با مصرف کود دامی گزارش شده است. در مطالعات دیگر، تلفیق کودهای شیمیایی و آلی نتایج بهتری در تولید به‌همراه داشته است. در بررسی تیمارهای کودی مختلف در ارقام مختلف سویا، بیشترین عملکرد دانه از برهمکنش مصرف فسفر و پتاسیم + کود دامی مشاهده شد (۳). قلاوند و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند کاربرد کودهای شیمیایی + ۲۰ تن کود دامی + کمپوست در نخود موجب افزایش عملکرد دانه شد (١٤).

زئولیت‌ها گروهی از کانی‌های آلومینوسیلیکات‌های هیدراته متبلور با خلل و فرج ریز هستند که حاوی کاتیون‌های قابل تبادل بوده و به‌طور برگشت پذیر آب را جذب و آزاد می‌کنند. زئولیت‌ها ساختمان سه بعدی نامحدود دارند که ساختمان کریستالی آنها مشابه کندوی زنبور عسل است و قابلیت نگهداری مقادیر زیاد آب در کانال‌های ساختمان خود را دارند و به‌عنوان مبادله کننده یون عمل می‌کنند. زئولیت با خاصیت جذب شدید آب قادر است آب موجود در خاک را تا حد اشباع جذب نموده و به‌تدریج در اختیار گیاه قرار دهد، و ضمن تأمین آب مورد نیاز گیاه سبب فراهمی طولانی مدت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گردد (۱۵).

زئولیت با افزایش آب قابل دسترس گیاه سبب استفاده بهتر و مؤثرتر از آب و مواد غذایی در گیاه شده و باعث بهبود عملکرد دانه می‌شود. جذب انتخابی و آزادسازی کنترل‌شده عناصر غذایی از زئولیت موجب شد، هنگامی که این مواد به‌عنوان اصلاح‌کننده به خاک اضافه می‌شوند از طریق افزایش فراهمی طولانی مدت آب به بهبود رشد گیاه کمک کنند (١٦). نتایج آزمایشات نشان داده بیشترین اجزای عملکرد و عملکرد دانه در گلرنگ از مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار (۱۷) و در گندم از مصرف ۹ تن زئولیت در

هکتار (۱۸) به‌دست آمد. زمانیان‌پور و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد زئولیت در لوبیا قرمز گزارش دادند که تیمار ۳۰ تن در هکتار زئولیت سبب افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا شده و بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه درغلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه داشت (۱۹). زئولیت با جذب و نگهداری رطوبت موجود در خاک (۲۰) و تأمین متعادل عناصر غذایی (۱۵) از بروز تنش خشکی و غذایی ممانعت نموده و لذا موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز می‌گردد (۲۱، ۲۲، ۲۳). همچنین، افزایش در میزان کلروفیل برگ در تیمارهای کاربرد زئولیت در ارقام لوبیا گزارش شده است (۱۶).

با توجه به مطالب ذکر شده، مصرف تلفیقی کود دامی و شیمیایی و کاربرد زئولیت در زراعت لوبیا می‌تواند نقش مؤثری در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کمک به تأمین متعادل عناصر غذایی داشته باشد؛ لذا این پژوهش با هدف بررسی برخی واکنش‌های بیوشیمیایی و عملکرد دو رقم لوبیا قرمز به تلفیق کود دامی- شیمیایی و زئولیت اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در شهرستان ازنا استان لرستان با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. منطقه مورد نظر از نظر آب و هوایی جزء اقلیم معتدل با متوسط دمای سالانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۴۴۶ میلی‌متر است (جدول ۱).

جدول ۱- آمار هواشناسی منطقه ازنا در سال‌های اجرای آزمایش ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶.

Table 1- Climatological statistics of Azna during the experimental years of 2016 and 2017

ماه–سال Month- Year	میانگین دمای حداقل (درجه سانتی گراد) Min. Temp (°C)	میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی گراد) Max. Temp (°C)	دمای میانگین (درجه سانتی گراد) Mean. Temp (°C)	دمای حداقل (درجه سانتی گراد) Act.Min. Temp (°C)	دمای حداکثر (درجه سانتی گراد) Act.Max.Temp (°C)	بارندگی (میلی متر) Precipitation (mm)
خرداد، ۱۳۹۵ 23 May- 22 Jun, 2016	9.2	28.6	18.9	5.0	34.3	0
تیر، ۱۳۹۵ 23 Jun- 22 Jul, 2016	16.9	35.2	26.1	12.4	38.0	0
مرداد، ۱۳۹۵ 23 Jul- 22 Aug, 2016	16.9	34.8	25.8	13.3	39.0	0
شهریور، ۱۳۹۵ 23 Aug- 22 Sep, 2016	12.3	32.3	22.3	6.4	35.7	0
خرداد، ۱۳۹۶ 23 May- 22 Jun, 2017	10.2	31.1	20.7	5.7	34.9	0.7
تیر، ۱۳۹۶ 23 Jun- 22 Jul, 2017	16.5	34.5	25.5	10.0	37.7	0.1
مرداد، ۱۳۹۶ 23 Jul- 22 Aug, 2017	17.0	34.6	25.8	13.4	37.4	0
شهریور ، ۱۳۹۶ 23 Aug- 22 Sep, 2017	13.2	32.4	22.8	7.5	34.6	0

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل دو رقم لوبیا قرمز گلی (رونده و رشد نامحدود) و اختر (ایستاده و رشد محدود)، پنج نسبت کودی (۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ درصد کود دامی:کود شیمیایی) و چهار سطح زئولیت (عدم مصرف زئولیت و مصرف ۳، ٦ و ۹ تن در هکتار) بود. زئولیت مورد استفاده از کارخانه زئولیت سمنان با نام شابازیت طبیعی با فرمول اکسید $Ca_2[(AlO_2)_4(SiO_2)_{40}].24H_2O$ تهیه گردید. کود دامی از منبع کود گوسفندی پوسیده و کود شیمیایی از منبع اوره بود. نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (جدول ۲) و کود گوسفندی مورد آزمایش (جدول ۳) نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 2. Physicochemical traits of farm soil (0-30 cm)

سال Year	کربن آلی (درصد) O.C (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) P (ppm)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS/m)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Balk density (g.cm-3)	بافت خاک Soil texure
۱۳۹۵ 2016	0.35	0.033	9.3	95	7.7	0.55	1.15	لوم شنی Sandy loam
۱۳۹٦ 2017	0.37	0.034	11.2	67	7.8	0.60	1.15	لوم شنی Sandy loam

جدول ۳- نتایج تجزیه کود گوسفندی

Table 3. Sheep Fertilizer traits

ماده آلی (درصد) Organic mater (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) P (ppm)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K(ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS/m)	درصد رطوبت Humidity (%)
69.2	1.26	0.63	1.51	7.74	2.82	1.25

قبل از کاشت، عملیات تهیه زمین شامل شخم سطحی با چیزل، تسطیح به وسیله ماله در حد مطلوب انجام شد. بر اساس آزمون خاک، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار نیتروژن از منبع کود اوره و ۲۰ تن در هکتار کود دامی (کود گوسفندی پوسیده) (۲٤) مصرف شد. در هر کرت آزمایشی با مساحت ۱۰ متر مربع، نیمی از کود اوره و تمام کود گوسفندی و زئولیت پس از پخش در سطح کرت بر اساس سطوح تیمار کودی، توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. نیم دیگر کود اوره بر اساس تیمارها، در مرحله رشد سریع به‌صورت سرک مصرف شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر به طول ٤ متر با فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر (تراکم ۲۰ بوته در متر مربع) برای دو رقم مورد آزمایش در نظر گرفته شد. فاصله

کرت‌ها از یکدیگر ۱ متر و فاصله تکرارها از یکدیگر ۲ متر بود. بذر دو رقم مورد بررسی از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. تاریخ کاشت، هفته اول خرداد ماه هر سال بود. در طول دوره رشد گیاه، مراقبت‌ها و عملیات زراعی لازم شامل آبیاری و وجین دستی علف‌های هرز به نحو مطلوب انجام گردید. آبیاری به‌صورت هفتگی و به‌روش نشتی انجام شد. برداشت محصول طی دو سال، به‌ترتیب در ۲۸ و ۳۰ شهریور ماه زمانی‌که ۹۰ درصدغلاف‌ها زرد و رطوبت دانه‌ها به حدود ۱۲درصد رسید، صورت پذیرفت.

در مرحله گلدهی نمونه‌هایی از برگ‌های جوان ۵ بوته از هر کرت جهت انجام آنالیزهای بیوشیمیایی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید و سنجش میزان قندهای محلول غیرساختاری (۲۵)، کاتالاز (۲۶) و پراکسیداز (۲۷) صورت گرفت. در زمان برداشت اجزای عملکرد دانه شامل تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه روی ۵ بوته اندازه‌گیری گردید. عملکرد دانه سه ردیف وسط هر کرت آزمایشی با رعایت یک چهارم متر حاشیه از طرفین اندازه‌گیری شد. همچنین، نمونه‌هایی ۱۰۰ گرمی از دانه هر کرت جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین (۲۸) استفاده شد. عملکرد پروتئین از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین، به‌منظور برآورد مقدار پروتئین گیاهی قابل برداشت از مزرعه به‌دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD با نرم افزار Excel در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

قندهای محلول غیرساختاری: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که مقدار قندهای محلول غیرساختاری به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال، کود دامی و زئولیت و برهمکنش دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی و برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی قرار گرفت (جدول ٤). میانگین کربوهیدرات‌های محلول در سال اول ٦/٧٠ میلی گرم بر گرم و در سال دوم ۵/۸۹ میلی گرم بر گرم بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵). شرایط مناسب دمایی برای رشد بیشتر در سال دوم را می‌توان عامل این برتری دانست (جدول ۱). با افزایش مصرف زئولیت از کربوهیدرات‌های محلول کاسته شد و از ۷/۸ میلی گرم بر گرم در تیمار شاهد به ۵/۵ میلی گرم بر گرم در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵). دلیل کاهش در مقدار کربوهیدرات‌های محلول را می‌توان به نقش زئولیت در ایجاد شرایط مناسب از نظر آب و عناصر غذایی و در نتیجه رفع تنش برای گیاه نسبت داد که موجب می‌شود نیاز گیاه به تنظیم اسمزی برای تعدیل تنش کاهش یابد (٤).

مقایسه میانگین کربوهیدرات‌های محلول در سطوح برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی نشان داد در سال اول، بیشترین کربوهیدرات‌های محلول (۸/۰۷ میلی گرم بر گرم) از رقم گلی در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی به‌دست آمد و کمترین آن (۵/۳٤ میلی گرم بر گرم) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد. در سال دوم، بیشترین کربوهیدرات‌های محلول (۸/٦۵ میلی گرم بر گرم) از رقم اختر در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی به‌دست آمد و کمترین آن (۱/۷٦ میلی گرم بر گرم) از رقم گلی در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد مصرف خالص کود دامی نتوانسته نیاز گیاه به نیتروژن را تأمین نماید و گیاه قادر به تبدیل قندهای ساده به قندهای پیچیده یا دیگر ترکیبات نشده است (۸).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورفوفیزیولوژیک لوبیا قرمز

Table 4. Combined analysis of variance of morphophysiological traits in red bean

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S									
			کربوهیدرات-ها	پراکسیداز	کاتلاز	ارتفاع بوته	ارتفاع اولین غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد پروتئین
			Sugar	Proxidase	Catalase	Plant height	First pod height	Seed No. per plant	Handred -seed weight	Seed yield	Harvest index	Protein yield
سال	Year (Y)	1	39.4**	5.95**	5.86**	1528**	492.4**	5619**	1379**	1162598**	93.22**	44390**
تکرار در سال	Replication (Y)	4	0.3007	0.035	0.012	5.901	0.137	6.092	4.920	4822	2.36	470.2
رقم	Variety (V)	1	270.8 ns	58 ns	0.615 ns	7918 ns	346.7*	715 ns	8425 ns	2930902 ns	466.7*	144293 ns
کود دامی	Fertilizer (F)	4	70.3*	8.43 ns	11.3**	2786**	6.574*	3059*	2692**	1615783*	127.2**	92230**
زئولیت	Zeolite (Z)	3	28.6**	1.59*	0.065*	164.4*	0.484 ns	253.8*	158.3**	116818**	10.1*	6569
سال× رقم	Y*V	1	146.2**	15.04**	13.8**	58.4*	0.430 ns	367.7**	186.8**	675220**	0.183 ns	36832**
سال× کود دامی	Y*F	4	9.26**	1.569**	0.67**	169.7**	0.785 ns	317.7**	159.8**	139474**	7.434**	1567*
سال× زئولیت	Y*Z	3	0.101 ns	0.097 ns	0.007 ns	10.61 ns	0.07 ns	13.23 ns	4.81 ns	1678.7 ns	0.446 ns	1020 ns
رقم × کود دامی	V*F	4	8.927 ns	2.103 ns	0.496 ns	85.7 ns	0.287 ns	141.9 ns	98.4 ns	106498 ns	5.745 ns	6297 ns
رقم × زئولیت	V*Z	3	0.267 ns	0.074 ns	0.008 ns	2.95 ns	0.111 ns	3.43 ns	2.04 ns	1243 ns	0.344 ns	13.6 ns
کود دامی × زئولیت	F*Z	12	0.267 ns	0.131 ns	0.058**	17.8*	0.216 ns	17.58 ns	15.5*	10321 ns	2.40 ns	777 ns
سال× رقم × کود دامی	Y*V*F	4	7.552**	1.037**	1.108**	244**	0.612 ns	294**	246**	158735**	10.6**	8131**
سال × رقم × زئولیت	Y*V*Z	3	0.098 ns	0.024 ns	0.009 ns	0.970 ns	0.022 ns	0.855 ns	3.03 ns	2243 ns	0.544 ns	19.2 ns
سال× کود دامی × زئولیت	Y*F*Z	12	0.517 ns	0.053 ns	0.026 ns	6.370 ns	0.208 ns	8.080 ns	5.78 ns	4543 ns	1.465 ns	356 ns
رقم × کود دامی × زئولیت	V*F*Z	12	0.569 ns	0.089 ns	0.016 ns	13.5**	0.308**	11.02**	5.796*	3613*	0.806 ns	430 ns
سال× رقم× کود دامی×زئولیت	Y*V*F*Z	12	0.361 ns	0.037 ns	0.007 ns	1.78 ns	0.069 ns	2.591 ns	2.079 ns	1391 ns	0.474 ns	304 ns
خطا	Error	156	0.835	0.098	0.023	8.62	0.260	11.49	5.42	4085	1.177	513
ضریب تغییرات	CV	(%)	9.085	13.86	7.993	14.42	11.56	14.8	12.2	18.1	15.35	15.7

* و ** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

*and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

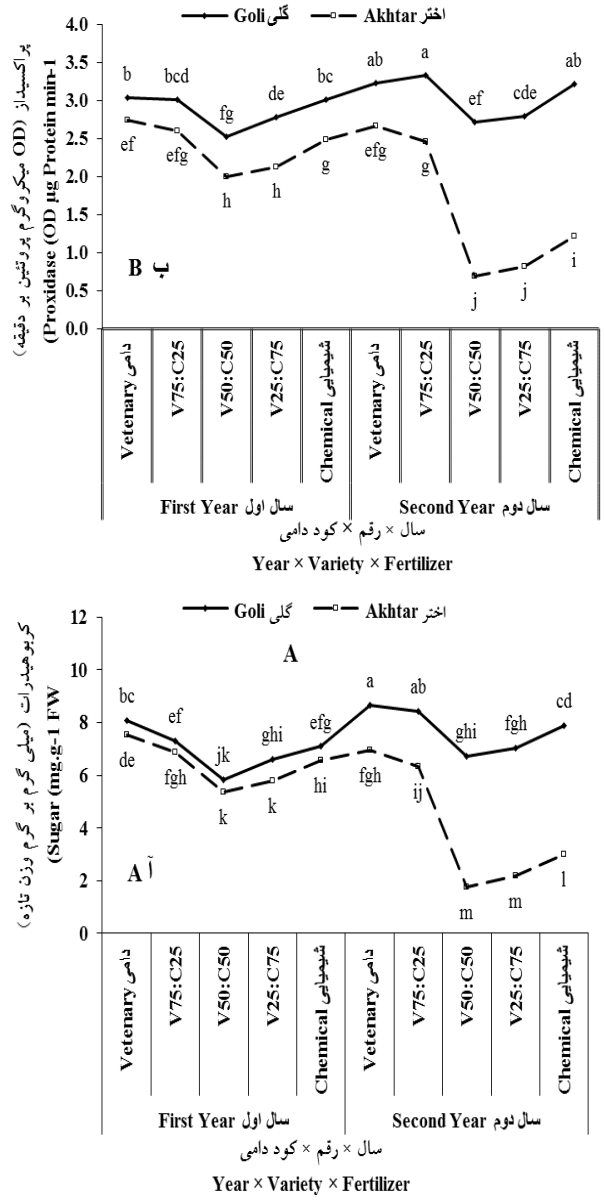
جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سال، رقم، کود و زئولیت بر صفات مورفوفیزیولوژیک لوبیا قرمز

Table 5. Mean comparison of cultivar, fertilizer and Zeolite of morpho-physiological traits in red bean

تیمار Treatments		کروهیدرات‌ها Carbohydrates (mg.g-1 FW)	پراکسیداز Proxidase (OD µg protein min-1)	کاتالاز Catalase (OD µg protein min-1)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	ارتفاع اولین غلاف First pod height (cm)	تعداد دانه در بوته Seed No. per plant	وزن صد دانه Handred Seed Weight (gr)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha-1)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha-1)
سال Year	۲۰۱۶ ۱۳۹۵	6.70[a]	2.62[a]	2.02[a]	63.9[b]	6.43[b]	26.56[b]	34.41[b]	2188[b]	38.80[b]	481.5[b]
	۲۰۱۷ ۱۳۹۶	5.89[b]	2.31[b]	1.75[b]	68.9[a]	9.30[a]	36.24[a]	39.20[a]	2328[a]	40.04[a]	508.7[a]
رقم Variety	گلی Goli	7.36	2.96	2.37	72.1	9.072[a]	29.68	30.89	2148	38.03[b]	470.66
	اختر Akhtar	5.23	1.98	1.41	60.7	6.67[b]	33.13	42.74	2369	40.8[2a]	519.70
کود دامی-شیمیایی Fertilizer Manure-Chemical	۱۰۰-۰ 100-0	7.800[a]	2.917[a]	2.16[a]	55.5[d]	7.380[d]	20.36[e]	26.10[e]	2007[e]	37.10[e]	434.1[d]
	۷۵-۲۵ 75-25	7.231[b]	2.846[a]	2.21[a]	62.1[c]	7.592[c]	26.37[d]	32.54[d]	2138[d]	38.49[d]	466.1[d]
	۵۰-۵۰ 50-50	4.917[e]	1.977[d]	1.49[d]	73.7[a]	8.201[a]	39.42[a]	44.11[a]	2447[a]	41.07[a]	536.4[a]
	۲۵-۷۵ 25-75	5.403[d]	2.125[c]	1.65[c]	72.5[a]	8.198[a]	37.77[b]	42.74[b]	2398[b]	40.63[b]	530.0[a]
	۰-۱۰۰ 0-100	6.132[c]	2.477[b]	1.91[b]	68.2[b]	7.979[b]	33.09[c]	38.53[c]	2301[c]	39.82[c]	509.1[b]
	LSD (5%)	**0.369**	**0.126**	**0.085**	**1.18**	**0.206**	**1.36**	**0.939**	**0.939**	**0.4376**	**9.139**
زئولیت Zeolite	شاهد Control	7.155[a]	2.680[a]	2.051[a]	64.2[c]	7.743[b]	28.6[c]	34.66[c]	2199[c]	38.85[b]	480.7[c]
	۳ تن در هکتار 3 tons.ha^{-1}	6.439[b]	2.453[b]	1.89[b]	66.2[b]	7.888[ab]	31.1[b]	36.65[b]	2253[b]	39.40[a]	495.2[b]
	۶ تن در هکتار 6 tons.ha^{-1}	6.092[c]	2.460[b]	1.85[b]	67.1[ab]	7.896[ab]	32.4[a]	37.41[a]	2279[a]	39.64[a]	499.3[ab]
	۹ تن در هکتار 9 tons.ha^{-1}	5.501[d]	2.282[c]	1.74[c]	68.1[a]	7.953[a]	33.3[a]	38.51[a]	2301[a]	39.79[a]	505.3[a]
	LSD (5%)	**0.33**	**0.113**	**0.076**	**1.05**	**0.184**	**1.223**	**0.84**	**23.0**	**0.3914**	**8.175**

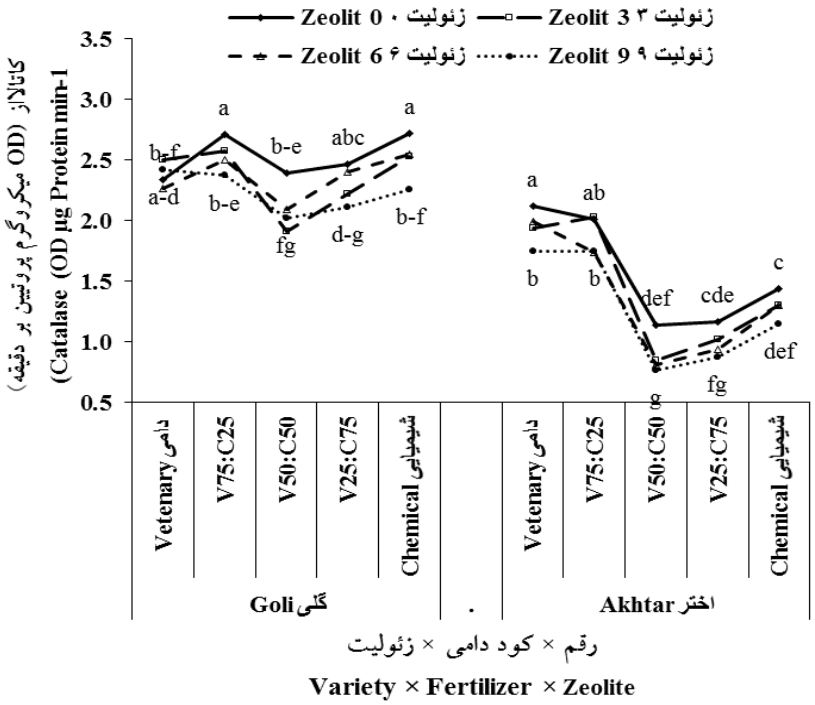
در هر ستون میانگینها با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different (LSD at 5%)



شکل ۱- مقایسه میانگین کربوهیدرات و پراکسیداز تحت برهمکنش سال در رقم در کود دامی در لوبیا قرمز. سال اول و دوم: به‌ترتیب سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶؛ V:C: به‌ترتیب ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ کود تلفیقی دامی:شیمیایی. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ د هستند.

Figure 1. Mean comparison of sugar and proxidase as affected by year × variety × fertilizer in red bean. First and Second Year: 2016 and 2017, respectively; V:C: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 manure:chemical fertilizer ratio, respectively. Means followed by similar letter(s) are not significantly different (LSD 5%).



شکل ۲- مقایسه میانگین کاتالاز تحت برهمکنش رقم در کود دامی در زئولیت به‌روش برش‌دهی برای رقم در لوبیا قرمز. V:C: به‌ترتیب ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ کود تلفیقی دامی:شیمیایی؛ میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ هستند.

Figure 2. Mean comparison of catalase as affected by variety × fertilizer × Zeolite by sliced for variety in red bean. V:C: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 manure:chemical fertilizer ratio, respectively; Means followed by similar letter(s) are not significantly different (LSD 5%).

علاوه بر این ملاحظه می‌شود که اختلاف میان دو رقم در سطوح کود دامی در سال اول تقریباً یکسان بود، اما در سال دوم رقم اختر با افزایش ۵۰ درصد یا بیشتر کود شیمیایی، کاهش بیشتری نسبت به رقم گلی نشان داد.

آنتی اکسیدان‌ها: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که آنزیم پراکسیداز اندام هوائی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال و زئولیت؛ برهمکنش دوگانه سال در رقم و سال در کود دامی و برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی قرار گرفت و آنزیم کاتالاز اندام هوائی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال و زئولیت؛ برهمکنش دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی و کود دامی در زئولیت و برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی و رقم در کود دامی در زئولیت قرار گرفت (جدول ٤). در میان سطوح کود دامی، بیشترین مقدار پراکسیداز و کاتالاز اندام هوایی از مصرف خالص کود دامی (به‌ترتیب ۲/۹۲ و ۲/۱۷ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) و کمترین آن از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۱/۹۸ و ۱/۵۰ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) حاصل شد (جدول ۵). با افزایش مصرف زئولیت از پراکسیداز و کاتالاز اندام هوایی کاسته شد و به‌ترتیب از ۲/٦۸ و ۲/۰۱ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه در تیمار شاهد به‌ترتیب به ۲/۲۸ و ۱/۷۵ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵).

مقایسه میانگین پراکسیداز اندام هوایی در سطوح برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی نشان داد

در سال اول، بیشترین مقدار پراکسیداز اندام هوایی (۳/۰۳ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی به‌دست آمد و کمترین آن (۱/۹۹ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد. در سال دوم، بیشترین پراکسیداز اندام هوایی (۳/۳۳ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در تیمار ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی به‌دست آمد و کمترین آن (۰/٦۹ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۱). ملاحظه می‌شود که اختلاف میان دو رقم در سطوح کود دامی در سال اول تقریباً یکسان بود، اما در سال دوم رقم اختر با افزایش ۵۰ درصد یا بیشتر کود شیمیایی، کاهش بیشتری نسبت به رقم گلی نشان داد (۵).

مقایسه میانگین کاتالاز اندام هوایی در سطوح برهمکنش سه‌گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشان داد در رقم گلی، بیشترین کاتالاز اندام هوایی (۲/۷۲ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت به‌دست آمد و کمترین آن (۱/۹۱ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و سه تن در هکتار زئولیت حاصل شد. در رقم اختر، بیشترین کاتالاز اندام هوایی (۲/۱۲ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و سه تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (۰/۷٦ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و نه تن در هکتار زئولیت حاصل شد (شکل ۲). ملاحظه می‌شود که اضافه نمودن ۵۰ درصد یا بیشتر کود شیمیایی به کود دامی، موجب کاهش شدید کاتالاز اندام هوایی در رقم اختر نسبت به گلی شد.

افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گلرنگ بهاره تحت تأثیر مصرف بالای کود فسفر در تیمار عدم به کارگیری کود زیستی و بروز تنش در مراحل رشد رویشی و زایشی توسط حشمتی و همکاران (۲۰۱٦) گزارش شده است (٦). زئولیت به‌دلیل توانایی در جذب و نگهداری رطوبت موجود در خاک (۲۰) و تأمین متعادل عناصر غذایی (۱۵) موجب ممانعت از بروز تنش خشکی و غذایی و لذا کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز شد (۲۱، ۲۲، ۲۳).

ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی و رقم در کود دامی در زئولیت قرار گرفت و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال و برهمکنش سه‌گانه رقم در کود دامی در و زئولیت قرار گرفت (جدول ٤). میانگین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین در سال اول به‌ترتیب ٦۳/۹ و ٦/٤۳ سانتی‌متر و در سال دوم به‌ترتیب ٦۹/۰ و ۹/۳۰ سانتی‌متر بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵). رشد و در نتیجه ارتفاع بیشتر در سال دوم می‌تواند ناشی از شرایط مناسب‌تر دمایی از نظر دمای حداکثر کمتر نسبت به سال اول باشد (جدول ۱). در میان ارقام، رقم گلی به‌طور معنی‌داری از ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین بیشتری نسبت به رقم اختر (به‌ترتیب ۹/۰۷ و ٦/٦۷ سانتی‌متر) برخوردار بود، که ناشی از اثر ژنتیکی در این رقم است و صفتی مطلوب برای برداشت مکانیزه به‌شمار می‌رود (جدول ۵). در میان سطوح کود دامی، بیشترین ارتفاع بوته از تیمار ۵۰:۵۰ یا ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۷۳/۸ و ۷۲/٦ سانتی‌متر) بدون تفاوت معنی‌دار به‌دست آمد و بیشترین ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین مشترکاً از تیمار ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی (۸/۲ سانتی‌متر) بدون تفاوت معنی‌دار حاصل شد (جدول ۵). با افزایش مصرف زئولیت بر ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین افزوده شد و به‌ترتیب از ٦٤/۳ و

۷/۷٤ در تیمار شاهد بـه ٦٨/٢ و ۷/۹۵ سـانتی‌متـر در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵).

مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح بـرهمکنش سه‌گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشان داد در رقم گلی، بیشترین ارتفاع بوتـه و ارتفـاع اولـین غلـاف از سطح زمین (به‌ترتیب ۷۹/۷ و ۹/۵ سانتی‌متر) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تـن در هکتـار زئولیـت بدسـت آمـد و کمتـرین آن (بـه‌ترتیـب ۵۸/٤ و ۸/٤ سـانتی‌متـر) از تیمـار ۰:۱۰۰ دامی:شـیمیایی و عـدم مصرف زئولیت حاصل شد. در رقـم اختـر، بیشـترین ارتفـاع بوتـه و ارتفـاع اولـین غلـاف از سـطح زمـین (بـه‌ترتیـب ۷۰/٤ و ۷/۳ سـانتی‌متـر) از تیمـار ۵۰:۵۰ دامی: شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیـت بدسـت آمد و کمترین آن (به‌ترتیب ٤٦/٨ و ۵/۸ سانتی‌متر) از تیمار تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و سه تـن در هکتـار زئولیت بدون تفاوت معنی‌دار با عدم مصرف زئولیـت حاصل شد (شکل ٤).

ملاحظه می‌شود که در هر دو رقم لوبیـا، مصـرف تلفیقـی کودهـای دامـی و شـیمیایی تـوأم بـا کـاربرد زئولیت ارتفاع گیاه و ارتفاع اولـین غلـاف بیشـتری را تولید نمـوده اسـت. در رقـم رونـده گلـی، در تیمـار مصرف خـالص کـود دامـی، کـاربرد زئولیـت تقریبـاً توانسته است همانند کود شیمیایی ارتفـاع گیـاه را بـه میزان معنی‌داری افزایش دهـد؛ امـا در دیگـر سـطوح تیماری، تغییرات کمتـر بـود، و در رقـم رونـده گلـی نسبت به رقم اختر در تمـام سـطوح تیمـاری، ارتفـاع اولین غلاف بالاتری داشت (شکل ٤).

پیش از این نیز افزایش در ارتفـاع گیـاه نخـود بـا مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی (١٤) گزارش شده است. کود دامی علاوه بر تـأمین عناصـر غـذایی نظیر نیتروژن در افـزایش هورمـون‌هـای تنظـیم‌کننـده رشـد، افـزایش ظرفیـت نگهـداری عناصـر غـذایی و همچنین افزایش فعالیت ریزجانداران مفید مؤثر بوده و سبب افـزایش رشـد و ارتفـاع گیـاه مـی‌گـردد (۲۹). همچنین، در آزمایشی مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار موجب افـزایش رشـد طـولی لوبیـا گردیـد، زیـرا بـا جایگزینی کلسـیم بـه جـای آمونیـوم و پتاسـیم روی مکان‌های تبادلی زئولیت، علـاوه بـر تـأمین پتاسـیم و آمونیوم مورد نیاز گیاه، باعـث حـل شـدن کـانی‌هـای فسفره و افزایش غلظت فسفر در محلول خاک شده و در نتیجه باعث دسترسی بیشتر گیاه لوبیا بـه برخـی از عناصر می‌شود (۳۰). نتایج دیگر تحقیقـات در مـورد نقش کاربرد زئولیت در افزایش ارتفاع بوته بـه‌ترتیـب در لوبیا (١٦، ١٩) و کلزا (١٥) مؤید این نتایج است.

اجزای عملکرد و عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشـان داد کـه اجـزای عملکـرد شـامل تعداد دانه در بوته و وزن صـد دانـه و عملکـرد دانـه به‌طور معنی‌داری تحـت تـأثیر سـال در رقـم در کـود دامی و رقم در کـود دامـی در زئولیـت قـرار گرفـت (جدول ٤). میانگین تعداد دانه در بوته، وزن صد دانـه و عملکرد دانه در سال اول به‌ترتیب ٢٦/٦ دانه، ٣٤/٤ گـرم و ۲۱۸۸ کیلـوگرم در هکتـار و در سـال دوم به‌ترتیب به ٣٦/٢ دانه، ٣٩/٢ گرم و ۲۳۲۸ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنـی‌داری افـزایش یافـت (جـدول ۵). به‌نظر می‌رسد، شرایط دمایی مناسب‌تـر در سـال دوم، به‌ویژه دمای حداکثر کمتر، منطبق با دماهای کاردینـال جهت افزایش اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه بوده است (جدول ۱).

مقایسه میـانگین تعـداد دانـه در بوتـه در سـطوح برهمکنش سه‌گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشـان داد در رقم گلی، بیشترین تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه (به‌ترتیب ۳۷/۸ دانه، ۳۸/٤ گـرم و ۲۳٤۱ کیلـوگرم در هکتـار) از تیمـار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتـار زئولیـت بدسـت آمد و کمترین آن (به‌ترتیب ١٦/٨ دانـه، ۱۸/۰ گـرم و ١٨٦٨ کیلـوگرم در هکتـار) از تیمـار ۰:۱۰۰ دامـی:

شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد. در رقم اختر، بیشترین تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه (به‌ترتیب ٤٤/٣ دانه، ٥٢/٤ گرم و ٢٦٣٠ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ٥٠:٥٠ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت به‌دست آمد و کمترین تعداد دانه در بوته (به‌ترتیب ١٨/٨ دانه) از تیمار ١٠٠:٠ دامی:شیمیایی و سه تن در هکتار زئولیت بدون تفاوت معنی‌دار با عدم مصرف زئولیت حاصل شد، اما کمترین وزن صد دانه و عملکرد دانه (به‌ترتیب ٢٩/٧ گرم و ٢٠٣٧ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ١٠٠:٠ دامی:شیمیایی عدم مصرف زئولیت مشاهده شد (شکل ٤). ملاحظه می‌شود که تیمار ٢٥:٧٥ دامی:شیمیایی در رقم گلی نسبت به اختر نتایج بهتری در بر داشت، اما تیمار ٥٠:٥٠ دامی:شیمیایی در رقم اختر نسبت به گلی بهبود زیادی در عملکرد دانه ایجاد نمود. این نتایج نشان می‌دهد که در هر دو رقم لوبیا، مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی توأم با کاربرد زئولیت عملکرد دانه بیشتری را تولید نموده است. پیش از این نیز افزایش در عملکرد دانه با مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی (٣٢) و زئولیت (٣٣) گزارش شده است. رقم ایستاده اختر نسبت به رقم رونده گلی از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود که دلیل آن برتری این رقم از نظر تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه بیشتر در تیمار تلفیق کود دامی و شیمیایی و مصرف زئولیت بود.

کاربرد کود دامی سبب افزایش جمعیت میکروب‌های مفید خاک شده و از این طریق بر فراوانی و جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه لوبیا اثر می گذارد (٣٤). افزایش در عملکرد دانه نخود با مصرف کود دامی (٧، ٨، ٩)، لوبیا چشم‌بلبلی (١٣)، کلزا (١١)، سویا (٣، ١٤)، جو (١٠) پیش از این گزارش شده است. قلاوند و همکاران (٢٠١٣) گزارش دادند کاربرد کودهای شیمیایی + ٢٠ تن کود دامی + کمپوست در نخود موجب افزایش عملکرد دانه شد (١٤).

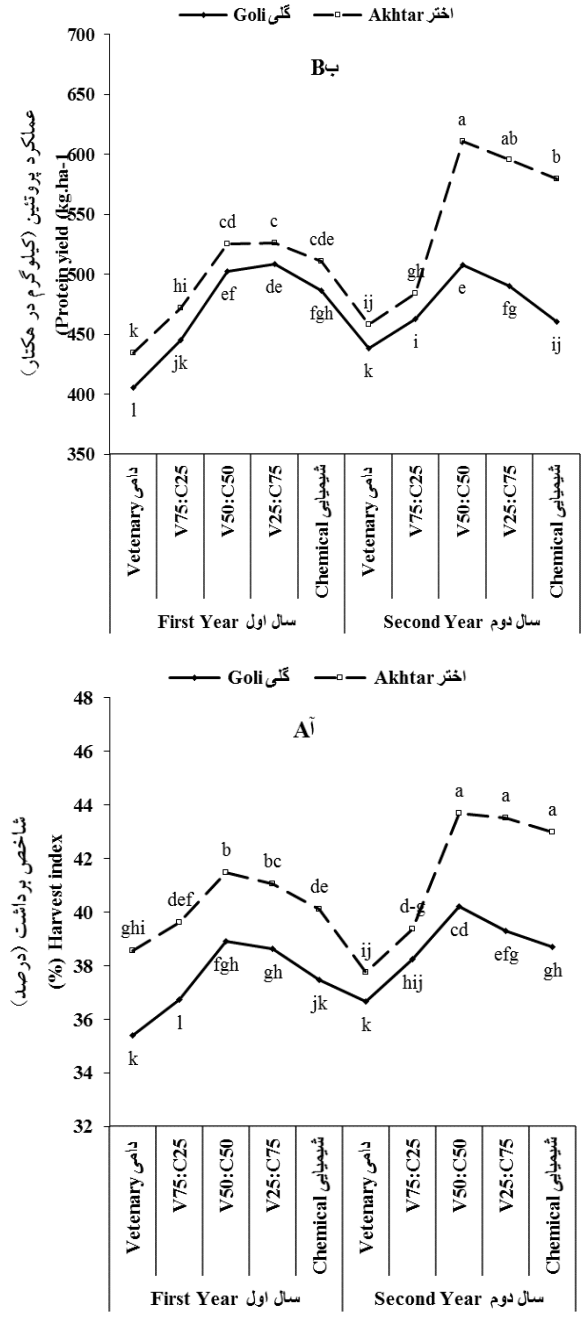
زئولیت با افزایش آب قابل دسترس گیاه سبب استفاده بهتر و مؤثرتر از آب و مواد غذایی در گیاه شده و نتیجه کاربرد زئولیت در سطوح مختلف باعث بهبود عملکرد دانه شد. جذب انتخابی و آزادسازی کنترل‌شده عناصر غذایی از زئولیت موجب می‌شود، هنگامی که این مواد به‌عنوان اصلاح‌کننده به خاک اضافه می‌شوند از طریق افزایش فراهمی طولانی مدت آب به بهبود رشد گیاه کمک کنند (١٦). با توجه به این که جهت تولید عملکرد بالا وجود آب کافی ضروری است، لذا کاربرد زئولیت سبب افزایش آب قابل دسترس گیاه به‌خصوص پیش از آبیاری مجدد و در نهایت سبب افزایش عملکرد دانه گردید. نتایج یک تحقیق نشان داد که اثر تنش آبی و مصرف زئولیت بر عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد معنی دار بود و در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ٨ تن زئولیت در هکتار مربوط بود (١٧). در آزمایشی دیگر نیز بیان شد که بین سطوح مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ٩ تن زئولیت در هکتار بود (١٨). زمانیان‌پور و همکاران (٢٠١٢) با کاربرد زئولیت در لوبیا قرمز شان دادند که تیمار ٣٠ تن در هکتار زئولیت سبب افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا شده و بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه درغلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه داشت (١٩).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال، کود دامی و زئولیت؛ و برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی قرار گرفت (جدول ٤). میانگین شاخص برداشت در سال اول ٣٨/٨٪ و در سال دوم ٤٠/٠٪

بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵)، که می‌تواند ناشی از کاهش دمای حداکثر و انطباق بهتر دما با دماهای کاردینال گیاه در طول دوره رشد در سال دوم باشد که اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه را بیشتر از عملکرد بیولوژیک بهبود بخشیده و در نهایت افزایش شاخص برداشت را در پی داشته است (جدول ۱). با افزایش مصرف زئولیت بر شاخص برداشت افزوده شد و از ۳۸/۹ درصد در تیمار شاهد به ۳۹/۸٪ در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵).

مقایسه میانگین شاخص برداشت در سطوح برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی نشان داد در سال اول، بیشترین شاخص برداشت (۴۱/۵٪) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی به‌دست آمد و کمترین آن (۳۵٪/۴) از رقم گلی در تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی حاصل شد. در سال دوم، بیشترین شاخص برداشت (۴۳/۷٪) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۳۶/۷٪) از رقم گلی در تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۳). ملاحظه می‌شود که اختلاف میان دو رقم در سطوح کود دامی در سال اول تقریباً یکسان بود، اما در سال دوم رقم اختر با افزایش ۵۰٪ یا بیشتر کود شیمیایی، برتری بیشتری نسبت به رقم گلی نشان داد. مشاهده می‌شود در هر دو رقم لوبیا، به تبعیت از عملکرد دانه، مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی شاخص برداشت بیشتری را نشان داد. رقم ایستاده اختر نسبت به رقم رونده گلی از شاخص برداشت بالاتری به‌ویژه در سال دوم برخوردار بود که علت آن می‌توان را برتری عملکرد دانه این رقم در تیمار تلفیق کود دامی و شیمیایی در سال دوم دانست. تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و در نتیجه سهم عملکرد دانه در تعیین شاخص برداشت با کاربرد کودهای آلی افزایش یافته که در نتیجه آن شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد (۹). افزایش در شاخص برداشت با مصرف کود دامی در نخود (۷، ۸، ۹)، ذرت (۲)؛ لوبیا چشم‌بلبلی (۱۳)، کلزا (۱۱)، سویا (۳، ۱۲)، جو (۱۰، ۳۱) پیش از این گزارش شده است. پیش از این نیز افزایش در شاخص برداشت با مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی (۳۲) و زئولیت (۳۳) گزارش شده است.

عملکرد پروتئین: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که عملکرد پروتئین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال و کود دامی؛ برهمکنش دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی، و برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی قرار گرفت (جدول ٤). میانگین عملکرد پروتئین در سال اول ٤٨٢ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم ۵۰۹ کیلوگرم در هکتار بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵). به‌عبارتی، افزایش عملکرد دانه در سال دوم، بهبود عملکرد پروتئین را به‌همراه داشته است. با افزایش مصرف زئولیت بر عملکرد پروتئین افزوده شد و از ٤٨١ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۵۰۵ کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵). افزایش در عملکرد پروتئین با کاربرد زئولیت پیش از این گزارش شده است (۱۹، ۳۳).

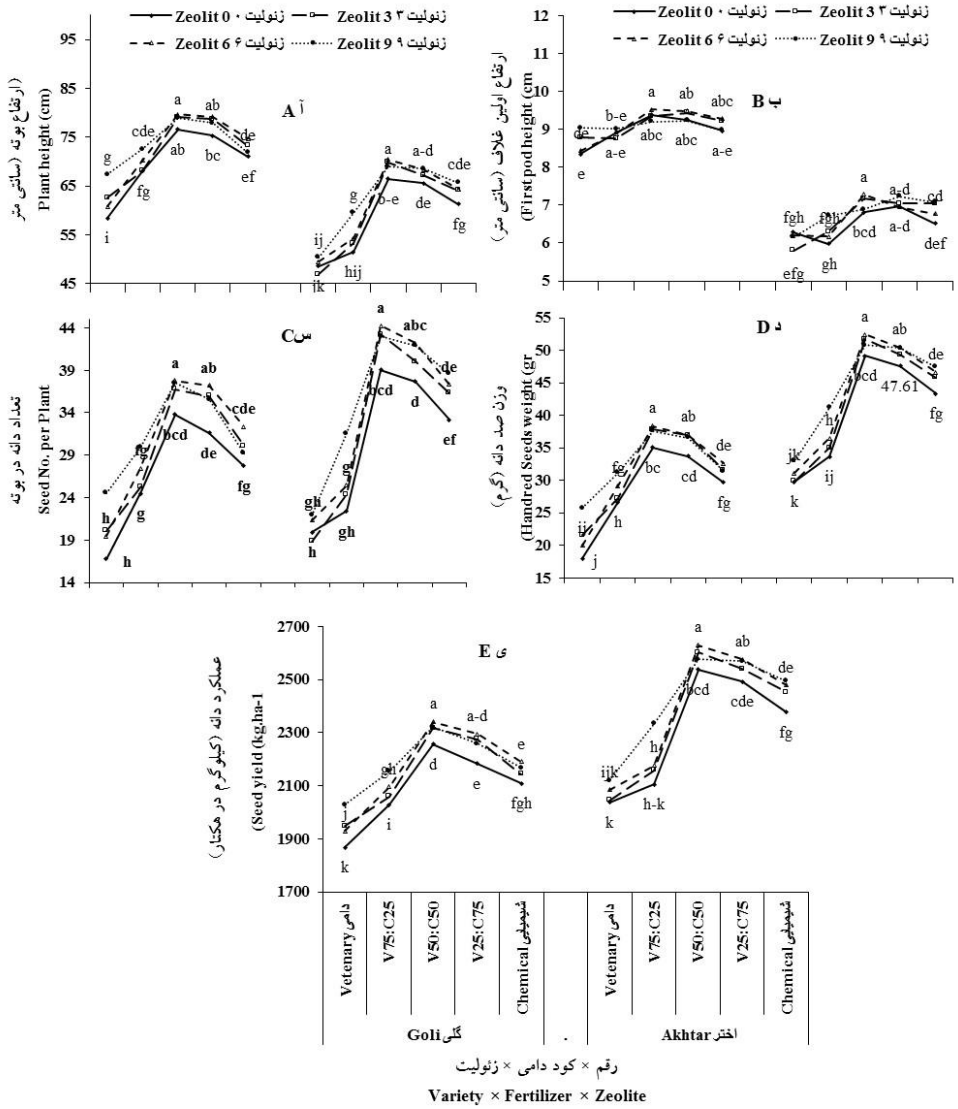


سال × رقم × کود دامی

Year × Variety × Fertilizer

شکل ۳- مقایسه میانگین شاخص برداشت و عملکرد پروتئین تحت برهمکنش سال در رقم در کود دامی. سال اول و دوم: به‌ترتیب سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶؛ V:C: به‌ترتیب ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ کود تلفیقی دامی:شیمیایی. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ هستند.

Figure 3. Mean comparison of harvest index and protein yield as affected by year × variety × fertilizer in red bean. First and Second Year: 2016 and 2017, respectively; V:C: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 manure:chemical fertilizer ratio, respectively. Means followed by similar letter(s) are not significantly different (LSD 5%).



شکل ٤- مقایسه میانگین ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه تحت برهمکنش رقم در کود دامی در زئولیت به‌روش برش‌دهی برای رقم در لوبیا قرمز. V:C: به‌ترتیب ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ کود تلفیقی دامی:شیمیایی. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ هستند.

Figure 4. Mean comparison of plant height, first pod height, seeds No. per plant, handred seeds weight,seed yield as affected by variety × fertilizer × Zeolite by sliced for variety in red bean. V:C: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 manure:chemical fertilizer ratio, respectively. Means followed by similar letter(s) are not significantly different (LSD 5%).

مقایسه میانگین عملکرد پروتئین در سطوح برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی نشان داد در سال اول، بیشترین عملکرد پروتئین (٥٢٦ کیلوگرم در هکتار) از رقم اختر در تیمار ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (٤٠٥ کیلوگرم در هکتار) از رقم گلی در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی حاصل شد. در سال دوم، بیشترین عملکرد پروتئین (٦١١ کیلوگرم در هکتار) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (٤٣٨ کیلوگرم در هکتار) از رقم گلی در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۳). ملاحظه می‌شود که اختلاف میان دو رقم در سطوح کود دامی در سال اول تقریباً یکسان بود، اما

در سال دوم رقم اختر با افزایش ۵۰٪ یـا بیشـتر کـود شیمیایی، برتری بیشتری نسبت به رقم گلی نشان داد.

افزایش در عملکرد پروتئین با مصرف کـود دامـی در نخود (۷، ۸، ۹)، ذرت (۲)؛ لوبیا چشم‌بلبلی (۱۳)، کلزا (۱۱)، سویا (۳، ۱۲)، جو (۱۰، ۳۱) پیش از ایـن گزارش شده است. همچنین، مصـرف تـوأم کودهـای شیمیایی و آلی سبب تسریع فرآینـد معـدنی شـدن و آزادسازی نیتروژن آلـی و افـزایش فراهمـی نیتـروژن معدنی برای گیاه می‌شود. در سیستم تلفیقی تغذیـه‌ای روی گیاهـان مختلـف نتـایج مشـابهی (۳۵، ۳۶، ۳۷) گزارش شده است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد با افزایش مصرف زئولیت از میزان قندهای محلول و آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاسته شـد. به‌عبارت دیگر مصرف زئولیت با کمک به تأمین کافی آب به‌ویژه پیش از آبیاری مجدد و عناصر غذایی، نیاز گیاه به تنظیم اسمزی و دفاع آنتی اکسیدانی را کـاهش داد. تیمـار تلفیقـی بـه‌ویـژه ۵۰:۵۰ دامی:شـیمیایی و کاربرد زئولیت در هر دو رقم گلـی و اختـر بیشـترین تعداد دانه در بوتـه، وزن صـد دانـه، عملکـرد دانـه و عملکرد پروتئین را به‌همراه داشت. در میان ارقام، رقم ایستاده اختر از قـدرت تنظـیم اسـمزی و دفـاع آنتـی اکسیدانی و در نهایت اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین بالاتری نسبت به رقم گلی برخوردار بود. در مجموع، رقـم اختـر همـراه بـا مصـرف کـود تلفیقی ۵۰:۵۰ دامی:شـیمیایی و شـش تـن در هکتـار زئولیت جهت دست‌یابی به حـداکثر عملکـرد دانـه و کاهش ۵۰ درصدی مصـرف کـود اوره قابـل توصـیه است.

References

1. Majnoon Hosseini, N. (2014). Cultivation and Production of Legumes (Legumes in Iran), Publications of Tehran University. Organization, 284 p. [In Persian]
2. Farhad, W., Saleem, M. F., Cheema, M. A. & Hammad, H. M. (2009). Effect of poultry Fertilizer levels on the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, *19*(3), 122-125.
3. Suryantini, B. (2014). Effect of lime, organic and inorganic fertilizer on nodulation and yield of soybean (*Glycine max* L.) varieties in Ultisol soils. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 2* (1), 78-83.
4. Heshmati, S., Amini Dehghi M. & Fathi Amirkhiz, K. (2016). The effect of chemical and biological phosphorus fertilizers on the activity of antioxidant enzymes and some biochemical traits of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Crop Production and Processing*, *6*(19), 203-213. [In Persian]
5. Mohammadi Dehbalaei, H., Tahmasabi, Z., Berari, M. & Aziznia, S. (2012). Effect of drought stress on antioxidant activity of black bean genotypes. The 17th National Congress and the 3rd International Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran, Kerman Shahid Bahonar University, 18 September 2012, P. 531. [In Persian]
6. Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Hwat Bing, S., Ding, L., Liu, Q., Liu, S. & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and Fertilizer on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geerma*, *158*, 173–180.
7. Mohammadi, Kh. Ghalavand, A., Aghaalikhani, M., Sohrabi, Y. & Heydari, Gh. R. (2009). The effectiveness of chickpea seed quality from different systems of increasing soil fertility. *Electronic Journal of Crop Production, 3*(1), 119-103. [In Persian]
8. Caliskan, S., Erdogan, C., Arslan, M. & Caliskan, M. E. (2013). Comparison of organic and traditional production systems in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turkish Journal Field Crops*, *18*, 34-29.

9. Elamin, A. Y. & Madhavi, K. (2015). Residual effect of integrated nutrient management on growth and yield parameters of rabi chickpea (*Cicer arietinum* L.) under cropping system. *American Journal of Scientific and Industrial Research, 6*(5), 103-109
10. Olesen, J. E., Askegaard, M. & Rasmussen, I. A. (2009). Winter cereal yields as affected by Fertilizer and green Fertilizer in organic arable farming. *European Journal of Agronmy, 30*, 119-128.
11. Karimi, F., Bahmanyar, M. A. & Shahabi, M. (2012). The effect of sulfur and Fertilizer application on oil, protein and some yield components of rapeseed in two calcareous soils. *Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Production, 22*(3), 71-84. [In Persian]
12. Raustaie, Kh., Movahhedi Dehnavi, M., Khadem, S. A. & Owliaie, H. R. (2012). Effect of different super absorbent polymer and animal Fertilizer ratios on the quantitative and qualitative characteristics of soybean under drought stress. *Journal of crops improvement, 14*(1), 42-33. [In Persian]
13. Olad, R. Fatuhi, F. & Siadat, S. A. A. (2012). The effect of biological, animal and chemical fertilizers on the quantitative and qualitative yield of cowpea in the climatic conditions of Dareh Shahr Valley. National Conference of non-operating defense in the agricultural sector, 5 pages. [In Persian]
14. Ghalavand, A. Mohammadi, Kh., Agha Alikhani, M., Sohrabi, Y. & Heydari, G. R. (2013). The effect of different organic and biological fertilizers on the yield and yield components of chickpeas. *Journal of Applied Crop Research, 94*(2), 41-49. [In Persian]
15. Shirani-Rad, A. H., Armand Pisheh, A. & Kazemian, H. (2014). Zeolites and Their Application in Agriculture. Public. Agricural education. 116 pages. [In Persian]
16. Habib Poor Kashefi, E., Gharineh, M. H., Shafeinia, A. R. & Roozrokh, M. (2017). Effect of Different Levels of Zeolite on Yield of Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Drought Stress in Kermanshah Climate Condition. *Plant Production Technology, 7*(28), 19-32. [In Persian]
17. Sibi, M., Mirzakhani, M. & Gomarian, M. (2011). Effect of water stress, taking zeolite and salicylic acid on yield and yield components of spring safflower. *New Findings of Agriculture, 5*(3), 275-290. [In Persian]
18. Mirzakhani, M. & Sibi, M. (2009). Response of saffron physiological traits to water stress and zeolite consumption. Summary of articles of the second national conference on agriculture and sustainable development, opportunities and challenges ahead. Islamic Azad University, Shiraz branch, Shiraz, Page 21. [In Persian]
19. Zamaninouri, A., Qashqais, A. & Hosseini Abri, S. (2012). The effect of zeolite on yield, yield components and protein content of red bean plant. The first national conference on sustainable development of agriculture with the application of agricultural model. Zarandieh, Iran. [In Persian]
20. Polite, E., Karuca, M., Demire, H. & Onus, N. (2004). Use of natural zeolite (clinopetiolite) in agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12*, 183-189.
21. Behboudi, F., Tahmasebi Sarvestani, Z., Zaman Kassaee, M., Modares Sanavi, S. A. M. & Sorooshzadeh, A. (2018). Improving growth and yield of wheat under drought stress via application of SiO2 nanoparticles. *Journal of Agricultural Science and Technology, 20*(7), 15-27. [In Persian]
22. Rezayian, M., Ebrahimzadeh, H. & Niknam, V. (2020). Nitric Oxide Stimulates Antioxidant System and Osmotic Adjustment in Soybean Under Drought Stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science 20(*3), 1122–1132.
23. Zhou, X., & Deng, X. (2007). Effect of post-drought rewatering on leaf photosynthetic characteristics and antioxidation in different wheat genotypes. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 27*(2), 278–285.

24. Bagheri, A. & Parsa, M. 2007. Legumes. Publications University of Mashhad. 187 p. [In Persian]
25. Kochert, G. (1978). Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Helebust, Journal of Agricultural Craig, J. S. (Ed): Handbook of Physiological Method, 56-97, Cambridge University Press, Cambridge.
26. Dhindsa, R. S., Dhindsa, P. & Thorpe, A. T. (1981). Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *Journal of Experimental Botany, 32*, 93 -101.
27. Mae-Adam, J. W. & Nelson Sharp, C. J. (1992). Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall Fescue. *Journal of Plant Physiology, 99*, 872-878.
28. Kjeldal S. E. (1998). An investigation of several psychological factors impinging on the perception of fresh fruits and vegetables. Unpublished Ph. D Thesis, University of New England, Australia.
29. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Dierman, P., Metzeger, J. D. & Lee, S. (2005). Effect of vermicompost on growth and marketable fruit of field grown tomato, peppers and strawberries. *Bioresource Technology, 47*,731-735.
30. Farhadi, D., Asghari, H. R., Amrian, M. R. & Abbaspour, A. (2017). Investigating the effect of zeolite and mycorrhiza on the absorption of nutrients and the yield of fodder corn variety 704. *Journal of soil biology*, *6*(2), 1-17. [In Persian]
31. Mirlohi, A. F., Bozhvar, N. & Basiri, M. (1999). The effect of nitrogen fertilizer amounts on the growth, yield and quality of fodder in three fodder sorghum hybrids. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, *2*,105-115. [In Persian]
32. Shirpukar, G. N., Kashid, N. V., Kamble, M. S., Pisal, A. A. & Sare, N. D. (2006). Effect of application of Zn, B and Mo on the yield and yield attributing characters of soybean. *Legume Research, 29*(4), 242-246.
33. Islam, M. R., Hu, Y., Mao, S., Mao, J., Enejid, A. E. & Xuea, X. (2011). Effectiveness of a water-saving super-absorbent polymer in soil water conservation for corn (*Zea mays* L.) based on eco-physiological parameters. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 91*, 1998–2005.
34. Najafi, N., Mustafaei M., Dabagh Mohammadi Nasab, A. & Ustan, Sh. (2010). The effect of animal Fertilizer and intercropping of corn with beans on the absorption of nutrients and yield of bean shoots and seeds. The 12th Congress of Soil Sciences of Iran. 12-14 September 2018. Tabriz. 1-5. [In Persian]
35. Alizadeh, A. & Ariana, L. (2018). Optimization of nitrogen and phosphorus consumption in sustainable corn cultivation using mycorrhiza and vermicompost. *New Findings of Agric*ulture, (3) 3, 303-316. [In Persian]
36. Akbari, P., Qalavand, A. & Mohammad Modares Sanavi, S. A. (2018). The effect of using different nutritional systems (organic, chemical, integrated) and biofertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) agricultural traits. *Journal of Sustainable Agriculture Research, 19*(1), 83-93. [In Persian]
37. Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Nagvi, A. A. & Khanuja, S. P. S. (2005). Effect of organic Fertilizers and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yied, nutrients accumulation, and oil quality of French basil. *Communication in soils and plant Analysis, 36*, 1737-1746.