

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

Amir kolaei¹, Masoud Rafiee^{2*}, Ali Khorgami¹, Kazem Taleshi¹

¹ Department of Agronomy, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

² Crop and Horticultural Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran, Email: rafieemasoud@yahoo.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Full Paper	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.
Article history: Received: 2023-8-12 Accepted: 2024-1-19	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.
Keywords: antioxidant enzymes photosynthetic pigments proline protein yield yield components	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



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

امیر کلانی^۱، مسعود رفیعی^{۲*}، علی خورگامی^۱، کاظم طالشی^۱

^۱ گروه زراعت، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران

^۲ بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

رایانامه: rafieemasoud@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: استفاده توأم از کودهای دامی و شیمیایی و استفاده از زئولیت در پرورش لوبیا می تواند 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 واکنش های بیوشیمیایی و عملکرد دو رقم لوبیا قرمز در پاسخ به ترکیب کود دامی و اوره به همراه زئولیت انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹	مواد و روش ها: آزمایشی به صورت فاکتوریل با سه فاکتور در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط اقلیمی شهرستان ازنا در استان لرستان در بهار ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اجرا شد. عامل ها شامل دو رقم لوبیا قرمز گلی (رونده و رشد نامحدود) و اختر (ایستاده و رشد محدود)، پنج نسبت کود دامی و شیمیایی (۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ درصد کود دامی:اوره) و چهار سطح زئولیت (عدم مصرف زئولیت و مصرف ۳، ۶ 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.
واژه های کلیدی: آنزیم های آنتی اکسیدان اجزای عملکرد پرولین رنگیزه های فتوسنتزی عملکرد پروتئین	یافته ها: 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 (به ترتیب ۷۹/۷ و ۹/۵ سانتی متر، ۳۷/۸ دانه، ۳۸/۴ گرم و ۲۳۴۱ کیلوگرم در هکتار) و اختر (به ترتیب ۷۰/۴ و ۷/۳ سانتی متر، ۴۴/۳ دانه، ۵۲/۴ گرم و ۲۶۳۰ 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 ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد؛ در حالی که 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 کربوهیدرات های محلول (۸/۰۷ میلی گرم بر گرم) و پراکسیداز اندام هوایی (۳/۰۳ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در

تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و بیشترین عملکرد پروتئین (۵۲۶ کیلوگرم در هکتار) از رقم اختر در تیمار ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی به دست آمد، اما در سال دوم، بیشترین کربوهیدرات‌های محلول (۸/۶۵ میلی گرم بر گرم) از رقم اختر در تیمار ۰:۱۰۰ 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 (به ترتیب 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)، ۵۹-۸۰.

DOI: 10.22069/ejcp.2024.21648.2597



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

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 به‌کارگیری کود زیستی موجب بروز تنش غذایی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گلرنگ بهاره گردید (۴).

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 کارایی 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 (۶).

افزایش درصد نیتروژن و پروتئین دانه نخود (۷)، 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 (۱۴).

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 (۱۶). 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

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).

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

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	مینیمم دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد) Min. Temp (°C)	مینیمم دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد) Max. Temp (°C)	دمای میانگین (درجه سانتی‌گراد) Mean. Temp (°C)	دمای حداقل سانتی‌گراد Act.Min. Temp (°C)	دمای حداکثر سانتی‌گراد Act.Max. Temp (°C)	بارندگی (میلی‌متر) 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 به صورت 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، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ درصد کود دامی: کود شیمیایی) و چهار سطح زئولیت (عدم مصرف زئولیت و مصرف ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار) بود. زئولیت نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایش (عمق ۰-۳۰ 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 سانتی متر مکعب) Bulk density (g.cm-3)	بافت خاک Soil texture
۱۳۹۵ 2016	0.35	0.033	9.3	95	7.7	0.55	1.15	لوم شنی Sandy loam
۱۳۹۶ 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

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 به صورت سرک مصرف شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر به طول ۴ متر با فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر (تراکم ۲۰ بوته در متر مربع) برای دو رقم مورد آزمایش در نظر گرفته شد. فاصله

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) (۲۴) مصرف شد. در هر کرت آزمایشی با مساحت ۱۰ متر مربع، نیمی از کود اوره و تمام کود گوسفندی و زئولیت پس از

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 به صورت هفتگی و به روش نشتی انجام شد. برداشت محصول طی دو سال، به ترتیب در ۲۸ و ۳۰ شهریور ماه زمانی که ۹۰ درصد غلاف‌ها زرد و رطوبت دانه‌ها به حدود ۱۲ درصد 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 حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین، به منظور برآورد مقدار پروتئین گیاهی قابل برداشت از مزرعه به دست 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 به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات

اصلی سال، کود دامی و ژنوتیپ و برهمکنش دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی و برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی قرار گرفت (جدول ۴). میانگین کربوهیدرات‌های محلول در سال اول ۶/۷۰ 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 ژنوتیپ 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 ژنوتیپ رسید (جدول ۵). دلیل کاهش در مقدار کربوهیدرات‌های محلول را می‌توان به نقش ژنوتیپ 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 (۴).

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 به دست آمد و کمترین آن (۵/۳۴ میلی گرم بر گرم) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد. در سال دوم، بیشترین کربوهیدرات‌های محلول (۸/۶۵ میلی گرم بر گرم) از رقم اختر در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی به دست آمد و کمترین آن (۱/۷۶ میلی گرم بر گرم) از رقم گلی در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۱). به نظر 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 ۴- 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	کاتالاز	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	1	39.4**	5.95**	5.86**	1528**	492.4**	5619**	1379**	1162598**	93.22**	44390**
تکرار در سال	4	0.3007	0.035	0.012	5.901	0.137	6.092	4.920	4822	2.36	470.2
رقم	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	4	70.3*	8.43 ^{ns}	11.3**	2786**	6.574*	3059*	2692**	1615783*	127.2**	92230**
ژئولیت	3	28.6**	1.59*	0.065*	164.4*	0.484 ^{ns}	253.8*	158.3**	116818**	10.1*	6569
سال × رقم	1	146.2**	15.04**	13.8**	58.4*	0.430 ^{ns}	367.7**	186.8**	675220**	0.183 ^{ns}	36832**
سال × کود دامی	4	9.26**	1.569**	0.67**	169.7**	0.785 ^{ns}	317.7**	159.8**	139474**	7.434**	1567*
سال × ژئولیت	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	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 × ژئولیت	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 × ژئولیت	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	4	7.552**	1.037**	1.108**	24.4**	0.612 ^{ns}	294**	246**	158735**	10.6**	8131**
سال × رقم × ژئولیت	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	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	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	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	156	0.835	0.098	0.023	8.62	0.260	11.49	5.42	4085	1.177	513
ضریب تغییرات	(%)	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

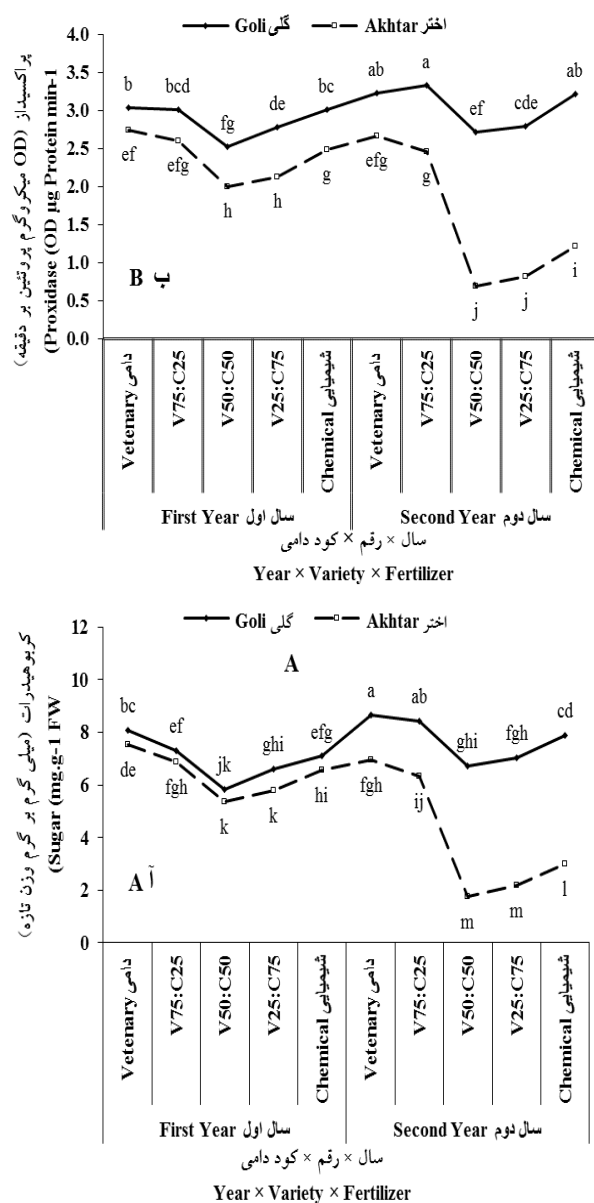
جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سال، رقم، کود و زهولیت بر صفات مورفوفیزیولوژیک لوبیا قرمز

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

تیمار Treatments	کربوهیدرات‌ها Carbohydrates (mg.g-l FW)	پراکسیداز Proxidase (OD µg protein min-l)	کاتالاز Catalase (OD µg protein min-l)	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- l)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha-1)
سال Year	2016 ۱۳۹۵	6.70 ^a	2.62 ^a	2.02 ^a	63.9 ^b	6.43 ^b	34.41 ^b	2188 ^b	38.80 ^b	481.5 ^b
	2017 ۱۳۹۶	5.89 ^b	2.31 ^b	1.75 ^b	68.9 ^a	9.30 ^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	30.89	2148	38.03 ^b	470.66
	اکتار Akhtar	5.23	1.98	1.41	60.7	6.67 ^b	42.74	2369	40.8 ^{2a}	519.70
کود دامی-شیمیایی Fertilizer Manure-Chemical	100-0 ۱۰۰-۰	7.800 ^a	2.917 ^a	2.16 ^a	55.5 ^d	7.380 ^d	26.10 ^e	2007 ^e	37.10 ^e	434.1 ^d
	75-25 ۲۵-۷۵	7.231 ^b	2.846 ^a	2.21 ^a	62.1 ^c	7.592 ^c	32.54 ^d	2138 ^d	38.49 ^d	466.1 ^d
	50-50 ۵۰-۵۰	4.917 ^c	1.977 ^d	1.49 ^d	73.7 ^a	8.201 ^a	44.11 ^a	2447 ^a	41.07 ^a	536.4 ^a
	25-75 ۷۵-۲۵	5.403 ^d	2.125 ^c	1.65 ^c	72.5 ^a	8.198 ^a	42.74 ^b	2398 ^b	40.63 ^b	530.0 ^a
	0-100 ۱۰۰-۰	6.132 ^c	2.477 ^b	1.91 ^b	68.2 ^b	7.979 ^b	38.53 ^c	2301 ^c	39.82 ^c	509.1 ^b
	LSD (5%)	0.369	0.126	0.085	1.18	0.206	0.939	0.939	0.4376	9.139
زهولیت Zeolite	شاهد Control	7.155 ^a	2.680 ^a	2.051 ^a	64.2 ^c	7.743 ^b	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}	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}	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	38.51 ^a	2301 ^a	39.79 ^a	505.3 ^a
	LSD (5%)	0.33	0.113	0.076	1.05	0.184	0.84	23.0	0.3914	8.175

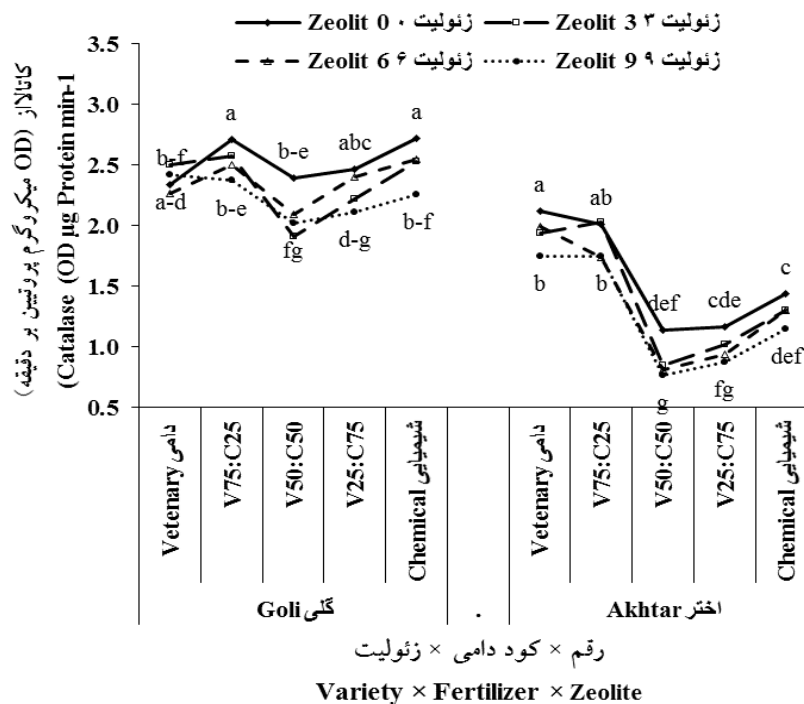
در هر ستون میانگینها با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

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: به ترتیب سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶؛ V:C: ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰؛ به ترتیب 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 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 ژئولیت به روش برش دهی برای رقم در لوبیا قرمز. V:C: به ترتیب ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، 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 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%).

دامی و رقم در کود دامی در ژئولیت قرار گرفت (جدول ۴). در میان سطوح کود دامی، بیشترین مقدار پراکسیداز و کاتالاز اندام هوایی از مصرف خالص کود دامی (به ترتیب ۲/۹۲ و ۲/۱۷ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) و کمترین آن از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی (به ترتیب ۱/۹۸ و ۱/۵۰ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) حاصل شد (جدول ۵). با افزایش مصرف ژئولیت از پراکسیداز و کاتالاز اندام هوایی کاسته شد و به ترتیب از ۲/۶۸ و ۲/۰۱ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه در تیمار شاهد به ترتیب به ۲/۲۸ و ۱/۷۵ واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه در بالاترین سطح ژئولیت رسید (جدول ۵).

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

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 هوایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال و ژئولیت؛ 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 هوایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال و ژئولیت؛ برهمکنش دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی و کود دامی در ژئولیت و برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود

رویشی و زایشی توسط حشمتی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شده است (۶). ژئولیت به دلیل 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 به طور معنی داری تحت تأثیر برهمکنش سه گانه سال در رقم در کود دامی و رقم در کود دامی در ژئولیت قرار گرفت و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین به طور معنی داری تحت تأثیر سال و برهمکنش سه گانه رقم در کود دامی در و ژئولیت قرار گرفت (جدول ۴). میانگین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین در سال اول به ترتیب ۶۳/۹ و ۶/۴۳ سانتی متر و در سال دوم به ترتیب ۶۹/۰ و ۹/۳۰ سانتی متر بود که تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵). رشد و در نتیجه ارتفاع بیشتر در سال دوم می تواند ناشی از شرایط مناسب تر دمایی از نظر دمای حداکثر کمتر نسبت به سال اول باشد (جدول ۱). در میان ارقام، رقم گلی به طور معنی داری از ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین بیشتری نسبت به رقم اختر (به ترتیب ۹/۰۷ و ۶/۶۷ سانتی متر) برخوردار بود، که ناشی از اثر ژنتیکی در این رقم است و صفتی مطلوب برای برداشت مکانیزه به شمار می رود (جدول ۵). در میان سطوح کود دامی، بیشترین ارتفاع بوته از تیمار ۵۰:۵۰ یا ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی (به ترتیب ۷۳/۸ و ۷۲/۶ سانتی متر) بدون تفاوت معنی دار به دست آمد و بیشترین ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین مشترکاً از تیمار ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی (۸/۲ سانتی متر) بدون تفاوت معنی دار حاصل شد (جدول ۵). با افزایش مصرف ژئولیت بر ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین افزوده شد و به ترتیب از ۶۴/۳ و

در سال اول، بیشترین مقدار پراکسیداز اندام هوایی (۳/۰۳) واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی به دست 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 به دست آمد و کمترین آن (۰/۶۹) واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از رقم گلی در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۱). ملاحظه می شود 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 سه گانه رقم در کود دامی در ژئولیت نشان داد در رقم گلی، بیشترین کاتالاز اندام هوایی (۲/۷۲) واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف ژئولیت به دست آمد و کمترین آن (۱/۹۱) واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و سه تن در هکتار ژئولیت 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 ژئولیت به دست آمد و کمترین آن (۰/۷۶) واحد میکروگرم پروتئین بر دقیقه) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و نه تن در هکتار ژئولیت حاصل شد (شکل ۲). ملاحظه می شود که اضافه نمودن ۵۰ درصد یا بیشتر کود شیمیایی به کود دامی، موجب کاهش شدید کاتالاز اندام هوایی در رقم اختر نسبت به رقم گلی شد.

افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در گلرنگ بهاره تحت تأثیر مصرف بالای کود فسفر در تیمار عدم به کارگیری کود زیستی و بروز تنش در مراحل رشد

۷/۷۴ در تیمار شاهد به ۶۸/۲ و ۷/۹۵ سانتی متر در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵).

مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح برهمکنش سه گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشان داد در رقم گلی، بیشترین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین (به ترتیب ۷۹/۷ و ۹/۵ سانتی متر) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (به ترتیب ۵۸/۴ و ۸/۴ سانتی متر) از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد. در رقم اختر، بیشترین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین (به ترتیب ۷۰/۴ و ۷/۳ سانتی متر) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (به ترتیب ۴۶/۸ و ۵/۸ سانتی متر) از تیمار تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و سه تن در هکتار زئولیت بدون تفاوت معنی دار با عدم مصرف زئولیت حاصل شد (شکل ۴).

ملاحظه می شود که در هر دو رقم لوبیا، مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی توأم با کاربرد زئولیت ارتفاع گیاه و ارتفاع اولین غلاف بیشتری را تولید نموده است. در رقم رونده گلی، در تیمار مصرف خالص کود دامی، کاربرد زئولیت تقریباً توانسته است همانند کود شیمیایی ارتفاع گیاه را به میزان معنی داری افزایش دهد؛ اما در دیگر سطوح تیماری، تغییرات کمتر بود، و در رقم رونده گلی نسبت به رقم اختر در تمام سطوح تیماری، ارتفاع اولین غلاف بالاتری داشت (شکل ۴).

پیش از این نیز افزایش در ارتفاع گیاه نخود با مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی (۱۴) گزارش شده است. کود دامی علاوه بر تأمین عناصر غذایی نظیر نیتروژن در افزایش هورمون های تنظیم کننده رشد، افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و همچنین افزایش فعالیت ریزجانداران مفید مؤثر بوده و

سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می گردد (۲۹). همچنین، در آزمایشی مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار موجب افزایش رشد طولی لوبیا گردید، زیرا با جایگزینی کلسیم به جای آمونیوم و پتاسیم روی مکان های تبدلی زئولیت، علاوه بر تأمین پتاسیم و آمونیوم مورد نیاز گیاه، باعث حل شدن کانی های فسفره و افزایش غلظت فسفر در محلول خاک شده و در نتیجه باعث دسترسی بیشتر گیاه لوبیا به برخی از عناصر می شود (۳۰). نتایج دیگر تحقیقات در مورد نقش کاربرد زئولیت در افزایش ارتفاع بوته به ترتیب در لوبیا (۱۶، ۱۹) و کلزا (۱۵) مؤید این نتایج است.

اجزای عملکرد و عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه و عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر سال در رقم در کود دامی و رقم در کود دامی در زئولیت قرار گرفت (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه در سال اول به ترتیب ۲۶/۶ دانه، ۳۴/۴ گرم و ۲۱۸۸ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم به ترتیب به ۳۶/۲ دانه، ۳۹/۲ گرم و ۲۳۲۸ کیلوگرم در هکتار به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۵). به نظر می رسد، شرایط دمایی مناسب تر در سال دوم، به ویژه دمای حداکثر کمتر، منطبق با دماهای کاردینال جهت افزایش اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه بوده است (جدول ۱).

مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته در سطوح برهمکنش سه گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشان داد در رقم گلی، بیشترین تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه (به ترتیب ۳۷/۸ دانه، ۳۸/۴ گرم و ۲۳۴۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (به ترتیب ۱۶/۸ دانه، ۱۸/۰ گرم و ۱۸۶۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:

دامی + کمپوست در نخود موجب افزایش عملکرد دانه شد (۱۴).

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 کنترل شده عناصر غذایی از زئولیت موجب می شود، هنگامی که این مواد به عنوان اصلاح کننده به خاک اضافه می شوند از طریق افزایش فراهمی طولانی مدت آب به بهبود رشد گیاه کمک کنند (۱۶). با توجه به این که جهت تولید عملکرد بالا وجود آب کافی ضروری است، لذا کاربرد زئولیت سبب افزایش آب قابل دسترس گیاه به خصوص 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 ۸ تن زئولیت در هکتار مربوط بود (۱۷). در آزمایشی دیگر نیز بیان شد که بین سطوح مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۹ تن زئولیت در هکتار بود (۱۸). زمانیانپور و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد زئولیت در لوبیا قرمز نشان 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 در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه داشت (۱۹).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که شاخص برداشت به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال، کود دامی و زئولیت؛ و برهمکنش سه گانه سال در رقم در کود دامی قرار گرفت (جدول ۴). میانگین شاخص برداشت در سال اول ۳۸/۸٪ و در سال دوم ۴۰/۰٪

شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد. در رقم اختر، بیشترین تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه (به ترتیب ۴۴/۳ دانه، ۵۲/۴ گرم و ۲۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت به دست آمد و کمترین تعداد دانه در بوته (به ترتیب ۱۸/۸ دانه) از تیمار ۱۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و سه تن در هکتار زئولیت بدون تفاوت معنی دار با عدم مصرف زئولیت حاصل شد، اما کمترین وزن صد دانه و عملکرد دانه (به ترتیب ۲۹/۷ گرم و ۲۰۳۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی عدم مصرف زئولیت مشاهده شد (شکل ۴). ملاحظه می شود که تیمار ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی در رقم گلی نسبت به اختر نتایج بهتری در بر داشت، اما تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی در رقم اختر نسبت به گلی بهبود زیادی در عملکرد دانه ایجاد نمود. این نتایج نشان می دهد 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 (۳۲) و زئولیت (۳۳) 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.

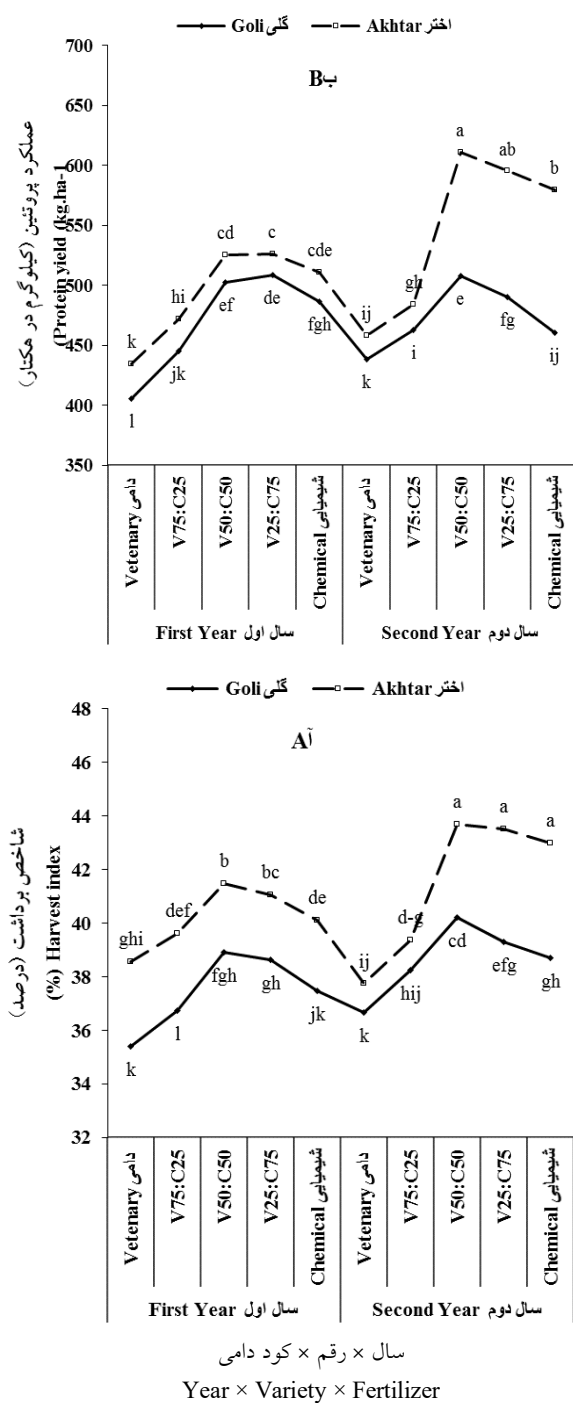
کاربرد کود دامی سبب افزایش جمعیت میکروب های مفید خاک شده و از این طریق بر فراوانی و جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه لوبیا اثر می گذارد (۳۴). افزایش در عملکرد دانه نخود با مصرف کود دامی (۷، ۸، ۹)، لوبیا چشم بلبلی (۱۳)، کلزا (۱۱)، سویا (۳، ۱۴)، جو (۱۰) پیش از این گزارش شده است. قلاوند و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند کاربرد کودهای شیمیایی + ۲۰ تن کود

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 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 ۰:۱۰۰ 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 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٪ 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

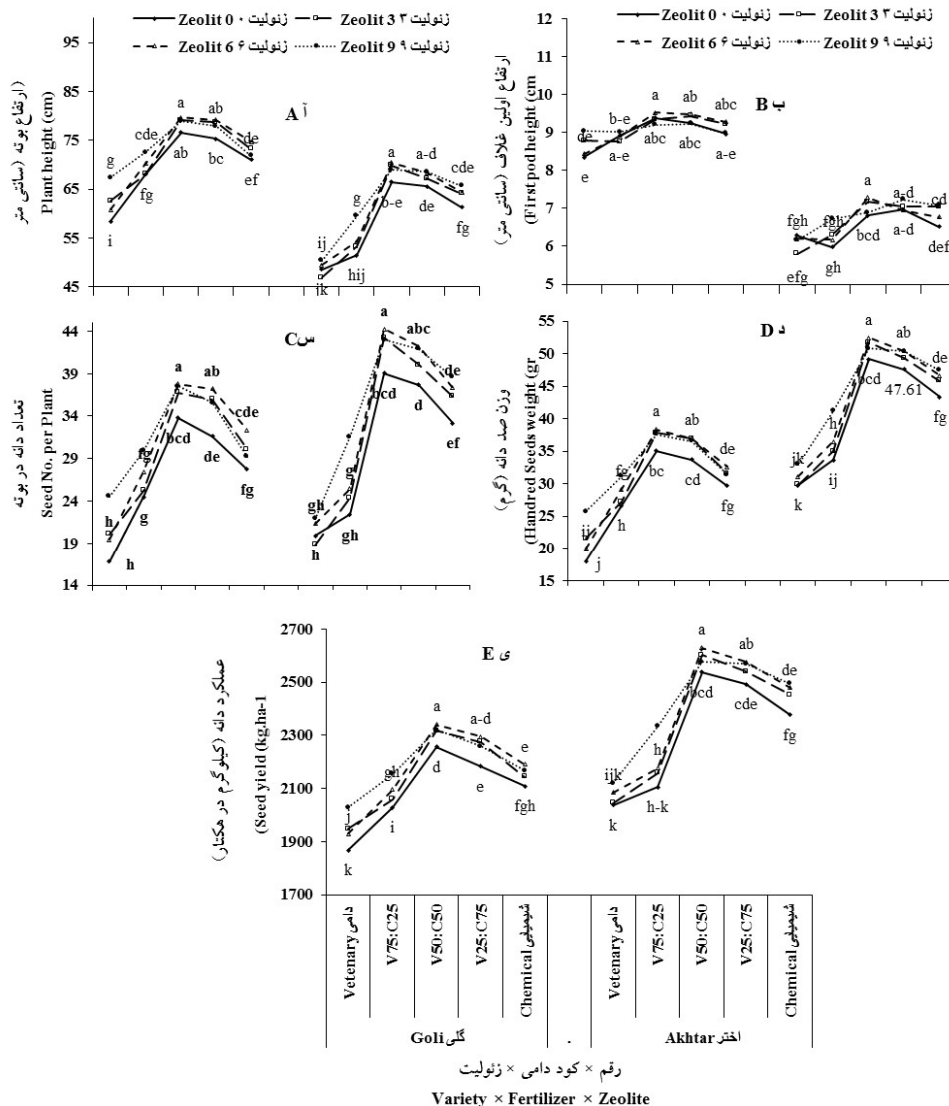
علت آن می‌توان را برتری عملکرد دانه این رقم در تیمار تلفیق کود دامی و شیمیایی در سال دوم دانست. تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و در نتیجه سهم عملکرد دانه در تعیین شاخص برداشت با کاربرد کودهای آلی افزایش یافته که در نتیجه آن شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد (۹). افزایش در شاخص برداشت با مصرف کود 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 ۴). میانگین عملکرد پروتئین در سال اول ۴۸۲ 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 ۴۸۱ 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).



شکل ۳- مقایسه میانگین شاخص برداشت و عملکرد پروتئین تحت برهمکنش سال در رقم در کود دامی. سال اول و دوم: به ترتیب سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶؛ V:C: ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰ به ترتیب 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 ۴- 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 به روش برش دهی برای رقم در لوبیا قرمز. V:C: ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰ به ترتیب. به ترکیب 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, hundred 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%).

در سال دوم، بیشترین عملکرد پروتئین (۶۱۱ کیلوگرم در هکتار) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۴۳۸ 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،

مقایسه میانگین عملکرد پروتئین در سطوح برهمکنش سه‌گانه سال در رقم در کود دامی نشان داد در سال اول، بیشترین عملکرد پروتئین (۵۲۶ کیلوگرم در هکتار) از رقم اختر در تیمار ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۴۰۵ کیلوگرم در هکتار) از رقم گلی در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی حاصل شد.

به عبارت دیگر مصرف ژئولیت با کمک به تأمین کافی آب به ویژه پیش از آبیاری مجدد و عناصر غذایی، نیاز گیاه به تنظیم اسمزی و دفاع آنتی اکسیدانی را کاهش داد. تیمار تلفیقی به ویژه ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و کاربرد ژئولیت در هر دو رقم گلی و اختر بیشترین تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین را به همراه داشت. در میان ارقام، رقم ایستاده اختر از قدرت تنظیم اسمزی و دفاع آنتی اکسیدانی و در نهایت اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین بالاتری نسبت به رقم گلی برخوردار بود. در مجموع، رقم اختر همراه با مصرف کود تلفیقی ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار ژئولیت جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و کاهش ۵۰ درصدی مصرف کود اوره قابل توصیه است.

اما در سال دوم رقم اختر با افزایش ۵۰٪ یا بیشتر کود شیمیایی، برتری بیشتری نسبت به رقم گلی نشان داد. افزایش در عملکرد پروتئین با مصرف کود دامی در نخود (۷، ۸، ۹)، ذرت (۲)؛ لوبیا چشم بلبلی (۱۳)، کلزا (۱۱)، سویا (۳، ۱۲)، جو (۱۰، ۳۱) پیش از این گزارش شده است. همچنین، مصرف توأم کودهای شیمیایی و آلی سبب تسریع فرآیند معدنی شدن و آزادسازی نیتروژن آلی و افزایش فراهمی نیتروژن معدنی برای گیاه می شود. در سیستم تلفیقی تغذیه ای روی گیاهان مختلف نتایج مشابهی (۳۵، ۳۶، ۳۷) گزارش شده است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد با افزایش مصرف ژئولیت از میزان قندهای محلول و آنزیم های آنتی اکسیدان کاسته شد.

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 Agronomy*, 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. Agriculral 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 Kassae, 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., Metzger, 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. & Xue, 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 Agriculture*, (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 yield, nutrients accumulation, and oil quality of French basil. *Communication in soils and plant Analysis*, 36, 1737-1746.

