مقاله پژوهشی

اثر کود تلفیقی دامی- شیمیایی و زئولیت بر خصوصیات بیوشیمیایی دو رقم لوبیا قرمز

امیر کلائی[۱]، مسعود رفیعی*[۲]، علی خورگامی[۱] و کاظم طالشی[۱]

[۱] گروه زراعت، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران

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

(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۴/۰۷، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۷/۰۲)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کود تلفیقی دامی - شیمیایی و زئولیت بر خصوصیات بیوشیمیایی دو رقم لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)، آزمایشی فاکتوریل با سه عامل در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در بهار سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در شرایط اقلیمی شهرستان ازنا در استان لرستان اجرا شد. عامل رقم شامل دو رقم گلی (رونده) و اختر (ایستاده)؛ عامل کود تلفیقی دامی - شیمیایی در پنج سطح شامل ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و عامل زئولیت در چهار سطح شامل عدم مصرف زئولیت و مصرف ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار زئولیت بود. کود دامی از منبع کود گوسفندی پوسیده و کود شیمیایی از منبع اوره بود. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف زئولیت از میزان پرولین اندام هوایی کاسته و بر میزان عملکرد دانه (۲۱۹۹ کیلوگرم در هکتار) افزوده شد. در هر دو رقم گلی و اختر، بیشترین میزان آهن اندام هوائی (به‌ترتیب ۳۷۵ و ۴۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، آهن دانه (به‌ترتیب ۱۰۲ و ۱۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و عملکرد دانه (به‌ترتیب ۲۳۴۱ و ۲۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد، ولی بیشترین میزان پتاسیم اندام هوایی (به‌ترتیب ۱/۴۰ و ۱/۳۹ درصد) در رقم گلی از تیمار صفر:۱۰۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت؛ درحالی‌که در رقم اختر، از تیمار صفر:۱۰۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت حاصل شد. در مجموع، رقم اختر همراه با مصرف کود تلفیقی ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه و غنی‌سازی دانه قابل توصیه است.

کلمات کلیدی: پروتئین دانه، پرولین، عناصر ضروری، تنظیم اسمزی، غنی‌سازی

مقدمه

حبوبات از جمله لوبیا پس از غلات دومین منبع غذایی انسان به‌شمار می‌آیند که حاوی مقدار پروتئین دانه دو تا سه برابر بیشتر از غلات هستند (مجنون حسینی، ۱۳۹۴). از ارقام لوبیا قرمز می‌توان به رقم اختر با فرم بوته ایستاده و رشد محدود و رقم گلی با فرم بوته رونده و رشد نامحدود اشاره نمود که بیشترین سطح زیر کشت را در شهرستان ازنا دارند.

مدیریت مؤثر حاصل‌خیزی خاک، کلیدی برای کشاورزی پایدار است. 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 خاک به کلوخه‌هایی غیر قابل نفوذ و غیر

*نویسنده مسئول، نشانی پست الکترونیکی: rafieemasoud@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

قابل برگشت در می‌آید. کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی راه‌کاری مؤثر در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و دست‌یابی به کشاورزی پایدار است.

زئولیت‌ها گروهی از کانی‌های آلومینوسیلیکات‌های هیدراته متبلور با خلل‌وفرج ریز هستند که حاوی کاتیون‌های قابل تبادل بوده که به‌طور برگشت‌پذیر آب را جذب و آزاد می‌کنند. زئولیت‌ها به‌طورکلی به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند که تا کنون بالغ بر ۸۰ گونه زئولیت طبیعی شناخته شده و بیش از ۱۵۰ گونه زئولیت مصنوعی نیز شناخته شده است. 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 مبادله‌کننده 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، که ضمن تأمین آب مورد نیاز گیاه سبب فراهمی طولانی مدت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گردد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۲).

یون‌های فلزی نظیر آهن، روی، به‌عنوان کوفاکتور در ساختمان بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مشارکت داشته و نتایج مطالعات حاکی از آن است که تحت شرایط کمبود عناصر ریزمغذی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، کاهش یافته و لذا حساسیت گیاهان به تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد (رحیمی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). آهن یکی از عناصر ضروری اما کم مصرف و کم تحرک برای گیاهان است. گیاهان در بین ریزمغذی‌ها، بیشترین نیاز را به آهن دارند. آهن بخشی از گروه کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیاء است و برای سنتز کلروفیل مورد نیاز است (Zaller, 2017).

افزایش در درصد نیتروژن و پروتئین دانه نخود توسط محمدی و همکاران (۱۳۸۹) و Caliskan و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است. اولاد و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی مقادیر مختلف کود دامی (صفر و ۳۵ تن در هکتار) در لوبیا چشم‌بلبلی گزارش دادند در اثر مصرف کود دامی درصد پروتئین لوبیا افزایش یافت. کریمی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی مصرف کود دامی در کلزا گزارش دادند که مصرف کود دامی موجب افزایش درصد پروتئین کلزا شد. روستایی و همکاران (۱۳۹۱) افزایش درصد پروتئین سویا را در اثر مصرف کود دامی گزارش داد.

محمدی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش دادند مصرف ۱۰ تن در هکتار کود دامی موجب افزایش عملکرد دانه نخود شد. Suryantini (۲۰۱۴) در بررسی تیمارهای کودی مختلف در ارقام مختلف سویا گزارش دادند بیشترین عملکرد دانه در اثر متقابل مصرف فسفر و پتاسیم + کود دامی مشاهده شد. قلاوند و همکاران (۱۳۹۱) گزارش دادند کاربرد کودهای شیمیایی + ۲۰ تن کود دامی + کمپوست در نخود موجب افزایش عملکرد دانه شد. Elamin و Madhavi (۲۰۱۵) در بررسی سیستم‌های تغذیه‌ای مختلف در نخود گزارش دادند کاربرد پنج تن در هکتار کود دامی در نخود موجب افزایش عملکرد دانه در نخود شد. Olesen و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که کود دامی باعث افزایش قابل توجه عملکرد دانه جو گردید. 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 پس تغذیه کافی و متعادل عناصر غذایی برای دستیابی به عملکردهای مناسب در گیاهان زراعی اهمیت و ضرورت زیادی دارد (Farhad *et al*., 2009). کاهش چگالی ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ساختمان گرانوله‌ای خاک، افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در خاک از دلایل افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف کودهای دامی است. همچنین، کودهای آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش داده و کارآیی مصرف کود را افزایش می‌دهند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). از طرف دیگر افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در نتیجه افزایش ماده آلی خاک سبب جلوگیری از شسسته 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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

مقداری CO_2 در جامعه گیاهی آزاد می‌شود در نتیجه فتوسنتز، رشد و عملکرد محصول افزایش می‌یابد (Liu *et al.*, 2010).

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 گردید. 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 (حبیب‌پور کاشفی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج یک تحقیق نشان داد که اثر تنش آبی و مصرف زئولیت بر عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود و در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار مربوط بود (سیبی و همکاران، ۱۳۹۰). در آزمایشی دیگر نیز بیان شد که بین سطوح مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۹ تن زئولیت در هکتار بود (میرزاخانی و سیبی، ۱۳۸۹). زمانی نوری و همکاران (۱۳۹۲) 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 درغلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه داشت.

هدف از این پژوهش بررسی برخی واکنش‌های بیوشیمیایی و عملکرد دو رقم لوبیا قرمز به تلفیق کود دامی- شیمیایی و زئولیت بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در شهرستان ازنا 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 آب‌وهوایی جز اقلیم معتدل با متوسط دمای سالانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۴۴۶ میلی‌متر است (جدول ۱).

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل دو رقم لوبیا قرمز گلی (رونده) و اختر (ایستاده)، پنج سطح کود دامی (۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ کود دامی:کود شیمیایی) و چهار سطح زئولیت (عدم مصرف زئولیت و مصرف ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار زئولیت) بود. زئولیت مورد استفاده از کارخانه زئولیت سمنان تهیه گردید. کود دامی از منبع کود گوسفندی پوسیده و کود شیمیایی از منبع اوره بود. نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (جدول ۲) و کود گوسفندی مورد آزمایش (جدول ۳) نشان داده شده است.

قبل از کاشت، عملیات تهیه زمین شامل شخم سطحی با چیزل، تسطیح به وسیله لولر در حد مطلوب انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر به طول چهار 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. تاریخ کاشت هفته اول خردادماه هر سال بود. براساس آزمون خاک، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار نیتروژن از منبع کود اوره و ۲۰ تن در هکتار کود دامی (کود گوسفندی پوسیده) (باقری و پارسا، ۱۳۸۷) مصرف شد. کودها پس از پخش در مزرعه براساس سطوح تیمار کودی، توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. در طول دوره رشد گیاه، مراقبت‌ها و عملیات زراعی لازم شامل آبیاری، وجین دستی علف‌های هرز به نحو مطلوب انجام گردید. آبیاری به‌صورت هفتگی و براساس عرف منطقه به‌روش نشتی انجام گردید. برداشت محصول نیز در ۲۸ شهریور ماه زمانی‌که ۹۰ درصد غلاف‌ها زرد و رطوبت دانه‌ها به حدود ۱۴ درصد رسید، صورت پذیرفت.

در مرحله گلدهی نمونه‌هایی از برگ‌های جوان گیاه شامل پنج بوته از هر کرت جهت انجام آنالیزهای بیوشیمیایی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید و سنجش میزان عناصر ضروری نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی (Ryan *et al.*, 2007) و پرولین (Baes *et al.*, 1992) صورت گرفت. در زمان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

جدول ۱- آمار هواشناسی منطقه ازنا

سال	ماه	درجه حرارت (سانتی‌گراد)				بارندگی
		کمینه	بیشینه	میانگین	کمینه مطلق	بیشینه مطلق	(میلی‌متر)
۱۳۹۵	خرداد	۹/۲	۲۸/۶	۱۸/۹	۵/۰	۳۴/۳	۰/۰
	تیر	۱۶/۹	۳۵/۲	۲۶/۱	۱۲/۴	۳۸/۰	۰/۰
	مرداد	۱۶/۹	۳۴/۸	۲۵/۸	۱۳/۳	۳۹/۰	۰/۰
	شهریور	۱۲/۳	۳۲/۳	۲۲/۳	۶/۴	۳۵/۷	۰/۰
	مهر	۵/۹	۲۵/۸	۱۵/۸	۲/۷	۳۱/۴	۱۱/۷
۱۳۹۶	خرداد	۱۰/۲	۳۱/۱	۲۰/۷	۵/۷	۳۴/۹	۰/۷
	تیر	۱۶/۵	۳۴/۵	۲۵/۵	۱۰/۰	۳۷/۷	۰/۱
	مرداد	۱۷/۰	۳۴/۶	۲۵/۸	۱۳/۴	۳۷/۴	۰/۰
	شهریور	۱۳/۲	۳۲/۴	۲۲/۸	۷/۵	۳۴/۶	۰/۰
	مهر	۷/۰	۲۵/۸	۱۶/۴	۱/۰	۳۰/۶	۰/۰

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

سال	کربن آلی	ازت کل	گوگرد	اسیدیته	رس	سلیت	شن	شوری (دسی زیمنس بر متر)	بافت خاک
	(درصد)								
۱۳۹۵	۰/۳۵	۰/۰۳۳	۰/۰۱۱	۷/۷	۱۷	۲۸	۵۵	۰/۵۵	لوم شن‌دار
۱۳۹۶	۰/۹۳	۰/۰۸۴	۰/۰۱۳	۷/۸۱	۱۷	۲۸	۵۵	۰/۵۹۶	لوم شن‌دار

ادامه جدول ۲-

سال	فسفر	پتاسیم	آهن	منگز	روی	مس	وزن مخصوص ظاهری	کلسیم	منیزیم
	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)						(گرم بر سانتی‌متر مکعب)	(میلی‌اکی والان در لیتر)	
۱۳۹۵	۳/۹	۹۵	۱۰/۳	۲/۷	۰/۳۶	۰/۶۶	۱/۱۵	۳/۶	۱/۴
۱۳۹۶	۱۱/۲	۶۷	۱۰/۲۷	۵/۶۹	۰/۵۸	۰/۸۲	۱/۱۵	۳/۰۱	۰/۹۳

جدول ۳- نتایج تجزیه کود حیوانی

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	مواد آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	گوگرد	روی	آهن	منگنز	مس	رطوبت
		(درصد)							(میلی‌گرم بر کیلوگرم)				(درصد)
۲/۸۲	۷/۷۴	۶۹/۲	۱/۲۶	۰/۶۳۳	۱/۵۱۱	۱/۵۳	۰/۴۲	۰/۱۸	۱۲۱/۷	۴۱۱/۱	۱۸۸/۴	۱۶/۷	۱/۲۵

برداشت عملکرد دانه سه ردیف وسط هر کرت آزمایشی با رعایت یک‌چهارم متر حاشیه از طرفین اندازه‌گیری و براساس ۱۲ درصد رطوبت محاسبه شد. همچنین، نمونه‌هایی از دانه هر کرت جهت انجام آنالیزهای بیوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید و میزان عناصر ضروری نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی (Ryan *et al.*, 2007) و میزان پروتئین (Kjeldal, 1998)

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات بیوشیمیایی اندام هوایی و دانه لوبیا قرمز در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		نیتروژن اندام هوایی	نیتروژن دانه	فسفر اندام هوایی	فسفر دانه	پتاسیم اندام هوایی	پتاسیم دانه
سال	۱	۰/۰۹۷**	۰/۰۱۸۱۵۹	۰/۰۰۴**	۰/۲۰۹**	۰/۳۱۶**	۱۳/۷**
تکرار در سال	۴	۰/۰۱۲۱۱۹	۰/۰۱۶۱۳۵	۰/۰۰۰۴۷۱	۰/۰۰۵۹۴۹	۰/۰۰۱۲۳۲	۰/۰۶۷۹۷۹
رقم	۱	۰/۰۱۳۰۸۸	۰/۰۰۲۵۳	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۵۸۷۰۹	۰/۰۰۶۰۵۶	۰/۰۱۸۵۵۶
کود دامی	۴	۰/۰۵۹	۰/۰۵۸	۰/۰۰۷	۰/۰۳۵۳۰۱	۰/۰۵۱	۰/۲۳۳*
زئولیت	۳	۰/۰۰۲۳۸۶	۰/۰۰۴۷۱۵	۰/۰۰۰۴۷۴	۰/۰۰۴۷۶۴	۰/۰۰۱۱۷۸	۰/۱۳۳۷۶۷
سال× رقم	۱	۰/۰۰۴۰۵۶	۰/۰۰۹۶۳۷	۰/۰۰۰۱۰۷	۰/۰۵۵۳۹۸	۰/۰۰۴۶۳۲	۰/۰۱۳۰۴۹
سال× کود دامی	۴	۰/۰۹۷**	۰/۳۲۵**	۰/۰۰۷**	۰/۰۳۴۱۹۱	۰/۰۴۸**	۰/۱۵۳۶۵۴
سال× زئولیت	۳	۰/۰۰۶۷۸	۰/۰۳۱۲۹۵	۰/۰۰۰۳۴۲	۰/۰۰۷۳۷۹	۰/۰۰۷*	۰/۰۸۸۶۶۶
رقم × کود دامی	۴	۰/۰۰۳۷۹۴	۰/۰۰۸۶۵	۰/۰۰۰۳۹۷	۰/۰۲۸۲۴	۰/۰۰۱۱۱۳	۰/۰۷۳۵۴۲
رقم × زئولیت	۳	۰/۰۰۲۱۲۲	۰/۰۰۴۳۱۳	۰/۰۰۰۶۸۵	۰/۰۵۶۷۸۵	۰/۰۰۰۷*	۰/۱۰۹۵۷۲
کود دامی × زئولیت	۱۲	۰/۰۱۴۸۷۷	۰/۰۰۵۲۷۶	۰/۰۰۰۹۶۷	۰/۰۲۴۹۱۹	۰/۰۰۶	۰/۰۸۳۲۵۳
سال×رقم×کود دامی	۴	۰۰۴۸۸۷	۰/۰۰۵۳۷۹	۰/۰۰۰۵۴۶	۰/۰۲۸۸۸۴	۰/۰۰۲۹۰۴	۰/۰۷۹۰۷۴
سال×رقم × زئولیت	۳	۰۰۳۷۸۹	۰/۰۰۱۴۲۱	۰/۰۰۰۱۶۹	۰/۰۵۷۲۷۹	۰/۰۰۰۰۸	۰/۱۰۶۱۹۵
سال×کود دامی×زئولیت	۱۲	۰/۰۰۸۲۸۶	۰/۰۰۶۳۸۳	۰/۰۰۰۶۲۲	۰/۰۲۷۲۴۶	۰/۰۰۶**	۰/۰۸۰۷۱۴
رقم×کود دامی×زئولیت	۱۲	۰/۰۰۲۵۹۴	۰/۰۱۷۶۷۶	۰/۰۰۰۵۳۳	۰/۰۰۶۷۹۴	۰/۰۰۵*	۰/۰۷۶۲۱۲
سال×رقم×کود دامی×زئولیت	۱۲	۰/۰۰۳۷۱۳	۰/۰۱۴۱۷	۰/۰۰۰۳۸۸	۰/۰۰۶۹۸۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۷۶۹۴۱
خطا	۱۵۶	۰/۰۰۸۵۹۹	۰/۰۱۵۳۴	۰/۰۰۰۵۴۶	۰/۰۲۷۸۵۳	۰/۰۰۲۶۴	۰/۰۷۸۲۳۷
ضریب تغییرات	(٪)	۱۱/۲	۴/۷	۱۴/۵	۱۴/۱	۵/۷	۱۲/۶

*** و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.**

در دانه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری عملکرد دانه هر کرت از ردیف‌های وسط با حفظ حاشیه از دو طرف براساس ۱۲ درصد رطوبت صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD با نرم‌افزار Excell در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نیتروژن اندام هوایی و دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که نیتروژن اندام هوایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال در کود دامی، و نیتروژن دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال و سال در کود دامی قرار گرفت (جدول ۴).

میانگین نیتروژن اندام هوایی در سال اول ۱/۱۷۷ درصد و در سال دوم ۱/۱۳۷ درصد بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ضمیمه ۱). شرایط مناسب دمایی برای رشد بیشتر در سال دوم را می‌توان عامل این برتری دانست (جدول ۵). در میان سطوح کود دامی، بیشترین نیتروژن اندام هوایی و دانه از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۱/۱۹۵ و ۳/۵۴۲ درصد) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۱/۱۰۶ و ۳/۴۵۹ درصد) حاصل شد (جدول ۵).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

ادامه جدول ۴-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		آهن اندام هوایی	آهن دانه	روی اندام هوایی	روی دانه	پرولین اندام هوایی	پروتئین دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۳۶۶۹**	۸۴۶۸**	۶۹/۲۴**	۲۲۰۲**	۴/۹۳۷**	۰/۶۹۸۷۶	۱۱۶۲۵۹۸**
تکرار در سال	۴	۱۱۶/۲۴۹۲	۱۹/۴۹۰۹۳	۲/۷۷۳۸۴۵	۸/۰۸۱۹۳	۰/۰۱۹۲۰۷	۰/۶۳۳۱۰۷	۴۸۲۲
رقم	۱	۲۲۲۵۸	۲۰۲۱	۴۲۶/۶	۳۶۲۲	۲۶/۸	۰/۱۰۰۴۵	۲۹۳۰۹۰۲
کود دامی	۴	۲۱۱۹۱*	۱۸۸۷*	۵۳۰/۳*	۳۵۳۳*	۷/۱۰۴*	۲/۲۶۱	۱۶۱۵۷۸۳*
زئولیت	۳	۳۱۷۷**	۳۵۸**	۵۰/۷**	۳۵۷*	۰/۷۰۱**	۰/۱۸۶۰۲۸	۱۱۶۸۱۸**
سال× رقم	۱	۳۸۳۳۷**	۳۶۱۹**	۹۰۵/۲**	۶۱۵۴**	۱۰/۵۳**	۰/۳۸۱۶۰۴	۶۷۵۲۲۰**
سال× کود دامی	۴	۲۴۹۳**	۲۴۷**	۵۸/۲**	۳۳۴**	۱/۱۱۱**	۱۲/۷۱**	۱۳۹۴۷۴**
سال× زئولیت	۳	۴۷/۰۶۱۱۵	۸/۲۹۰۶۰۹	۱/۴۰۷۶۹۷	۱۲/۹۶۴۱۶	۰/۰۰۲۲۷۲	۱/۲۱۵۷۲۴	۱۶۷۹
رقم × کود دامی	۴	۱۸۹۴	۱۷۲	۴۳/۲	۲۷۸	۱/۲۰۶	۰/۳۳۷۷۷۹	۱۰۶۴۹۸
رقم × زئولیت	۳	۳۶/۰۷۹۸۲	۶/۹۹۳۲۰۵	۱/۰۶۶۶۸۳	۲/۹۹۴۹۶	۰/۰۱۵۷۴۷	۰/۱۶۷۷۲۵	۱۲۴۴
کود دامی × زئولیت	۱۲	۲۲۲/۶۳۴۵	۲۷/۸۳۱۳۳	۱/۰۶۶۶۸۳	۱۸/۶	۰/۰۳۲۵۳۳	۰/۲۰۵۱۵۶	۱۰۳۲۱
سال× رقم × کود دامی	۴	۲۰۳۹**	۱۷۴**	۵۰/۶**	۳۵۱**	۰/۸۴۳	۰/۲۱۲۰۱۵	۱۵۶۷۳۵**
سال × رقم × زئولیت	۳	۱۱۹/۰۲۴۸	۷/۶۴۷۵۶۶	۰/۶۸۴۵۶۶	۱/۷۸۲۷۴	۰/۰۲۵۵۹۷	۰/۵۵۵۳۸	۲۲۴۳
سال× کود دامی×زئولیت	۱۲	۱۰۱/۷۷۰۷	۱۴/۴۰۰۰۷	۲/۰۷۶۴۲۹	۸/۴۰۲۳۷	۰/۰۳۳۴۷۱	۰/۲۶۰۷۹۸	۴۵۴۳
رقم×کود دامی × زئولیت	۱۲	۱۰۳/۱*	۱۹/۷**	۲/۷۰۳*	۳/۹۲۵۴۶	۰/۰۶۰۴۱۸	۰/۶۹۰۷۷۱	۳۶۱۳*
سال×رقم×کود دامی×زئولیت	۱۲	۳۸/۵۰۳۲۹	۳/۹۲۸۶۷۸	۰/۶۹۶۸۷۶	۲/۱۹۴۵۷	۰/۰۵۱۶۵۳	۰/۵۵۲۶۸۲	۱۳۹۲
خطا	۱۵۶	۱۳۶/۲۷۷۲	۱۹/۶۷۱۴۶	۲/۸۸۸۷۶۹	۸/۱۸۵۰۱	۰/۰۹۳۳۹۸	۰/۵۹۹۵۷۹	۴۰۸۵
ضریب تغییرات	(٪)	۲/۸۸۸	۴/۶۷۳	۴/۰۴۱	۲/۸۳۳	۱۹/۹۳	۴/۷	۱۸/۱

*** و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.**

مقایسه میانگین نیتروژن اندام هوایی و دانه در سطوح اثر متقابل دوگانه سال در کود دامی نشان داد بیشترین نیتروژن اندام هوائی و دانه (به‌ترتیب ۱/۲۷۲ و ۳/۶۴۸ درصد) در سال اول از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (به‌ترتیب ۱/۰۶۸ و ۳/۳۵۲ درصد) در همان سال اول از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی حاصل شد، اما در سال دوم تفاوت معنی‌داری میان سطوح کودی مشاهده نشد (شکل ۲).

ملاحظه می‌شود که میزان نیتروژن اندام هوایی و دانه با افزایش مصرف کود شیمیایی، در سال اول روند افزایشی با شیب معنی‌دار داشت، اما در سال دوم روند تغییرات معنی‌داری نشان نداد. به‌عبارت دیگر در سال اول، کود دامی در میزان بکار رفته به‌تنهایی قادر به تأمین نیتروژن به‌عنوان یکی از عناصر ضروری پرمصرف مورد نیاز گیاه نبود و مصرف خالص کود شیمیایی در حد توصیه‌شده توسط آزمایشگاه توانست نیتروژن مورد نیاز گیاه تأمین نماید، اما در سال دوم تغییرات معنی‌دار نبود. پایین بودن میزان نیتروژن خاک در سال اول نسبت به سال دوم را می‌توان دلیل این اختلاف دانست. نجفی و همکاران (۱۳۸۹) نیز نشان دادند که با افزایش سطح کود دامی میزان سبزینگی و غلظت آهن، مس، روی، منگنز، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم و کلسیم در شاخساره و دانه لوبیا

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی لوبیا قرمز در سطوح مختلف رقم، کود دامی و زئولیت

تیمارها		نیتروژن اندام هوایی (درصد)	نیتروژن دانه (درصد)	فسفر اندام هوایی (درصد)	فسفر دانه (درصد)	پتاسیم اندام هوایی (درصد)	پتاسیم دانه (درصد)
سال	۱۳۹۵	۱/۱۷۷^{a}	۳/۵۱۵^{a}	۰/۲۲۴^{a}	۰/۳۸۶^{b}	۱/۲۸۴^{b}	۱/۹۱۴^{b}
	۱۳۹۶	۱/۱۳۷^{b}	۳/۴۹۸^{a}	۰/۲۱۵^{b}	۰/۴۴۵^{a}	۱/۳۵۶^{a}	۲/۳۹۲^{a}
رقم	گلی	۱/۱۷	۳/۵۰۳	۰/۲۲	۰/۴۰۰۲	۱/۳۲۵	۲/۱۴۵
	اختر	۱/۱۵	۳/۵۱۰	۰/۲۲	۰/۴۳۱۴	۱/۳۱۵	۲/۱۶۲
کود دامی (نسبت دامی: شیمیایی)	۰:۱۰۰	۱/۱۰۶^{c}	۳/۴۵۹^{b}	۰/۲۳۵^{a}	۰/۴۱۴^{ab}	۱/۳۶۵^{a}	۲/۱۸۰^{a}
	۲۵:۷۵	۱/۱۴۲^{bc}	۳/۴۸۷^{b}	۰/۲۳۰^{a}	۰/۴۲۱^{ab}	۱/۳۳۷^{b}	۲/۲۴۸^{a}
	۵۰:۵۰	۱/۱۶۲^{ab}	۳/۵۰۶^{ab}	۰/۲۱۸b	۰/۴۴۶^{a}	۱/۳۲۰^{bc}	۲/۱۴۶^{ab}
	۷۵:۲۵	۱/۱۸۲^{a}	۳/۵۳۸^{a}	۰/۲۰۷c	۰/۴۲۴^{ab}	۱/۳۰۰^{cd}	۲/۰۵۷^{b}
	۱۰۰:۰	۱/۱۹۵^{a}	۳/۵۴۲^{a}	۰/۲۰۸c	۰/۳۷۲^{b}	۱/۲۸۰^{d}	۲/۱۳۶^{ab}
	LSD (5%)	۰/۰۳۷	۰/۰۴۹	۰/۰۰۹	۰/۰۶۷	۰/۰۲۰	۰/۱۱۲
زئولیت (تن در هکتار)	۰	۱/۱۵	۳/۴۹۶	۰/۲۲	۰/۴۱۳	۱/۳۲۳	۲/۱۵۷^{ab}
	۳	۱/۱۶	۳/۵۱۴	۰/۲۲	۰/۴۰۵	۱/۳۱۹	۲/۱۵۸^{ab}
	۶	۱/۱۵	۳/۵۰۳	۰/۲۲	۰/۴۱۶	۱/۳۲۴۴	۲/۲۰۶^{a}
	۹	۱/۱۷	۳/۵۱۴	۰/۲۲	۰/۴۲۷	۱/۳۱۵	۲/۰۹۱^{b}
	LSD (5%)						۰/۱۰۰۹

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ LSD).

به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که با نتایج حاصل از این آزمایش برای سال دوم که موجودی نیتروژن خاک بالا بود مطابقت دارد.

فسفر اندام هوایی و دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که اثر سال بر فسفر اندام هوایی و اثر سال و سال در کود دامی بر فسفر دانه معنی‌داری گردید (جدول ۴). میزان فسفر اندام هوایی در سال اول (به‌ترتیب ۰/۲۲۴ و ۰/۳۸۶ درصد) و در سال دوم (به‌ترتیب ۰/۲۱۵ و ۰/۴۴۵ درصد) تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۵). شرایط مناسب دمایی برای رشد بیشتر و میزان فسفر بیشتر خاک در سال دوم را می‌توان دلیل این اختلاف دانست. از طرفی کاهش فسفر اندام هوائی و افزایش فسفر دانه در سال دوم شاید به‌دلیل انتقال مجدد (سیروس مهر و روشن ضمیر، ۱۳۹۳) بیشتر فسفر از اندام هوایی به دانه باشد (جدول ۱). در میان سطوح کود دامی، بیشترین فسفر اندام هوایی از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی (۰/۲۳۵ درصد) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی (۰/۲۰۷ درصد) حاصل شد، درحالی‌که بیشترین فسفر دانه از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی (۰/۴۴۶ درصد) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی (۰/۳۷۲ درصد) بدست آمد (جدول ۵).

مقایسه میانگین فسفر اندام هوایی در سطوح اثر متقابل دوگانه سال در کود دامی نشان داد بیشترین فسفر اندام هوایی (۰/۲۳۶ درصد) در سال اول از تیمار ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۰/۲۰۱ درصد) در همان سال اول از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۲). ملاحظه می‌شود که میزان فسفر اندام هوایی با افزایش مصرف کود شیمیایی برخلاف مقدار نیتروژن، در سال اول روند کاهشی داشت؛ اما در سال دوم تغییرات معنی‌داری نشان نداد. ممکن است با افزایش مصرف کود اوره و در نتیجه افزایش رشد گیاه، رقت فسفر در اندام هوایی (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۷) موجب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

ادامه جدول ۵-

تیمارها		آهن اندام هوایی	آهن دانه	روی اندام هوایی	روی دانه	پرولین اندام هوایی	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
		(میلی‌گرم بر کیلوگرم)						
سال	۱۳۹۵	۳۶۴/۷^{a}	۱۰۲/۸^{a}	۶۰/۷۸^{b}	۳۵/۲۸^{b}	۲/۹۹^{a}	۲۱/۹۷^{a}	۲۱۸۸^{b}
	۱۳۹۶	۳۵۶/۹^{b}	۹۰/۹^{b}	۶۶/۸۳^{a}	۳۶/۳۶^{a}	۲/۷۰^{b}	۲۱/۸۶^{a}	۲۳۲۸^{a}
رقم	گلی	۳۵۱/۲	۹۳/۹	۵۹/۹	۳۴/۴۹	۳/۱۹	۲۱/۹۰	۲۱۴۸
	اختر	۳۷۰/۵	۹۹/۷	۶۷/۶	۳۷/۱۶	۲/۵۲	۲۱/۹۴	۲۳۶۹
کود دامی (نسبت دامی: شیمیایی)	۰:۱۰۰	۳۳۲/۷^{e}	۸۸/۶^{d}	۵۲/۲۸^{e}	۳۱/۳۹^{e}	۳/۳۰۶^{a}	۲۱/۶۲^{b}	۲۰۰۷^{e}
	۲۵:۷۵	۳۴۶/۰^{d}	۹۲/۱^{c}	۵۷/۹۹^{d}	۳۳/۴۷^{d}	۳/۱۷۲^{b}	۲۱/۷۹^{b}	۲۱۳۸^{d}
	۵۰:۵۰	۳۸۳/۲^{a}	۱۰۳/۳^{a}	۷۲/۸۹^{a}	۳۹/۲۷^{a}	۲/۴۰۱^{e}	۲۱/۹۱^{ab}	۲۴۴۷^{a}
	۷۵:۲۵	۳۷۵/۷^{b}	۱۰۱/۷^{a}	۷۰/۳۲^{b}	۳۸/۳۷^{b}	۲/۵۷۵^{d}	۲۲/۱۱^{a}	۲۳۹۸^{b}
	۱۰۰:۰	۳۶۶/۶^{c}	۹۸/۵^{b}	۶۵/۵۵^{c}	۳۶/۶۰^{b}	۲/۷۹۶c	۲۲/۱۳^{a}	۲۳۰۱^{c}
	LSD (5%)	۴/۷۰۶	۱/۷۸۸	۱/۱۵۳	۰/۶۸۵	۰/۱۲۳	۰/۳۱۲	۰/۹۳۹
زئولیت (تن در هکتار)	۰	۳۵۱/۱^{c}	۹۳/۵۶^{c}	۶۰/۶۲^{d}	۳۴/۵۷^{c}	۲/۹۹۳^{a}	۲۱/۸۵	۲۱۹۹^{c}
	۳	۳۵۹/۶^{b}	۹۶/۶۶^{b}	۶۳/۳^{c}	۳۵/۷۱^{b}	۲/۸۶۱^{b}	۲۱/۹۶	۲۲۵۳^{b}
	۶	۳۶۵/۵^{a}	۹۸/۱۶^{ab}	۳۵/۱۲^{b}	۳۶/۳۱^{ab}	۲/۸۰۹^{bc}	۲۱/۹۰	۲۲۷۹^{a}
	۹	۳۶۷/۲^{a}	۹۹/۱۷^{a}	۶۶/۲۰^{a}	۳۶/۶۷^{a}	۲/۷۳۸^{c}	۲۱/۹۶	۲۳۰۱^{a}
	LSD (5%)	۴/۲۱	۱/۵۹۹	۱/۰۳۱۸	۰/۶۱۳	۰/۱۱۰۲		۲۳/۰۵

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ LSD).

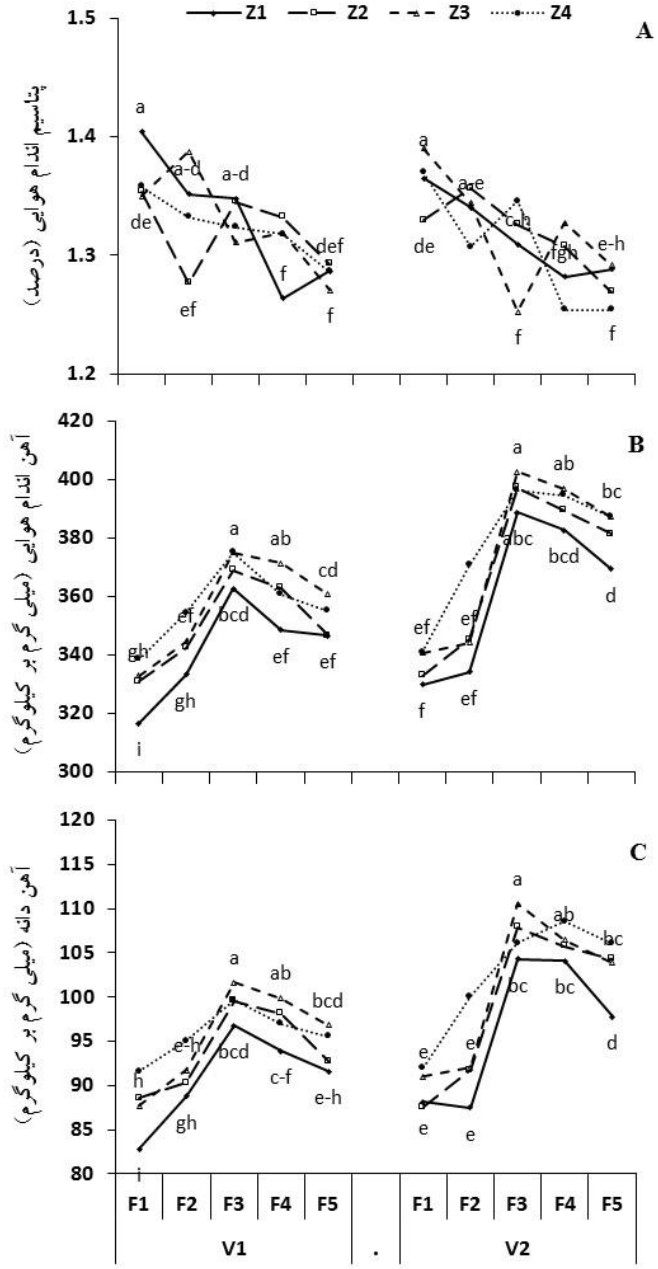
کاهش مقدار آن گردیده باشد. در اثر کاربرد کود دامی سبب (Fageria, 2009). پیش از این نیز افزایش در غلظت فسفر با افزایش مصرف کود دامی در لوبیا گزارش شده است (نجفی و همکاران، ۱۳۸۹).

پتاسیم اندام هوایی و دانه: اثر سال، سال در کود دامی، سال در زئولیت و رقم در زئولیت، سال در کود دامی در زئولیت و رقم در کود دامی در زئولیت بر پتاسیم اندام هوایی و اثر سال افزایش جمعیت میکروب‌های مفید خاک شده و از این طریق بر فراوانی و جذب فسفر توسط ریشه گیاه اثر می‌گذارد و کود دامی بر پتاسیم دانه معنی‌داری بود (جدول ۴). میانگین پتاسیم اندام هوایی در سال اول (به‌ترتیب ۱/۲۸۴ و ۱/۹۱۴ درصد) و در سال دوم (به‌ترتیب ۱/۳۵۶ و ۲/۳۹۲ درصد) بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵). علت جذب بیشتر پتاسیم در سال دوم را می‌تواند ناشی از غلظت بالاتر پتاسیم در خاک باشد (جدول ۱).

در میان سطوح کود دامی، بیشترین پتاسیم اندام هوایی از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی (۱/۳۶۵ درصد) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی (۱/۲۸۰ درصد) حاصل شد، درحالی‌که بیشترین پتاسیم دانه از تیمار ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی (۲/۲۴۸ درصد) و کمترین آن از تیمار ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی (۲/۰۵۷ درصد) بدست آمد (جدول ۵). مقایسه میانگین پتاسیم اندام هوایی در سطوح اثر متقابل سه‌گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشان داد در رقم گلی، بیشترین پتاسیم اندام هوایی (۱/۴۱۵ درصد) از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت بدست آمد و کمترین آن (۱/۲۵۸ درصد) از تیمار ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد. در رقم اختر، بیشترین پتاسیم اندام هوایی (۱/۳۹۲ درصد) از تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

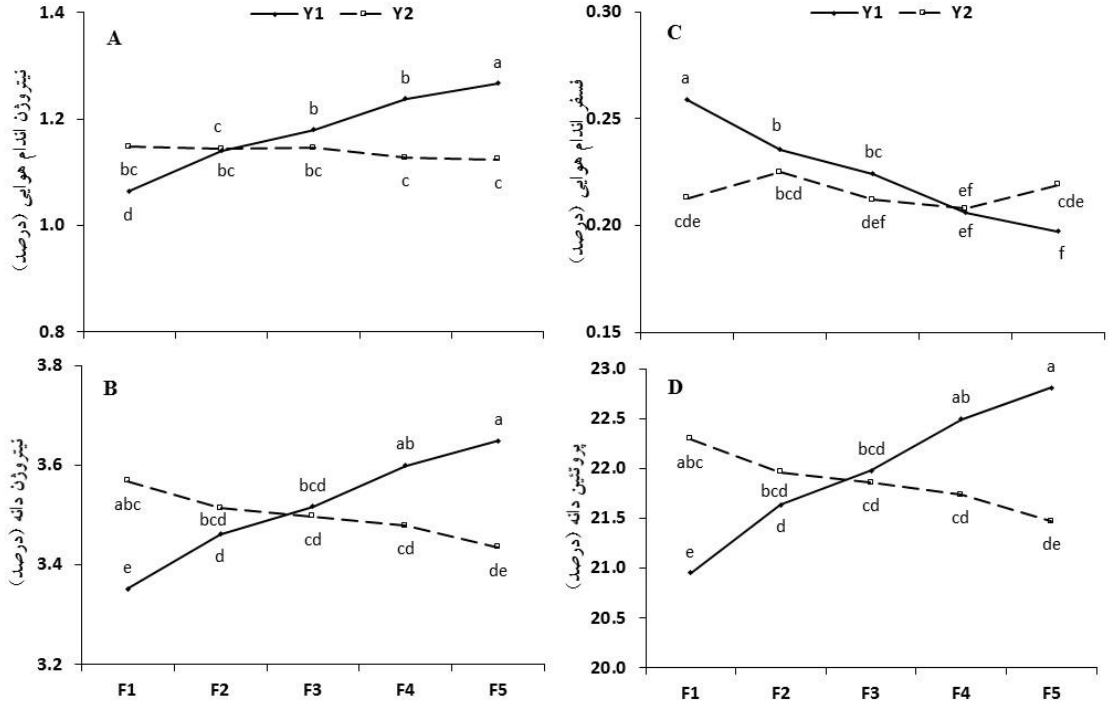
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]



شکل ۱- مقایسه میانگین پتاسیم اندام هوایی (A)، آهن اندام هوایی (B) و آهن دانه (C) تحت تأثیر متقابل رقم در کود دامی در زئولیت به‌روش برش‌دهی برای رقم. V1 و V2: به‌ترتیب رقم گلی و اختر، F1 الی F5: به‌ترتیب ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ کود تلفیقی دامی:شیمیایی و Z1 الی Z4: به‌ترتیب مصرف ۰، ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار زئولیت. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد هستند.

۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (۱/۲۴۹ درصد) از تیمار ۱۰۰:۰ و ۷۵:۲۵ دامی:شیمیایی و نه تن در هکتار زئولیت حاصل شد (شکل ۱). ملاحظه می‌شود که در هر دو رقم گلی و اختر، واکنش پتاسیم اندام هوایی به کود دامی در سطوح زئولیت مختلف بود. به‌نظر می‌رسد با گذشت زمان پس از هر آبیاری که از میزان آب قابل استفاده برای گیاه حساس به تنش لوبیا کاسته می‌شود، زئولیت آب و عناصر غذایی را توأم در اختیار گیاه می‌دهد زیرا ضمن تأمین آب مورد نیاز گیاه سبب فراهمی طولانی مدت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گردد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]



شکل ۲- مقایسه میانگین نیتروژن اندام هوایی (A) و دانه (B)، فسفر اندام هوایی (C) و پروتئین دانه (D) تحت تأثیر متقابل سال در کود دامی. Y1 و Y2: به‌ترتیب سال اول و دوم اجرای آزمایش، F1 الی F5: 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 براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد هستند.

نقش عناصر پرمصرف فسفر و پتاسیم در رشد گیاهان اثبات شده است (سیروس مهر و روشن ضمیر، ۱۳۹۳). پتاسیم موجب افزایش محتوای نشاسته، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و افزایش سطح کاروتن در برگ ذرت می‌شود و در افزایش فتوسنتز، افزایش فعالیت آنزیم‌ها، بهبود سنتز پروتئین، کربوهیدرات‌ها و روغن، زنجیره انتقال الکترون در فتوسنتز، افزایش توانایی در مقابله با آفت‌ها و بیماری‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند (Perry *et al.*, 2010).

آهن اندام هوایی و دانه: آهن اندام هوایی و دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال، کود دامی و زئولیت، سال در رقم، سال در کود دامی و سال در رقم در کود دامی و رقم در کود دامی در زئولیت قرار گرفت (جدول ۴). تفاوت در میزان آهن اندام هوایی و دانه در سال اول (به‌ترتیب ۳۶۴/۷ و ۱۰۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سال دوم (به‌ترتیب ۳۵۶/۹ و ۹۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) معنی‌داری بود (جدول ۵). در میان سطوح کود دامی، بیشترین آهن اندام هوایی و دانه از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۳۸۳/۲ و ۱۰۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۳۳۲/۷ و ۸۸/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد (جدول ۵).

مقایسه میانگین آهن اندام هوایی و دانه در سطوح اثر متقابل سه‌گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشان داد در هر دو رقم، بیشترین آهن اندام هوایی و دانه (به‌ترتیب ۳۷۴/۶ و ۱۰۱/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رقم گلی و به‌ترتیب ۴۰۲/۷ و ۱۱۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رقم اختر) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (به‌ترتیب ۳۱۵/۸ و ۸۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رقم گلی و به‌ترتیب ۳۳۰/۳ و ۸۷/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رقم اختر) از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد (شکل ۱)، هر چند در سطوح مختلف زئولیت، واکنش آهن اندام هوایی در رقم اختر به مصرف ۲۵

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

درصد کود شیمیایی کم اما به مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی بسیار بیشتر از رقم گلی بود.

آهن و روی از جمله مهم‌ترین عناصر ضروری کم مصرف هستند که کمبود آنها مشکل بحرانی مهمی در گیاهان، به‌ویژه در شرایط تنش ایجاد می‌کند (Babaei *et al.*, 2017). آهن یکی از عناصر ضروری کم‌مصرف برای رشد تمامی گیاهان است و در صورت کمبود آن، سبزینه (کلروفیل) به مقدار کافی در سلول‌های برگ تولید نمی‌شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۸۴). به گزارش کریمی (۱۳۹۵) دو عنصر آهن و روی، با افزایش غلظت اسمولیت‌هایی از جمله قندهای محلول و پرولین در نتیجه کمک به حفظ فشار اسمزی در سلول‌ها، در تحمل تنش خشکی به گیاه سورگوم کمک نمود. افزایش در جذب آهن در لوبیا پیش از این توسط نجفی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش شده است.

روی اندام هوایی و دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که روی اندام هوایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر اصلی سال، کود دامی و زئولیت؛ اثر متقابل دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی، و اثر متقابل سه‌گانه رقم در کود دامی در زئولیت و سال در رقم در کود دامی و روی دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر اصلی سال، کود دامی و زئولیت؛ اثر متقابل دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی و اثر متقابل سه‌گانه سال در رقم در کود دامی قرار گرفت (جدول ۴).

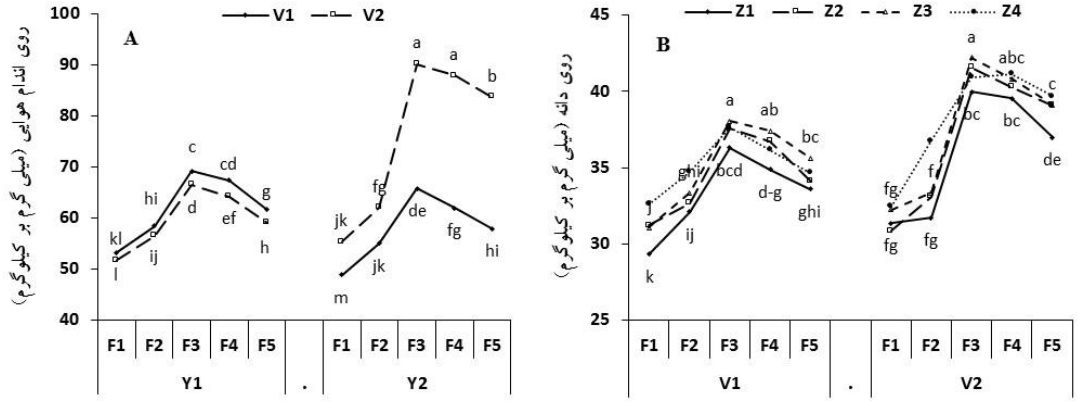
میانگین روی اندام هوایی و دانه در سال اول (به‌ترتیب ۶۰/۷۸ و ۳۵/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و در سال دوم (به‌ترتیب ۶۶/۸۳ و ۳۶/۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵). در میان سطوح کود دامی، بیشترین روی اندام هوایی و دانه از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۷۲/۸۹ و ۳۹/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن از تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی (به‌ترتیب ۵۲/۲۸ و ۳۱/۳۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد (جدول ۵). مقایسه میانگین روی اندام هوایی در سطوح اثر متقابل سه‌گانه سال در رقم در کود دامی نشان داد در سال اول، بیشترین روی اندام هوایی (۶۹/۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از رقم گلی در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۵۱/۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از رقم اختر در تیمار ۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی حاصل شد. در سال دوم، بیشترین روی اندام هوایی (۹۰/۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از رقم اختر در تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۴۸/۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) 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 درصد یا بیشتر کود شیمیایی، افزایش بیشتری نسبت به رقم گلی نشان داد.

روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه، نقش کاتالیزوری، فعال‌کننده و یا ساختمانی دارد و در ساخته شدن و تجزیه پروتئین‌های گیاه نیز دخیل است و با انتقال اسیدهای آمینه و کاهش تجزیه و تخریب از تجمع اسیدهای آمینه می‌کاهد. استفاده زیاد از کودهای فسفره در خاک‌هایی که مقدار کمی روی قابل استفاده دارند باعث بروز کمبود تحمیلی روی در گیاه می‌شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۷). نجفی و همکاران (۱۳۸۹) در آزمایشی شامل نوع کشت تک کشتی لوبیا و کشت مخلوط ذرت با لوبیا و کود دامی صفر، ۳۰، ۶۰ تن در هکتار نشان دادند که با افزایش سطح کود دامی عملکرد شاخساره لوبیا تغییر معنی‌داری نکرد، ولی عملکرد دانه لوبیا با مصرف ۳۰ و ۶۰ تن کود دامی در هکتار به‌طور معنی داری افزایش یافت. با افزایش سطح کود دامی میزان سبزینگی و غلظت آهن، مس، روی، منگنز، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم و کلسیم در شاخساره و دانه لوبیا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

روی و آهن از اجزای مهم بسیاری از آنزیم‌های زنده مانند گلوتامات دهیدروژناز (GDH)، کاتالاز (CAT) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) هستند و همچنین در سنتز کلروفیل، ایندول-۳- استیک اسید (IAA) (Li *et al.*, 2006; Jeong and Connolly, 2009)، و در تشکیل ساختار پروتئین‌ها، غشا و پروتئین‌های دی ان ای- باند مشارکت دارند (Aravind and

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]



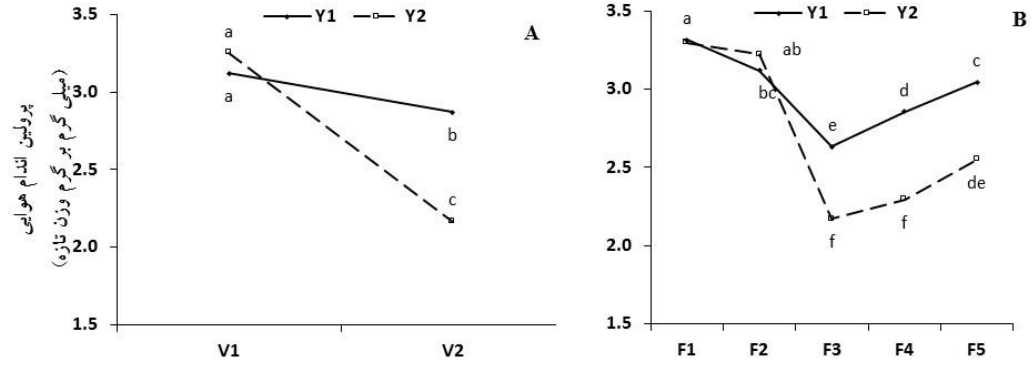
شکل ۳- مقایسه میانگین روی اندام هوایی (A) تحت تأثیر متقابل سال در کود دامی در رقم و روی دانه (B) تحت تأثیر متقابل رقم در کود دامی در زئولیت به‌روش برش‌دهی برای رقم. Y1 و Y2: به‌ترتیب سال اول و دوم اجرای آزمایش، V1 و V2: به‌ترتیب رقم گلی و اختر، F1 الی F5: به ترتیب ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ کود تلفیقی دامی:شیمیایی و Z1 الی Z4: به‌ترتیب مصرف صفر، ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار زئولیت. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد هستند.

(Prasad, 2004). Cakmak (۲۰۰۸) بیان داشت که تنش کمبود روی ممکن است مانع فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شود. انتقال زیاد عناصر غذایی به دانه موجب پیری زودرس برگ‌ها می‌شود و پیری زودرس می‌تواند باعث افزایش انتقال مجدد کربوهیدرات از ساقه به دانه شود (Yang *et al.*, 2019). همچنین، کاهش انتقال عناصر غذایی از بافت‌های رویشی به دانه موجب انباشت بیش از حد عناصر غذایی در اندام‌های رویشی و در نتیجه کاهش کارایی استفاده از عناصر غذایی و کاهش عملکرد می‌گردد (Chen *et al.*, 2014). همچنین، Ciampitti و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تمام کارایی-های داخل گیاه با افزایش جذب عناصر غذایی بهبود می‌یابند.

پرولین اندام هوایی: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که پرولین اندام هوایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال، کود دامی و زئولیت؛ اثرات متقابل دوگانه سال در رقم و سال در کود دامی قرار گرفت (جدول ۴). میانگین پرولین اندام هوایی در سال اول ۲/۹۹ میلی‌گرم بر گرم و در سال دوم ۲/۷۰ میلی‌گرم 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). در میان سطوح کود دامی، بیشترین پرولین اندام هوایی از مصرف خالص کود دامی (۳/۳۰۶ میلی‌گرم بر گرم) و کمترین آن از مصرف نیمی کود دامی (۲/۴۰۱ میلی‌گرم بر گرم) حاصل شد (جدول ۵). با افزایش مصرف زئولیت از پرولین اندام هوایی کاسته شد و از ۲/۹۹۳ میلی‌گرم بر گرم در تیمار شاهد به ۲/۷۳۸ میلی‌گرم بر گرم در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵).

مقایسه میانگین پرولین اندام هوایی در سطوح اثر متقابل دوگانه سال در رقم نشان داد بیشترین پرولین اندام هوایی (۳/۲۴۱ میلی‌گرم بر گرم) در سال دوم از رقم گلی بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با سال اول در همین رقم نداشت، و کمترین آن (۲/۱۲۶ میلی‌گرم بر گرم) در سال دوم از رقم اختر حاصل شد (شکل ۴). ملاحظه می‌شود که میزان پرولین اندام هوایی در رقم اختر در هر دو سال کمتر از رقم گلی بود که این کاهش در سال دوم بیشتر از سال اول بود. مقایسه میانگین پرولین اندام هوایی در سطوح اثر متقابل دوگانه سال در کود دامی نشان داد بیشترین پرولین اندام هوایی (۳/۳۲ میلی‌گرم بر گرم) در سال دوم از تیمار۰:۱۰۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۲/۱۷ میلی‌گرم بر گرم) در همان سال دوم از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۴). ملاحظه می‌شود که میزان پرولین اندام هوایی با افزایش مصرف کود شیمیایی به ۵۰ درصد کاهش شدید یافت که این کاهش در سال دوم بیشتر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]



شکل ۴- مقایسه میانگین پروتئین اندام هوایی تحت تأثیر متقابل سال در رقم (A) و سال در کود دامی (B). Y1 و Y2: به‌ترتیب سال اول و دوم اجرای آزمایش، V1 و V2: به‌ترتیب رقم گلی و اختر، F1 الی F5: 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 براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد هستند.

از سال اول بود و با افزایش بیشتر کود شیمیایی روند افزایشی نشان داد.

پرولین اسید آمینه‌ای است که معمولاً در شرایط تنش افزایش یافته و با مشارکت در تنظیم اسمزی موجب تعدیل تنش می‌شود. در میان ارقام نیز از نظر تولید پرولین تفاوت وجود داشت. به‌عبارت دیگر، تغییرات میزان پرولین در اندام هوایی تحت تأثیر هر دو عامل ژنتیک و محیط قرار گرفته است. با کاهش رطوبت خاک، مقدار پرولین برگ‌ها افزایش می‌یابد (بهرامی چگنی و همکاران، ۱۳۹۲؛ گلدانی و همکاران، ۱۳۹۱). تجمع پرولین و قندهای محلول به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی در تنظیم اسمزی گیاهان حائز اهمیت است (Tian and Li, 2006). آذری نصر آبادی (۱۳۹۵) برهمکنش ژنوتیپ و تنش خشکی از نظر محتوای پرولین برگ را نشان داد. تنش خشکی موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، پلی‌فنل اکسیداز و محتوی پرولین در گیاهان می‌گردد (Zhou *et al.*, 2010; Rezayian *et al.*, 2020; Behboudi *et al.*, 2018).

پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل دوگانه سال در کود دامی قرار گرفت (جدول ۴). در میان سطوح کود دامی، بیشترین میزان پروتئین دانه از تیمار ۱۰۰:۰ یا ۲۵:۷۵ دامی:شیمیایی (۲۲/۱ درصد) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی (۲۱/۶ درصد) حاصل شد (جدول ۵). مقایسه میانگین پروتئین دانه در سطوح اثر متقابل دوگانه سال در زئولیت نشان داد بیشترین پروتئین دانه (۲۲/۸ درصد) در سال اول از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی بدست آمد و کمترین آن (۲۱/۰ درصد) در همان سال اول از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی حاصل شد (شکل ۲).

ملاحظه می‌شود که میزان پروتئین دانه با افزایش مصرف کود شیمیایی، در سال اول روند افزایشی با شیب تندتر، اما در سال دوم روند کاهش با شیب کندتر نشان داد. دلیل این موضوع می‌تواند به میزان نشاسته و در نتیجه عملکرد دانه بالاتر و میزان پروتئین پائین‌تر در سال دوم مربوط باشد، زیرا میان میزان نشاسته با عملکرد دانه همبستگی منفی و میان میزان نشاسته با میزان پروتئین دانه همبستگی مثبت وجود دارد. افزایش غلظت نیتروژن و درصد پروتئین در دانه نخود با مصرف کود دامی (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Caliskan *et al.*, 2013; Elamin and Madhavi, 2015)، لوبیا چشم‌بلبلی (اولاد و همکاران، ۱۳۹۲)، کلزا (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱)، سویا (روستایی و همکاران، ۱۳۹۱) پیش از این گزارش شده است. به نظر می‌رسد با کاربرد کود دامی و افزایش میزان نیتروژن خاک، مقدار بیشتری از این عنصر توسط گیاه جذب و مازاد آن برای رشد رویشی و تشکیل دانه به شکل پروتئین در دانه تجمع یافته است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). زمانی نوری و همکاران (۱۳۹۲) با کاربرد زئولیت در سه سطح

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

شاهد، ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار در لوبیا قرمز نشان دادند که تیمار ۳۰ تن در هکتار زئولیت سبب افزایش میزان پروتئین دانه و عملکرد پروتئین شد.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات اصلی سال، کود دامی و زئولیت؛ اثرات متقابل دوگانه سال در رقم، سال در کود دامی، و اثرات متقابل سه‌گانه سال در رقم در کود دامی و رقم در کود دامی در زئولیت قرار گرفت (جدول ۴).

میانگین عملکرد دانه در سال اول ۲۱۸۸ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم ۲۳۲۸ کیلوگرم در هکتار 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). در میان سطوح کود دامی، بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی (۲۴۴۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی (۲۰۰۷ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۵). با افزایش مصرف زئولیت بر عملکرد دانه افزوده شد و از ۲۱۹۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۲۳۰۱ کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح زئولیت رسید (جدول ۵).

مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح اثر متقابل سه‌گانه رقم در کود دامی در زئولیت نشان داد در رقم گلی، بیشترین عملکرد دانه (۲۳۴۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (۱۸۶۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی و عدم مصرف زئولیت حاصل شد. در رقم اختر، بیشترین عملکرد دانه (۲۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت بدست آمد و کمترین آن (۲۰۳۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰۰:۰ دامی:شیمیایی عدم مصرف زئولیت حاصل شد (شکل ۵). ملاحظه می‌شود 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.

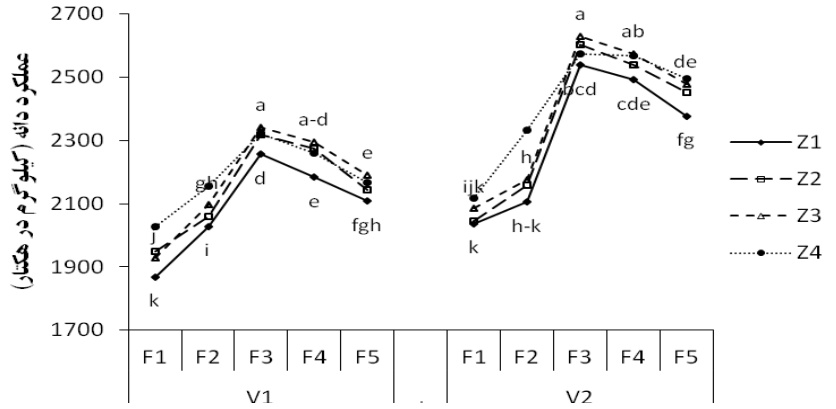
همان گونه که مشاهده می‌شود در هر دو رقم لوبیا، مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی توأم با کاربرد زئولیت عملکرد دانه بیشتری را تولید نموده است. پیش از این نیز افزایش در عملکرد دانه با مصرف تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی (Shirpukar *et al.*, 2006) و زئولیت (Islam *et al.*, 2011) گزارش شده است. رقم ایستاده اختر نسبت به رقم رونده گلی از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود که دلیل آن برتری این رقم از نظر تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، و وزن هزار دانه بیشتر و تعداد غلاف در بوته مساوی در تیمار تلفیق کود دامی و شیمیایی و مصرف زئولیت بود.

افزایش در عملکرد دانه نخود با مصرف کود دامی (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Caliskan *et al.*, 2013; Elamin and Madhavi, 2015)، لوبیا چشم‌بلبلی (اولاد و همکاران، ۱۳۹۲)، کلزا (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱)، سویا (روستایی، ۱۳۹۱)، جو (Olesen *et al.*, 2009) پیش از این گزارش شده است. به نظر می‌رسد با کاربرد کود دامی و افزایش میزان نیتروژن خاک، مقدار بیشتری از این عنصر توسط گیاه جذب و مازاد آن برای رشد رویشی و تشکیل دانه به شکل پروتئین در دانه تجمع یافته است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). قلاوند و همکاران (۱۳۹۱) گزارش دادند کاربرد کودهای شیمیایی + ۲۰ تن کود دامی + کمپوست در نخود موجب افزایش عملکرد دانه شد.

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 گردید. 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 (حبیب‌پور کاشفی و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به این که جهت تولید عملکرد بالا وجود آب کافی ضروری است، لذا کاربرد زئولیت سبب افزایش آب قابل دسترس گیاه و درنهایت سبب افزایش عملکرد دانه گردید. نتایج یک تحقیق نشان داد که اثر تنش آبی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]



شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر متقابل رقم در کود دامی در زئولیت به‌روش برش‌دهی برای رقم. V1 و V2: به‌ترتیب رقم گلی و اختر؛ F1 الی F5: به‌ترتیب ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ کود تلفیقی دامی:شیمیایی و Z1 الی Z4: به‌ترتیب مصرف صفر، ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار زئولیت. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد هستند.

و مصرف زئولیت بر عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود و در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار مربوط بود (سیبی و همکاران، ۱۳۹۰). در آزمایشی دیگر نیز بیان شد که بین سطوح مصرف زئولیت، بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۹ تن زئولیت در هکتار بود (میرزاخانی و سیبی، ۱۳۸۹). زمانی نوری و همکاران (۱۳۹۲) با کاربرد زئولیت در لوبیا قرمز شان 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.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش در مجموع نشان داد با افزایش مصرف زئولیت از میزان پرولین اندام هوایی کاسته شد. به عبارت دیگر مصرف زئولیت با کاهش تنش ناشی از تأخیر در آبیاری، نیاز گیاه به تنظیم اسمزی را کاهش داد. تیمار ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت در هر دو رقم گلی و اختر بیشترین میزان آهن اندام هوایی و دانه و عملکرد دانه به‌همراه داشت. در مجموع، رقم اختر همراه با مصرف کود تلفیقی ۵۰:۵۰ دامی:شیمیایی و شش تن در هکتار زئولیت جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه، غنی‌سازی دانه و کاهش ۵۰ درصدی مصرف کود شیمیایی قابل توصیه است.

منابع

آذری نصر آبادی، ع. (۱۳۹۵) بررسی اختلاف مرفوفیزیولوژیک رشد وعملکرد ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای تحت شرایط تنش خشکی در مراحل مختلف رشدونمو. پایان‌نامه، دولتی - وزارت علوم، تحقیقات، و فناوری، دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.

اولاد، ر.، فتوحی، ف. و سیادت، س. ع. ا. (۱۳۹۲) اثر کودهای بیولوژیک، دامی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی در شرایط آب و هوایی دره‌شهر. همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی.

باقری، ع. و پارسا، م. (۱۳۸۷) حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

بهرامی چگنی، ز.، امیری، ح. و لاری یزدی، ح. (۱۳۹۲) بررسی اثر تنش خشکی بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه ریحان. همایش ملی علوم و فنون کشاورزی ۴۳۰-۴۱۹.

حبیب‌پور کاشفی، ا.، قرینه، م، ح.، شافعی‌نیا، ع، ر. و روزرخ، م. (۱۳۹۶) تأثیر سطوح زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز تحت شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فن‌آوری تولیدات گیاهی ۱۷: ۱۵۱-۱۴۱.

رحیمی‌زاده، م. و حبیبی، د. (۱۳۹۵) اثر عناصر کم مصرف آهن ،روی ،مس، منگنز و بور در مقاومت به تنش خشکی آفتاب گردان. دهمین کنگره علوم و خاک ایران.

روستایی، خ.، موحدی‌دهنوی، م.، خادم، س. ع. و اولیایی، ح. ر. (۱۳۹۱) اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرجاذب بر خواص کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی. مجله به‌زراعی کشاورزی ۱۴: ۴۲-۳۳.

زمانی‌نوری، ع.، قشقایس، ع. و حسینی ابری، س. (۱۳۹۲) تأثیر زئولیت بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین گیاه لوبیا قرمز. اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی. زرندیه، ایران.

سیبی، م.، میرزاخانی، م. و گماریان، م. (۱۳۹۰) اثر تنش آبی، مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره. یافته‌های نوین کشاورزی ۵: ۲۹۰-۲۷۵.

سیروس مهر، ع. ر. و روشن ضمیر، ف. (۱۳۹۳) تأثیر تنش کم آبی و کود فسفر بر روی برخی از خصوصیات فیزیولوژیک و درصد اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.). نشریه زراعت پژوهش و سازندگی ۱۰۵: ۱۴۰-۱۳۴.

شیرانی‌راد، ا. ح.، آرمند پیشه، ا. و کاظمیان، ح. (۱۳۹۲) زئولیت‌ها و کاربرد آنها در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی.

قلاوند، ا. محمدی، خ.، آقاعلیخانی، م.، سهرابی، ی. و حیدری، غ. ر. (۱۳۹۱) تأثیر کودهای مختلف آلی و بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی) ۹۴: ۴۹-۴۱.

کریمی، ف.، بهمنیار، م. ع. و شهابی، م. (۱۳۹۱) تأثیر کاربرد گوگرد و کود دامی بر میزان روغن، پروتئین و برخی اجزای عملکرد کلزا در دو خاک آهکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۲: ۸۴-۷۱.

کریمی، ر.، هادی، ه. و تاج بخش شیشوان، م. (۱۳۹۵) بررسی امکان کاهش خسارت تنش کم آبی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و سولفات روی. نشریه به‌زراعی کشاورزی ۱۸: ۵۲۰-۵۰۷.

گلدانی، م. (۱۳۹۱) اثر فواصل آبیاری بر برخی شاخص‌های رشد اکوتیپ‌های ریحان (*Ocimum basilicum* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۰: ۴۲۰-۴۱۲.

مجنون حسینی، ن. (۱۳۹۴) زراعت و تولید حبوبات (حبوبات در ایران). انتشارات سازمان دانشگاهی تهران.

محمدی دهبالایی، ح.، طهماسبی، ز.، براری، م. و عزیزنیا، س. (۱۳۹۲) تأثیر تنش خشکی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی ژنوتیپ‌های لوبیای سیاه. هفدهمین کنگره ملی و سومین کنگره بین‌المللی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۱۸ شهریور ۱۳۹۲.

محمدی، خ.، قلاوند، ا.، آقاعلیخانی، م.، سهرابی، ی. و حیدری، غ. ر. (۱۳۸۹) تاثیرپذیری کیفیت دانه نخود از سیستم‌های مختلف افزایش حاصل‌خیزی خاک. مجله الکترونیک تولیو گیاهان زراعی ۳: ۱۱۹-۱۰۳.

میرزاخانی، م. و سیبی، م. (۱۳۸۹) پاسخ صفات فیزیولوژیکی گلرنگ به تنش آبی و مصرف زئولیت. خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، فرصت‌ها و چالش‌های پیش‌رو. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز. شیراز.

ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. (۱۳۸۴) نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان)، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

ملکوتی،م. ج. و طهرانی، م. م. (۱۳۷۷) نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تأثیر کلان». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

میرزاخانی، م. و ملکی، غ. ر. (۱۳۹۴) ارزیابی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گندم تحت شرایط تنش کم آبی و مصرف زئولیت. نشریه زراعت ۱۱۷: ۶۶-۵۸.

نجفی، ن.، مصطفایی م.، دباغ محمدی نسب، ع. و اوستان، ش. (۱۳۸۹) اثر کود دامی و کشت مخلوط ذرت با لوبیا بر جذب عناصر غذایی و عملکرد شاخساره و دانه لوبیا. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۲-۱۴ شهریور ۱۳۹۰. تبریز.

Aravind, P. and Prasad, M. N. V. (2004) Zinc protects chloroplasts and associated photochemical functions in cadmium exposed *Ceratophyllum demersum* L., a freshwater macrophyte. Plant Science 166: 1321-1327.

Babaei, K., Sharifi, R. S., Pirzad, A. and Khalilzadeh, R. (2017) Effects of bio fertilizer and nano zn-fe oxide on physiological traits, antioxidant enzymes activity and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. Journal of Plant Interactions 12.

Bahramichegeni, Z., Amiri, H. and LariYazdi, H. (2013) Effect of drought stress on some physiological parameters of basil. Agricultural Science and Technology 419-430.

Bates, L. S., Walderen, R. D. and Taere, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Behboudi, F., Tahmasebi Sarvestani, Z., Zaman Kassaee, M., Modares Sanavi, S. A. M. and Sorooshzadeh, A. (2018) Improving growth and yield of wheat under drought stress via application of SiO_2 nanoparticles. Journal of Agricultural Science and Technology 20.

Cakmak, I. (2008) Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil 302: 1-17.

Caliskan, S., Erdogan, C., Arslan, M. and Caliskan, M. E. (2013) Comparison of organic and traditional production systems in chickpea (*Cicer arietinium* L.). Turkish Journal Field Crops 18: 34-29.

Cha-um, S. and Kirdmanee, Ch. (2009) Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. Agricultural Sciences in China 8: 51-58.

Chen, Y., Xiao, C., Chen, X., Li, Q., Zhang, J., Chen, F. and Mi, G. (2014) Characterization of the plant traits contributed to high grain yield and high grain nitrogen concentration in maize. Field Crops Research 159: 1-9.

Christie, T., Brathwaite, B. and Thompson, B. (2003) Mineral commodity report zeolite. Institute of geological and nuclear science Ltd. New Zealand Mining 31: 76-112.

Ciampitti, I. A., Murrell, S. T., Camberato, J. J., Tuinstra, M., Xia, Y., Friedemann, P. and Vyn, T. J. (2013) Physiological dynamics of maize nitrogen uptake and partitioning in response to plant density and N stress factors: I. Vegetative phase. Crop Science 53.

Daneshian, J., MajidiHrvan, A. and Jonoubi, P. (2002) The effect of drought stress and different amounts of potassium on quantitative and qualitative characteristics of Soybean. Journal of Agriculture Science 8: 108-95.

Elamin, A. Y. and 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.

Fageria, N. K., Baligar, V. C. and Clark, R. B. (2009) Physiology of Crop Production. The Haworth Press, New York.

Farhad, W., Saleem, M. F., Cheema, M. A. and Hammad, H. M. (2009) Effect of poultry manure levels on the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). Journal of Manure and Plant Sciences 19: 122-125.

Islam, M. R, Hu, Y., Mao, S., Mao, J., Enejid, A. E. and 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. Jornal of the Science of Food and Agriculture 91: 1998-2005.

Jeong, J. and Connolly, E. L. (2009) Iron uptake mechanisms in plants: Functions of the FRO family of ferric reductases. Plant Science 176: 709-714.

Khalilzadeh, R., Seyed Sharifi, R. and Jalilian, J. (2016) Antioxidant status and physiological responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) to cycocel application and bio fertilizers under water limitation condition. Journal of Plant Interactions 11: 130-137.

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.

Li, W. Y. F., Wong, F. L., Tsai, S. N., Tsai, S. N., Phang, T. H., Shao, G. H. and Lam, H. M. (2006) Tonoplast-located GmCLC1 and GmNHX1 from oybean enhance NaCl tolerance in transgenic bright yellow (by)-2 cells. Plant Cell Environment 29: 1122-1137.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Hwat Bing, S., Ding, L., Liu, Q., Liu, S. and Fan, T. (2010) Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. Geoderma 158: 173-180.

Olesen, J. E., Askegaard, M. and Rasmussen, I. A. (2009) Winter cereal yields as affected by manure manure and green manure in organic arable farming. European Journal of Agronomy 30: 119-128.

Perry, J. N., Devos, Y., Arpaia, S., Bartsch, D., Gathmann, A., Hails, R. S., Kiss, J., Lheureux, K., Manachini, B., Mestdagh, S., Neemann, G., Ortego, F., Schiemann, J. and Sweet, J. B. (2010) A mathematical model of exposureof non-target Lepidoptera to Bt-maize pollen expressing Cry1Ab with in Europe. Proceedings Biological Sciences/The Royal Society 277: 1417-1425.

Polite, E., Karuca, M., Demire, H. and Onus, N. (2004) Use of natural zeolite (clinopetiolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12: 183-189.

Rezayian, M., Ebrahimzadeh, H. and Niknam, V. (2020) Nitric oxide stimulates antioxidant system and osmotic adjustment in soybean under drought stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 20: 1122-1132.

Ryan, J., Estefan, G. and Rashid, A. (2007) Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. ICARDA.

Shirpukar, G. N., Kashid, N. V., Kamble, M. S., Pisal, A. A. and Sarode, N. D. (2006) Effect of application of Zn, B and Mo on the yield and yield attibuting characters of soybean. Legume Research 29: 242-246.

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: 78-83.

Tian, X. and Li, Y. (2006) Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedlings. Biologia Plantarum 50: 775-778.

Yang, D., Cai, T., Luo, Y. and Wang, Z. (2019) Optimizing plant density and nitrogen application to manipulate tiller growth and increase grain yield and nitrogen-use efficiency in winter wheat. PeerJ 7: e6484.

Zaller, J. G. (2017) Vermicompost as a peat in potting media: effect on germination, biomass allocation, yields and fruit qualityof three tomato. Scientia Horticulturae 112: 191-199.

Zhou, X. and Deng, X. (2010) Effect of post-drought rewatering on leaf photosynthetic characteristics and antioxidation in different wheat genotypes. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica 27: 278-285.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]

Effect of manure and zeolite on yield and biochemical traits of two red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars

Amir Kolae [1], Masoud Rafiee[2]*, Ali Khorgami[1] and Kazem Taleshi[1]

[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, AREO, Khorramabad, Iran
(Received: 28/06/2022, Accepted: 24/09/2022)

Abstract

In order to investigate the effect of combined animal-chemical fertilizer and zeolite on the biochemical properties of two cultivars of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.), a factorial experiment with three factors in the form of a randomized complete block design with three replications was implemented in climatic conditions of Azna city in Lorestan province in spring of 2016 and 2017. Cultivar factor included two cultivars Goli (creeping) and Akhtar (standing); Animal-chemical compound fertilizer agent in five levels including 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 Livestock:chemical ratio and zeolite agent in four levels including non-application of zeolite and consumption of 3, 6 and 9 tons zeolite per hectare. Livestock manure was obtained from rotten sheep manure and chemical fertilizer was obtained from urea. The results showed that with increasing zeolite consumption, shoot proline decreased but grain yield (2199 kg / ha) increased. In both Goli and Akhtar cultivars, the highest amount of shoot iron (375 and 403 mg / kg, respectively), grain iron (102 and 111 mg / kg, respectively) and grain yield (2341 and 2630, respectively) Kg / ha) from 50:50 animal treatment: chemical and six tons per hectare of zeolite was obtained, but the highest potassium content of shoots (1.40 and 1.39%, respectively) in flower cultivar from 0: 100 animal treatment: Chemical and non-use of zeolite; While in Akhtar cultivar, 0: 100 livestock: chemical and six tons per hectare of zeolite were obtained. In total, Akhtar cultivar with the application of 50:50 animal manure: chemical fertilizer and six tons per hectare of zeolite is recommended to achieve maximum grain yield and grain enrichment.

Keywords: Grain protein, Essential elements, Osmotic regulation, Proline, Seed enrichment

Corresponding author, Email: rafieemasoud@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.24.2]