اثر محلول‌پاشی گلایسین بتائین و ریزمغذی‌ها بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز تحت تنش شوری

محمودرضا عیسی‌خانی[۱]، فرشاد قوشچی*[۲]، حمیدرضا توحیدی مقدم[۳]، پورنگ کسرایی[۴] و میثم اویسی[۵]

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵) گروه زراعت، واحد ورامین ـ پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

*نویسنده مسئول: **ghooshchi@yahoo.com**

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می باشد.

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۰۷/۲۳ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۱**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی گلایسین بتائین و ریزمغذی‌های روی و منگنز بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا در شرایط تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین ــ پیشوا در سال ۱۳۹۸ اجرا گردید. عامل‌های آزمایش شامل شوری در سطوح صفر، ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر، گلایسین بتائین در سطوح عدم مصرف و مصرف (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، و ریزمغذی‌ها شامل روی (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، منگنز (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و روی با منگنز (۲۵+۲۵ میلی‌گرم در لیتر)، بود. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که تنش شوری موجب کاهش ارتفاع بوته (۳۰/۳۱ درصد)، تعداد غلاف در بوته (۴۸/۰۵ درصد)، تعداد دانه در بوته (۳۷/۸۵ درصد)، وزن کل دانه در بوته (۲۵/۰۸ درصد)، شاخص سبزینگی (۴۲/۹۸ درصد)، درصد پروتئین (۳۱/۲ درصد) و افزایش پرولین (۴۳/۳۷ درصد) شد. به طور کلی بیش‌ترین اثر در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید. کاربرد گلایسین بتائین با بهبود عملکرد و اجزای عملکرد و افزایش شاخص سبزینگی (۱۷/۲۸ درصد)، درصد پروتئین (۶/۷۸ درصد) و پرولین (۳۷/۷۱ درصد) همراه بود. محلول‌پاشی ریزمغذی، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز، شاخص سبزینگی (۲۹/۷ درصد)، درصد پروتئین (۲۰/۶۷ درصد) و پرولین (۵۵/۱۳ درصد) را نشان داد. به طور کلی بیش-ترین اثر در کاربرد تؤام روی با منگنز به دست آمد. نتایج نشان داد که کاربرد گلایسین بتائین در کنار روی و منگنز با افزایش پرولین و شاخص سبزینگی موجب افزایش تحمل به تنش شوری در لوبیا قرمز شد. همچنین مشاهده شد که اثر ریزمغذی‌ها بیشتر از گلایسین بتائین در شرایط تنش شوری بر لوبیا قرمز بود.

کلمات کلیدی: پرولین، شاخص سبزینگی (SPAD)، ریزمغذی، شوری و گلایسین بتائین.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

مقدمه

در بین حبوبات، لوبیا قرمز[1] به جهت داشتن بیش‌ترین سطح زیر کشت و تولید، اهمیت ویژه‌ای دارد. این گیاه منبع پروتئین، فیبر، کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی کمیاب است (Hummel *et al*., 2018). شوری یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های زیست محیطی برای تولید پایدار مواد غذایی در سراسر جهان است. ایران با دارا بودن ۶/۸ میلیون هکتار اراضی شور در صدر کشورهای در معرض تهدید تنش شوری قرار دارد. تنش شوری بر حدود ۹۳۶ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت در جهان اثر می‌گذارد (Gelaye *et al*., 2019). در مراحل اولیه مواجه گیاه با تنش شوری به دلیل خشکی فیزیولوژیک، آب از دسترس گیاه خارج و پتانسیل اسمزی محیط اطراف ریشه به دلیل افزایش یون‌های سدیم و کلر کاهش یافته و در نتیجه پتانسیل آب اطراف ریشه در مقایسه با گیاه کاهش می‌یابد و در نتیجه آب به جای جذب توسط گیاه، از دسترس آن خارج می‌شود. تنش اسمزی سبب به هم خوردن توازن متابولیکی شده و سپس تنش اکسیداتیو در گیاه ایجاد می‌گردد (Hanin *et al*., 2016). مطالعه‌های متعددی تأیید کننده اهمیت تقویت تغذیه معدنی این گیاهان در جهت کاهش اثرهای نامطلوب عوامل تنش‌زای محیطی بر رشد و تولید آن‌ها است (میر و همکاران، ۱۴۰۰). در میان عناصر غذایی کم‌مصرف، روی در تحمل گیاه به تنش‌های محیطی بیش از سایر عناصر دخالت دارد (Karami *et al*., 2016). عنصر روی با فعال‌سازی آنزیم‌های ضروری، تولید هورمون‌های رشد از جمله هورمون اکسین، تأثیر بر افزایش تولید کلروفیل، تنفس، تنظیم رشد و تسریع بلوغ، افزایش کربوهیدرات‌ها، افزایش پروتئین، تحریک تشکیل بذر، کمک به جذب بیشتر آب، افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی و در نهایت، منجر به بهبود عملکرد محصولات زراعی می‌شود (اخوان هزاوه و همکاران، ۱۳۹۷). منگنز یکی از عناصر غذایی ضروری است که به مقدار کم در گیاهان مورد نیاز است و در سوخت و ساز، فتوسنتز و تنفس نقش دارد. مهم‌ترین نقش منگنز در گیاه در مرحله فتوسنتز و تولید اکسیژن (واکنش هیل) می‌باشد، که منگنز در همان مرحله ابتدای فتوسنتز در فتوسیستم نوری دو نقش گیرنده و انتقال دهنده الکترون را ایفا می‌کند. نقش دیگر منگنز شرکت داشتن این عنصر در آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان است که فعالیت رادیکال-های آزاد را محدود می‌کند و مانع از تخریب و انهدام چربی‌ها از جمله گلیکولیپیدها و اسیدهای چرب موجود در غشأ می‌شود. منگنز همچنین در سنتز قندها موثر است که با کمبود آن مقدار قند تولید شده در فرآیند فتوسنتز کاهش می‌یابد (Pradhan *et al*., 2014). گزارش شده است که کاربرد منگنز در گیاهان زراعی ذرت، لوبیا، سویا، گندم و نیشکر عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد (Dimkpa and Bindraban, 2016). گلایسین بتائین به‌طور گسترده‌ای در تقویت استحکامات گیاهان در کنار شرایط مختلف تنش از جمله تنش شوری فعالیت دارد (Khan *et al*., 2018). پژوهشگران با بررسی گلایسین بتائین بر کاهش اثرهای تنش شوری نشان دادند که محلول‌پاشی با گلایسین بتائین به طور معنی‌داری سبب افزایش رشد رویشی و

1- *Phaseolus vulgaris* L

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

عملکرد لوبیا سبز شد (Abdelmotlb *et al*., 2019). در بسیاری از محصولات زراعی تجمع طبیعی گلیسین بتائین کمتر از میزانی است که اثر مضر آب‌کشیدگی به وسیله تنش‌های متفاوت محیطی را جبران نماید. کاربرد گلایسین بتائین برای گیاهانی که میزان کمی از این ماده را تجمع می‌دهند یا اصلاً تجمع نمی‌دهند ممکن است باعث کاهش اثر مضر تنش‌های محیطی گردد (Khan *et al*., 2016). طبق آخرین آمارنامه کشاورزی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ سطح زیر کشت لوبیا در کشور به میزان ۱۰۵۲۹۹ هکتار بود که ۶۸ هکتار آن مربوط به استان تهران با تولید ۱۵۷ تن لوبیا و عملکرد ۲۳۰۹ کیلوگرم در هکتار بود. گیاه لوبیا قرمز نیز جزء گیاهان حساس به تنش شوری می‌باشد، به همین منظور بررسی اثر محلول‌پاشی با گلایسین بتائین، روی و منگنز در کاهش خسارات ناشی از تنش بر روی گیاه لوبیا قرمز رقم افق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این موضوع در حبوبات که درصد مهمی از پروتئین مورد استفاده انسان را تشکیل می‌دهند ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به‌صورت گلدانی در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین ـ پیشوا در بهار سال ۱۳۹۸ اجرا گردید. عامل‌های آزمایش شامل شوری در سطوح صفر، ۳ و ۶ دسی-زیمنس بر متر، گلایسین بتائین در سطوح عدم مصرف و مصرف و ریزمغذی‌ها شامل روی، منگنز و روی با منگنز بود. بدین منظور از گلدان‌هایی با حجم هشت کیلوگرم استفاده گردید. به‌منظور ضدعفونی بذور و جلوگیری از آلودگی‌های احتمالی قارچی بذور به مدت دو دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد قرار گرفتند، سپس به ترتیب با آب معمولی و آب مقطر شستشو داده شدند. بذور استفاده شده در این تحقیق رقم جدید لوبیا قرمز با عنوان تجاری افق بود که حاصل طرح‌های پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح بذر و تهیه نهال کرج است. این رقم دارای تیپ بوته ایستاده، با دوره رسیدگی ۸۵ روز، وزن صد دانه ۴۵ گرم و ۲۳ درصد پروتئین است. در گلدان‌ها از خاک سبک و غنی از موادآلی (کود پوسیده دامی) و خاک‌های شنی‌رسی و رسی‌شنی استفاده شد. بذور ۲۴ ساعت قبل از کاشت، به‌منظور تسریع در سبز شدن در مقداری آب خیس شد. در هر گلدان ۱۰ بذر در عمق سه سانتی‌متری کشت گردید و بلافاصله پس از کاشت نیز آبیاری صورت گرفت. جهت هر تیمار سه گلدان در نظر گرفته شد. طبق آزمون خاک میزان ۱۰۰ کیلوگرم اوره و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار (برای اوره و سوپرفسفات تریپل هر کدام برابر با ۰/۷ و ۰/۳۵ گرم سولفات پتاسیم برای هر گلدان) به خاک گلدان‌ها اضافه گردید. با توجه به حساسیت لوبیا به بیماری‌های قارچی، سمپاشی با قارچ‌کش‌های متالاکسیل (ردومیل، گرانول ۵ درصد) و مانکوزب (دیتان‌ام ۴۵، پودر وتابل ۸۰ درصد) در مرحله ۶-۴ برگی لوبیا صورت پذیرفت. در مرحله ۶-۴ برگی عملیات تنک بوته‌ها انجام شد و در داخل هر گلدان ۴ گیاهچه باقی ماند. در مرحله شش برگی اعمال تنش شوری آغاز گردید. به نحوی که همه گلدان‌ها به جز تیمار شاهد با اضافه کردن تدریجی شوری به میزان ۲۵ میلی‌مولار در هر سطح (برای سازگار شدن گیاهان) آبیاری شدند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

بعد از یک هفته کل تیمار شوری مربوط به هر سطح اعمال گردید. برای آبیاری گلدان‌های شاهد از آب مقطر استفاده شد. اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحله رشد و همزمان با نیاز آبی گیاه ادامه داشت. محلول‌پاشی یک‌بار قبل از فاز زایشی و حدوداً ۲۵ روز پس از کاشت و یکبار پس از ورود به فاز زایشی یعنی حدوداً ۴۵ روز پس از کاشت با محلول سولفات روی و سولفات منگنز و با غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۲۵+۲۵ میلی‌گرم در لیتر و همچنین محلول گلایسین بتائین (شرکت مرک آلمان) با غلظت‌های صفر و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر صورت گرفت به طوری که برگ‌های گیاه کاملاً خیس شدند.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	رس (درصد)	لای (درصد)	ماسه (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
							(میلی‌گرم در کیلوگرم)					
لوم شنی	۲۱	۳۳	۴۶	۱/۳	۷/۱	۰/۸۹	۶۸۰	۳/۱۱	۲۵۲/۱۷	۳/۹۸	۱/۶۷	۵/۷۶

آبیاری گلدان‌ها تا انتهای فصل رشد به طور مرتب تا رسیدن رطوبت خاک به ظرفیت زراعی (به صورت وزنی) صورت گرفت. برداشت لوبیا قرمز هنگام زرد شدن ۷۰ درصد غلاف‌ها انجام شد. در مرحله پر شدن دانه میزان سبزینگی (شاخص اسپد) هر برگ، در قسمت وسط پهنک در یک سوی رگبرگ اصلی، با دستگاه کلروفیل‌متر دستی Minolta مدل SPAD-502 ساخت کشور ژاپن در ساعت ۹:۳۰ الی ۱۰ صبح به‌منظور به حداقل رسانیدن تغییرات روزانه اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین دانه با استفاده از دستگاه کجلدال ساخت شرکت Foss سوئد اندازه‌گیری شد. میزان پرولین برگ بر طبق روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) مشخص شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرهای اصلی شوری، گلایسین بتائین و ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش دو عاملی در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد، در برهم‌کنش سه عاملی، شوری با گلایسین بتائین و ریزمغذی اثر معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). شوری موجب کاهش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد، بیش‌ترین ارتفاع بوته به میزان ۵۶/۰۳ سانتی‌متر در تیمار شاهد و کم‌ترین ارتفاع بوته به میزان ۳۹/۰۵ سانتی‌متر در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد که بیانگر کاهش ۳۰/۳۱ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد بود (جدول ۳). مصرف گلایسین بتائین باعث افزایش ۱۰/۷۶ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد (جدول ۴). با محلول‌پاشی ریزمغذی، ارتفاع بوته نسبت به شاهد افزایش یافت، حداکثر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

ارتفاع بوته به میزان ۵۳/۰۱ سانتی‌متر در محلول‌پاشی ریزمغذی با منگنز و حداقل ارتفاع بوته به میزان ۴۰/۸۵ سانتی‌متر در تیمار شاهد حاصل شد؛ که نشان دهنده افزایش ۲۹/۷۷ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد بود (جدول ۵). در عدم حضور شوری و شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر، کاربرد گلایسین بتائین موجب افزایش ۷/۶۳ و ۱۳/۶۳ درصدی ارتفاع بوته شد ولی در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر اثر معنی‌دار نداشت، به طور کلی بیش‌ترین ارتفاع بوته به میزان ۵۸/۰۹ سانتی‌متر از مصرف گلایسین بتائین در عدم اعمال شوری به دست آمد (جدول ۶). همانطور که از نتایج ارتفاع بوته در واکنش به محلول‌پاشی ریزمغذی در شرایط شوری مشهود بود با محلول‌پاشی ریزمغذی ارتفاع بوته در شرایط عدم حضور شوری و شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر افزایش پیدا کرد. بیش‌ترین افزایش ارتفاع بوته در عدم حضور شوری به میزان ۳۰/۵ درصد مربوط به کاربرد منگنز، در شوری ۳ دسی-زیمنس بر متر به میزان ۳۴/۲۷ درصد مربوط به کاربرد روی با منگنز و در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۳۱/۲ درصد مربوط به کاربرد روی با منگنز بود (جدول ۷). گلایسین بتائین و ریزمغذی اثر افزایشی بر هم داشتند و بیش‌ترین ارتفاع بوته به میزان ۵۳/۴۴ و ۵۴/۰۲ سانتی‌متر از مصرف روی با گلایسین بتائین و مصرف منگنز با گلایسین بتائین حاصل گردید (جدول ۸). ارتفاع گیاه یکی از ویژگی‌های مورفولوژیکی است که شدیداً به شوری واکنش نشان می‌دهد. در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد گیاه و نیز ساز و کار فرار از تنش، همگی می‌توانند مانع از توسعه عادی سلول‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه شوند (ملازم، ۱۳۹۷). از آنجا که رشد و نمو گیاهان بستگی به سرعت تولید و بزرگ شدن سلول‌های جدید دارد و گیاهان فقط در حالت آماس قادر به تقسیم سلولی هستند، لذا با ایجاد حالت آماس توسط گلایسین بتائین تقسیم سلولی افزایش پیدا کرده و رشد گیاه در حالت محلول‌پاشی این ماده را سبب گردیده است (Armin and Miri, 2014). پژوهشگران اظهار داشته‌اند که افزایش ارتفاع گیاه، نتیجه افزایش تقسیم و طویل‌شدگی سلولی در اثر کاربرد روی می‌باشد (ویسی و همکاران، ۱۳۹۷). با کاربرد منگنز، ارتفاع بوته افزایش یافت. این امر به دلیل نقش عناصر کم‌مصرف در فرآیندهای حیاتی مانند فتوسنتز و فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی می‌باشد (Dimkpa and Bindraban, 2016).

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری، گلایسین بتائین، ریزمغذی و برهم‌کنش شوری با گلایسین بتائین و شوری با ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌دار داشت. برهم‌کنش گلایسین بتائین با ریزمغذی و برهم‌کنش سه عاملی شوری با گلایسین بتائین و ریزمغذی بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲). اعمال تنش شوری با کاهش تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد همراه بود، بالاترین تعداد غلاف در بوته به مقدار ۶/۶۶ غلاف در تیمار شاهد و پایین‌ترین تعداد غلاف در بوته به مقدار ۳/۴۶ غلاف در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر دیده شد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

که بیانگر کاهش ۴۸/۰۵ درصدی تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد بود (جدول ۳). کاربرد گلایسین بتائین افزایش ۲۰/۱۳ درصدی تعداد غلاف در بوته را در پی داشت (جدول ۴). کاربرد ریزمغذی افزایش تعداد غلاف در بوته را در پی داشت، بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته به میزان ۵/۷۲ غلاف در کاربرد روی با منگنز مشاهده شد که افزایش ۳۵/۶۳ درصدی را نسبت به شاهد موجب گردید (جدول ۵). کاربرد گلایسین بتائین در سطوح مختلف شوری باعث افزایش تعداد غلاف در بوته شد، این افزایش در عدم اعمال شوری، به میزان ۲۹/۰۴ درصد و در شرایط شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر، به ترتیب به میزان ۷/۶۵ و ۲۴/۲۷ درصد بود (جدول ۶). همانطور که از نتایج تعداد غلاف در بوته در واکنش به محلول‌پاشی ریزمغذی تحت تنش شوری مشخص بود، کاربرد ریزمغذی موجب افزایش تعداد غلاف در بوته شد، بیش‌ترین اثر در عدم اعمال شوری به مقدار ۵۲/۹۵ درصد مربوط به کاربرد روی با منگنز، در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر به مقدار ۳۱/۷۶ درصد مربوط به کاربرد منگنز و در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر به مقدار ۳۷/۶۳ درصد مربوط به کاربرد روی بود (جدول ۷). برخی پژوهشگران اظهار داشتند که مقدار بالای سدیم در خاک‌های شور تعادل مواد غذایی موجود در خاک را به هم زده و باعث اختلال در تعادل اسمزی گیاه می‌شود که همین امر موجب کاهش تعداد گل‌های بارور و در نتیجه کاهش تعداد غلاف در گیاه می‌گردد (Sofy *et al.*, 2020). کاربرد گلایسین بتائین سبب تجمع آن در بافت‌های مریستم و سپس انتقال آن به جوانه گل‌ها و سبب افزایش رشد و افزایش تعداد گل و در نتیجه تعداد غلاف و دانه خواهد شد (Annunziata, 2019). با توجه به اینکه گلایسین بتائین در شرایط تنش از منابع مهم نیتروژن در گیاه محسوب می‌شود و همچنین به واسطه مهار رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن فعال آثار مضر آن‌ها را کاهش می‌دهد (Kaya *et al.*, 2013)، لذا می‌تواند نقش مؤثری در افزایش رشد و تعداد غلاف داشته باشد (Annunziata, 2019). کاربرد کود روی با افزایش تعداد شاخه جانبی از طریق افزایش سطح هورمون‌های رشد، شرایط مناسب برای تشکیل تعداد غلاف را فراهم می‌سازد (ویسی و همکاران، ۱۳۹۷).

تعداد دانه در بوته

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر تنش شوری، گلایسین بتائین، ریزمغذی و برهم‌کنش شوری با ریز مغذی در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش شوری با گلایسین بتائین، گلایسین بتائین با ریزمغذی و برهم‌کنش سه عاملی شوری با گلایسین بتائین و ریزمغذی در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). اعمال شوری موجب کاهش تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد شد، بالاترین تعداد دانه در بوته به مقدار ۲۹/۱۷ دانه مربوط به تیمار شاهد و پایین‌ترین مقدار آن (۱۸/۱۳ دانه) مربوط به شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود که حکایت از کاهش ۳۷/۸۵ درصدی تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۳). گلایسین بتائین موجب افزایش ۲۹/۸۵ درصدی تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد شد (جدول ۴). طبق نتایج مقایسه میانگین، کاربرد ریزمغذی افزایش تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد را به همراه داشت. حداکثر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

تعداد دانه در بوته به میزان ۲۵/۳۹ و ۲۷/۷۲ درصد از مصرف روی و روی با منگنز به دست آمد که بیانگر افزایش به ترتیب ۳۵/۶۳ و ۴۸/۰۸ درصدی تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد بود (جدول ۵). محلول‌پاشی گلایسین بتائین موجب افزایش تعداد دانه در بوته در شرایط عدم حضور تنش شوری و شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب به میزان ۳۸/۰۸، ۲۷/۳۳ و ۲۰/۷۷ درصد شد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته در واکنش به محلول‌پاشی ریزمغذی در شرایط تنش شوری نشان داد که بیش‌ترین افزایش در شرایط عدم حضور شوری به میزان ۵۵/۶ درصد مربوط به مصرف روی با منگنز و در شرایط شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۴۸/۶۳ و ۵۲/۳۸ دانه مربوط به مصرف روی و روی با منگنز بود، در شرایط شوری ۶ دسی-زیمنس بر متر نیز تیمارهای روی، منگنز و روی با منگز در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته در واکنش به گلایسین بتائین و ریزمغذی نشان داد که اثر افزایشی روی هم داشتند و بالاترین تعداد دانه در بوته به میزان ۳۲ دانه از مصرف گلایسین بتائین و روی با منگنز حاصل گردید (جدول ۸). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته در واکنش به محلول‌پاشی گلایسین بتائین و ریزمغذی در شرایط تنش شوری، بیش‌ترین تعداد دانه در بوته به میزان ۴۰/۳۳ دانه مربوط به مصرف گلایسین بتائین و روی با منگنز در شرایط عدم حضور شوری بود (جدول ۹). برخی پژوهشگران اظهار داشتند که مقدار بالای سدیم در خاک‌های شور، تعادل مواد غذایی موجود در خاک را به هم زده و باعث اختلال در تعادل اسمزی گیاه می‌شود که همین امر موجب کاهش تعداد گل‌های بارور و در نتیجه کاهش تعداد دانه در گیاه می‌گردد (Sofy *et al.*, 2020). در شرایط تنش با توجه به این که گلایسین بتائین در مهار اکسیژن فعال در مجموعه فتوسیستم II نقش دارند، لذا از تجزیه مولکولی پروتئین‌های تنظیم کننده جلوگیری می‌کند و سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه بهبود رشد زایشی و تعداد دانه گیاه می‌شود (Yildirima *et al.*, 2015). مشاهده شد که مصرف کود روی، موجب افزایش تعداد دانه گردید، افزایش تعداد دانه با مصرف کود روی را می‌توان به نقش مستقیم این عنصر در فعالیت‌های آنزیمی (کربنیک آهیدراز، هیدروژناز، پروتئیناز و نیترات رودکتاز) متابولیسم اکسین، فتوسنتز، کلروفیل و فعالیت کاتالیزورها نسبت داد (Shekari *et al.*, 2015). عنصر روی، نقش اصلی در فرآیند گرده‌افشانی، تشکیل اندام‌های زایشی نر و ماده و فرآیند تشکیل دانه دارد (ویسی و همکاران، ۱۳۹۷).

وزن کل دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که اثرهای اصلی شوری، گلایسین بتائین، ریزمغذی و برهم‌کنش شوری با گلایسین بتائین و گلایسین بتائین با ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد بر وزن کل دانه اثر معنی‌دار داشتند اما برهم‌کنش شوری با ریزمغذی و برهم‌کنش سه عاملی شوری با گلایسین بتائین و ریزمغذی اثر معنی‌داری بر وزن کل دانه نداشت (جدول ۲). اعمال شوری موجب کاهش وزن کل دانه نسبت به شاهد شد، بالاترین وزن کل دانه به مقدار ۹/۸۹ گرم در تیمار شاهد و پایین‌ترین وزن کل دانه به مقدار ۷/۴۱ گرم در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد که بیانگر کاهش ۲۵/۰۸ درصدی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

وزن کل دانه نسبت به شاهد بود (جدول ۳). مصرف گلایسین بتائین در مقایسه با عدم مصرف آن، وزن کل دانه بیشتری به مقدار ۱۳/۹۲ درصد دارا بود (جدول ۴). کاربرد ریزمغذی افزایش وزن کل دانه را نسبت به شاهد به همراه داشت، بیش‌ترین وزن کل دانه به میزان ۱۰/۴۵ گرم از مصرف روی با منگنز حاصل شد که نشان دهنده افزایش ۴۹/۰۷ درصدی وزن کل دانه نسبت به شاهد بود (جدول ۵). محلول‌پاشی گلایسین بتائین در شرایط عدم حضور شوری باعث افزایش ۳۵/۶۴ درصدی وزن کل دانه شد اما اثر معنی‌داری در شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر را ایجاد نکرد (جدول ۶). نتایج وزن کل دانه در واکنش به گلایسین بتائین و ریزمغذی نشان داد، بیش‌ترین وزن کل دانه به مقدار ۱۰/۰۳ گرم از مصرف روی با منگنز در عدم مصرف گلایسین بتائین و ۱۰/۷۷ و ۱۰/۸۷ گرم از مصرف روی و روی با منگنز در شرایط کاربرد گلایسین بتائین به دست آمد (جدول ۸). در اثر شوری، مواد حل شده در منطقه توسعه ریشه گیاهان، پتانسیل اسمزی منفی زیادی را ایجاد می‌کند که منجر به کاهش پتانسیل آب خاک شده و جذب آب توسط گیاه را با مشکل مواجه می‌کند و پس از آن رشد و نمو گیاهی و متعاقب آن عملکرد در گیاهان کاهش می‌یابد (Gulmezoglu *et al* ., 2016). در لوبیا اعمال تنش شوری، کاهش شاخص سطح برگ، وزن خشک بوته و وزن دانه را نشان داد (Troche *et al*., 2018). به نظر می‌رسد دلیل اصلی افزایش وزن دانه با مصرف گلایسین بتائین به دلیل انتقال بیشتر مواد پرورده به دانه‌ها باشد (Alasvandyari *et al*., 2017). با توجه به نقش فتوسنتز در حد بهینه، در جذب بهتر آب و مواد غذایی (Khan *et al*., 2016) دستیابی به بالاترین میزان عملکرد با کاربرد گلایسین بتائین قابل انتظار و مطابق با نتیجه حاصل از این تحقیق می‌باشد. افزایش وزن دانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع است که باعث سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌گردد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۸). افزایش وزن دانه با مصرف عناصر ریزمغذی به دلیل اثرهای مثبت این عناصر بر انتقال آسیمیلات، فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، تشکیل کلروفیل و بهبود رشد گیاه می‌باشد (پاینده و همکاران، ۱۳۹۷).

بیوماس

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرهای اصلی شوری، گلایسین بتائین و ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش شوری با ریزمغذی در سطح احتمال پنج درصد بر بیوماس معنی‌دار شد، در سایر برهم‌کنش‌های دو عاملی و برهم‌کنش سه عاملی شوری با گلایسین بتائین و ریزمغذی اثر معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). شوری موجب کاهش بیوماس نسبت به شاهد شد، بیش‌ترین بیوماس به میزان ۳۴/۲۹ گرم در تیمار شاهد و کم‌ترین بیوماس به میزان ۲۵/۱ گرم در شوری ۶ دسی-زیمنس بر متر به دست آمد که بیانگر کاهش ۲۶/۸ درصدی بیوماس نسبت به شاهد بود (جدول ۳). مصرف گلایسین بتائین باعث افزایش ۱۴/۰۴ درصدی بیوماس نسبت به شاهد شد (جدول ۴). با محلول‌پاشی ریزمغذی بیوماس نسبت به شاهد افزیش یافت، حداکثر بیوماس به میزان ۵۳/۰۱ گرم در محلول‌پاشی ریزمغذی با روی و منگنز با هم و حداقل بیوماس به

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

میزان ۴۰/۸۵ گرم در تیمار شاهد حاصل شد که نشان دهنده افزایش ۳۳/۰۹ درصدی بیوماس نسبت به شاهد بود (جدول ۵). همانطور که از نتایج بیوماس در واکنش به محلول‌پاشی ریزمغذی در شرایط شوری مشهود بود با محلول‌پاشی ریزمغذی بیوماس در شرایط عدم حضور شوری و شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر افزایش پیدا کرد، بیش‌ترین افزایش بیوماس در عدم حضور شوری به میزان ۴۱/۴۱ درصد مربوط به کاربرد روی با منگنز، در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۳۳/۰۹ و ۳۲/۳۲ درصد مربوط به کاربرد روی و روی با منگنز بود، در شوری ۶ دسی‌زیمنس تفاوت معنی‌داری بین ریزمغذی‌ها وجود نداشت (جدول ۷). از آنجایی که در شرایط تنش شوری، میزان نشت غشا و مواد سیتوپلاسمی به دلیل افزایش رادیکال‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابد، احتمالاً کاهش بیوماس ناشی از اثرهای تنش شوری در افزایش موارد مذکور باشد (Amirul Alam *et al*., 2015). افزایش بیوماس بر اثر مصرف گلایسین بتائین می‌تواند به این دلیل باشد که گلایسین بتائین به عنوان یک اسمولیت مهم در گیاهان باعث افزایش پتانسیل اسمزی شده و در نتیجه، با جذب آب توسط گیاه آماس سلول‌ها افزایش پیدا می‌کند. از آنجا که رشد و نمو گیاهان بستگی به سرعت تولید و بزرگ شدن سلول‌های جدید دارد و گیاهان فقط در حالت آماس، قادر به تقسیم سلولی هستند، با ایجاد حالت آماس توسط گلایسین بتائین تقسیم سلولی افزایش پیدا کرده و رشد گیاه در حالت محلول‌پاشی این ماده را سبب شده است (Korkmaz *et al*., 2012). روی نیز نقش مهمی در سنتز پروتئین‌ها و سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها دارد، بنابراین کاربرد آن افزایش محتوای پروتئین گیاه و همچنین ماده خشک و عملکرد را به همراه دارد (اخوان هزاوه و همکاران، ۱۳۹۷). مهم‌ترین نقش منگنز در گیاه دخالت در آزادسازی اکسیژن فتوسنتزی در جریان شکستن مولکول آب است و موجب افزایش فتوسنتز می‌شود. با افزایش فتوسنتز میزان کربوهیدرات‌های محلول به خصوص در ریشه‌ها افزایش می‌یابد که موجب افزایش وزن بوته می‌گردد (Pradhan *et al*., 2013).

پروتئین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش شوری و ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد، اثر گلایسین بتائین و برهم‌کنش شوری با ریزمغذی و گلایسین بتائین با ریزمغذی در سطح احتمال پنج درصد بر پروتئین اثر معنی‌دار داشت. برهم‌کنش شوری با گلایسین بتائین و برهم‌کنش سه عاملی شوری با گلایسین بتائین و ریزمغذی بر پروتئین معنی‌دار نبود (جدول ۲). اعمال تنش شوری با کاهش پروتئین نسبت به شاهد همراه بود، بالاترین پروتئین به مقدار ۲۵/۱۹ درصد در تیمار شاهد و پایین‌ترین پروتئین به مقدار ۱۷/۳۳ درصد در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر دیده شد (جدول ۳). کاربرد گلایسین بتائین افزایش پروتئین را از ۲۰/۲۲ به ۲۱/۵۹ درصد در پی داشت (جدول ۴). کاربرد ریزمغذی افزایش پروتئین را در پی داشت، بیش‌ترین پروتئین به میزان ۲۲/۵۹ درصد در کاربرد روی با منگنز مشاهده شد (جدول ۵). همانطور که از نتایج واکنش میزان پروتئین به محلول‌پاشی ریزمغذی تحت تنش شوری مشخص بود، کاربرد ریزمغذی موجب افزایش پروتئین شد، بیش‌ترین افزایش در عدم اعمال شوری و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر مربوط به کاربرد روی با منگنز و در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر مربوط به کاربرد روی بود (جدول ۷). بر اساس نتایج واکنش میزان پروتئین به محلول‌پاشی گلایسین بتائین با ریزمغذی، بیش‌ترین درصد پروتئین به مقدار ۲۲/۶۵ درصد مربوط به کاربرد روی با منگنز در عدم کاربرد گلایسین بتائین و به میزان ۲۲/۶۷ و ۲۲/۵۲ درصد مربوط به کاربرد منگنز همراه با گلایسین بتائین و روی با منگنز همراه با گلایسین بتائین بود (جدول ۸). در هنگام بروز تنش به‌منظور تولید اسیدهای آمینه برای تنظیم اسمزی سلول، پروتئین‌های موجود در گیاه به وسیله آنزیم پروتئاز هیدرولیز می‌شوند و همین امر سبب کاهش پروتئین در گیاه می‌شود (Gupta and Huang, 2014). این کاهش می‌تواند به دلایل مختلف همچون افزایش سرعت تجزیه پروتئین‌ها، کاهش ساخت پروتئین، کاهش در اسیدهای آمینه و یا تغییر ساختار آنزیم‌های درگیر در سنتز پروتئین باشد (Said-Alahl and Omer, 2011). استفاده از گلایسین بتائین باعث تثبیت پروتئین‌ها، کاهش ROS و محافظت از فرآیند فتوسنتز می‌شود (Nusrat *et al*., 2014). درصد پروتئین به تغذیه گیاه بستگی دارد و تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار می‌گیرد و استفاده از کودهای کم مصرف باعث افزایش پروتئین می‌شود (Chanchan *et al*., 2011). روی جزء ترکیب ریبوزوم‌ها بوده و برای تکامل و یکپارچگی آن‌ها ضروری است. مقادیر زیاد اسید آمینه در گیاهان دچار کمبود روی، به کاهش سنتز RNA پلی‌مراز نیز بستگی دارد. نتایجی مشابه در مورد نقش عناصر کم مصرف در افزایش درصد پروتئین توسط پژوهشگران (آژند و همکاران، ۱۳۹۹) در مورد گیاهان دیگر به دست آمده است. همچنین، با افزایش عرضه منگنز احیای نیترات افزایش می‌یابد و مقادیر بیشتری از هیدرات‌های کربن به پروتئین تبدیل می‌شود (Du *et al*., 2017).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی گلایسین بتائین و ریزمغذی روی و منگنز بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز در شرایط تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	شاخص سبزینگی	پرولین	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه	بیوماس	پروتئین
شوری (A)	۲	۱۷۷۸/۷۶**	۵۲۱/۳۷**	۵۶۷/۸۳**	۶۱/۹۷**	۷۳۲/۵۱**	۳۶/۷۶**	۵۱۹/۲۸**	۳۷۹/۵۶**
گلایسین بتائین (B)	۱	۴۳۸/۱۸**	۱۳۱/۸۷**	۱۳۶۳/۲**	۱۶/۰۶**	۶۷۲/۲۲**	۲۳/۰۶**	۲۶۴/۲۳**	۳۴/۰۵*
ریزمغذی (C)	۳	۴۹۳/۳**	۱۰۱/۹۸**	۴۵۷/۲۵**	۷/۸۳**	۲۷۴/۲۸**	۳۶/۸۶**	۲۵۰/۱۱**	۴۷/۴۳**
A×B	۲	۶۳/۰۶*	۱۸/۵۳**	۵۹/۳۳*	۲/۷۵**	۵۳/۷۶*	۱۶/۲۳**	۳/۳۶^{ns}	۲/۰۳^{ns}
A×C	۶	۴۵/۱۵*	۱۱/۶۲*	۵۲/۷۶*	۱/۹۱**	۴۱/۵۱**	۳/۴۷^{ns}	۲۰/۸۶*	۱۲/۳۹*
B×C	۳	۶۹/۲۶*	۰/۶۷^{ns}	۵۶/۶۶*	۰/۵۲^{ns}	۳۹/۲۶*	۱۲/۵۱**	۲/۳۶^{ns}	۱۵/۰۱*
A×B×C	۶	۱۲/۷۳^{ns}	۱۴/۷۶*	۴۵/۸۲*	۰/۲۵^{ns}	۲۸/۵۸*	۱/۳۱^{ns}	۱/۶۷^{ns}	۱/۵۶^{ns}
خطا	۴۸	۱۹/۰۴	۴/۸۶	۱۷/۸۵	۰/۴۹	۱۲/۱۷	۲/۹	۶/۷۳	۵/۰۲
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۰۲	۱۲/۹۴	۱۵/۴۱	۱۳/۶۲	۱۴/۸۳	۱۹/۵۹	۸/۸۶	۱۰/۷۲

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های تنش شوری و محلول‌پاشی گلایسین بتائین و ریزمغذی روی و منگنز ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص سبزینگی	پرولین (میکرو مول در گرم وزن تر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه (گرم)	بیوماس (گرم)	پروتئین (درصد)
۰	۵۶/۰۳ a	۲۱/۷۱ a	۲۲/۴۱ c	۶/۶۶ a	۲۹/۱۷ a	۹/۸۹ a	۳۴/۲۹ a	۲۵/۱۹ a
۳	۵۰ b	۱۷/۰۲ b	۲۷/۷۱ b	۵/۲۹ b	۲۳/۲۹ b	۸/۷۷ b	۲۸/۴۵ b	۲۰/۲۱ b
۶	۳۹/۰۵ c	۱۲/۳۸ c	۳۲/۱۳ a	۳/۴۶ c	۱۸/۱۳ c	۷/۴۱ c	۲۵/۱ c	۱۷/۳۳ c

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی گلایسین بتائین بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز

گلایسین بتائین	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص سبزینگی	پرولین (میکرو مول در گرم وزن تر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه (گرم)	بیوماس (گرم)	پروتئین (درصد)
عدم مصرف	۴۵/۸۹ b	۱۵/۶۸ b	۲۳/۰۷ b	۴/۶۷ b	۲۰/۴۷ b	۸/۱۲ b	۲۷/۳۶ b	۲۰/۲۲ b
مصرف	۵۰/۸۳ a	۱۸/۳۹ a	۳۱/۷۷ a	۵/۶۱ a	۲۶/۵۸ a	۹/۲۵ a	۳۱/۲ a	۲۱/۵۹ a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی ریزمغذی روی و منگنز بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز

ریزمغذی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص سبزینگی	پرولین (میکرو مول در گرم وزن تر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه (گرم)	بیوماس (گرم)	پروتئین (درصد)
عدم مصرف	۴۰/۸۵ c	۱۴/۱۱ c	۲۱/۱۳ d	۴/۲۱ c	۱۸/۷۲ c	۷/۰۱ c	۲۴/۱۸ d	۱۸/۷۲ c
روی	۴۹/۷۹ b	۱۹/۵۲ a	۲۹/۸۱ b	۵/۴۶ ab	۲۵/۳۹ a	۸/۹۸ b	۳۱/۰۶ b	۲۱/۴۵ ab
منگنز	۴۹/۷۹ b	۱۶/۲۱ b	۲۵/۹۶ c	۵/۱۶ b	۲۲/۲۸ b	۸/۳۱ b	۲۹/۰۷ c	۲۰/۸۷ b
روی و منگنز	۵۳/۰۱ a	۱۸/۳ a	۳۲/۷۸ a	۵/۷۲ a	۲۷/۷۲ a	۱۰/۴۵ a	۳۲/۸۱ a	۲۲/۵۹ a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۶: مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی گلایسین بتائین بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز در شرایط تنش شوری

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	گلایسین بتائین	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص سبزینگی	پرولین (میکرو مول در گرم وزن تر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه (گرم)
۰	عدم مصرف	۵۳/۹۷ ab	۲۱/۳۷ a	۱۹/۸۲ c	۵/۸۲ b	۲۴/۵ b	۸/۳۹ ab
	مصرف	۵۸/۰۹ a	۲۲/۰۵ a	۲۵/۰۱ bc	۷/۵۱ a	۳۳/۸۳ a	۱۱/۳۸ a
۳	عدم مصرف	۴۵/۷۵ bc	۱۵/۲ b	۲۲/۸۶ c	۵/۱ bc	۲۰/۵ bc	۸/۸۴ ab
	مصرف	۵۴/۲۶ ab	۱۸/۸۴ ab	۳۲/۵۶ ab	۵/۴۹ b	۲۶/۰۸ b	۸/۶۹ ab
۶	عدم مصرف	۳۷/۹۶ c	۱۰/۴۹ c	۲۶/۵۱ bc	۳/۰۹ d	۱۶/۴۲ c	۷/۱۴ b
	مصرف	۴۰/۱۴ c	۱۴/۲۸ bc	۳۷/۷۵ a	۳/۸۴ cd	۱۹/۸۳ bc	۷/۶۹ b

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

جدول ۷: مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی ریزمغذی روی و منگنز بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز در شرایط تنش شوری

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ریزمغذی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص سبزینگی	پرولین (میکرو مول در گرم وزن تر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	بیوماس (گرم)	پروتئین (درصد)
۰	عدم مصرف	۴۷/۲۴ b-e	۱۷/۷۵ b-d	۱۷/۸ f	۵/۲۵ b-e	۲۳/۶۷ b-d	۲۸/۸۶ b-d	۲۳/۶۳ a-d
	روی	۵۶/۲۶ a-c	۲۶/۱ a	۲۴/۵۶ b-f	۶/۹۹ ab	۳۰/۶۷ ab	۳۴/۷ ab	۲۵/۲۶ ab
	منگنز	۶۱/۶۵ a	۲۰/۴۶ a-c	۲۱/۸۲ d-f	۶/۳۹ a-c	۲۵/۵ bc	۳۲/۷۹ bc	۲۵/۵۴ ab
	روی و منگنز	۵۸/۹۷ ab	۲۲/۵۱ ab	۲۵/۴۸ a-f	۸/۰۳ a	۳۶/۸۳ a	۴۰/۸۱ a	۲۶/۳۲ a
۳	عدم مصرف	۴۱/۶۱ d-f	۱۵/۱ c-e	۲۰/۵۲ ef	۴/۴۴ c-f	۱۷/۸۳ cd	۲۳/۴۵ de	۱۶/۴۴ e
	روی	۵۱/۶۷ a-d	۱۹/۳۹ bc	۳۰/۶۲ a-e	۵/۳۴ b-e	۲۶/۵ bc	۳۱/۲۱ bc	۲۱/۰۴ a-e
	منگنز	۵۰/۸۷ a-d	۱۵/۹۸ cd	۲۲/۵۳ c-f	۵/۸۵ b-d	۲۱/۶۷ b-d	۲۸/۱۲ b-d	۱۹/۳۵ b-e
	روی و منگنز	۵۵/۸۷ a-c	۱۷/۶ b-d	۳۷/۱۸ a	۵/۵۴ b-e	۲۷/۱۷ bc	۳۱/۰۳ bc	۲۴ a-c
۶	عدم مصرف	۳۳/۶۹ f	۹/۴۸ e	۲۵/۰۶ b-f	۲/۹۵ f	۱۴/۶۷ d	۲۰/۲۲ e	۱۶/۰۹ e
	روی	۴۱/۴۵ d-f	۱۳/۰۶ de	۳۴/۲۵ a-c	۴/۰۶ d-f	۱۹ cd	۲۷/۲۷ c-e	۱۸/۰۶ c-e
	منگنز	۳۶/۸۵ ef	۱۲/۱۸ de	۳۳/۵۲ a-d	۳/۲۵ f	۱۹/۶۷ cd	۲۶/۳۱ c-e	۱۷/۷۱ de
	روی و منگنز	۴۴/۲ c-f	۱۴/۸۱ c-e	۳۵/۶۹ ab	۳/۶ ef	۱۹/۱۷ cd	۲۶/۵۸ c-e	۱۷/۴۴ de

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۸: مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی گلایسین بتائین و ریزمغذی روی و منگنز بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز

گلایسین بتائین	ریزمغذی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	پرولین (میکرو مول در گرم وزن تر)	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه (گرم)	پروتئین (درصد)
عدم مصرف	عدم مصرف	۳۸/۶۹ c	۱۸/۴۲ d	۱۶/۸۹ d	۶/۹۶ c	۱۷/۶۶ c
	روی	۴۶/۱۴ a-c	۲۴/۵۴ cd	۲۱ c	۷/۲ bc	۲۱/۵ ab
	منگنز	۴۵/۵۶ a-c	۲۲/۹۱ cd	۲۰/۵۶ c	۸/۳۱ b	۱۹/۰۶ bc
	روی و منگنز	۵۳/۱۸ ab	۲۶/۳۹ b-d	۲۳/۴۴ bc	۱۰/۰۳ a	۲۲/۶۵ a
مصرف	عدم مصرف	۴۳ a-c	۲۳/۸۳ cd	۲۰/۵۶ c	۷/۰۷ bc	۱۹/۷۸ bc
	روی	۵۳/۴۴ a	۳۵/۰۸ ab	۲۹/۷۸ ab	۱۰/۷۷ a	۲۱/۴ ab
	منگنز	۵۴/۰۲ a	۲۹ bc	۲۴ bc	۸/۳۱ b	۲۲/۶۷ a
	روی و منگنز	۵۲/۸۵ ab	۳۹/۱۷ a	۳۲ a	۱۰/۸۷ a	۲۲/۵۲ a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

جدول ۹: مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی گلایسین بتائین و ریزمغذی روی و منگنز بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه لوبیا قرمز در شرایط تنش شوری

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	گلایسین بتائین	ریزمغذی	شاخص سبزینگی	پرولین (میکرو مول در گرم وزن تر)	تعداد دانه در بوته
۰	عدم مصرف	عدم مصرف	۱۶/۲۴ d-i	۱۵/۰۳ i	۱۹ f-i
		روی	۲۴/۳۸ ab	۲۴/۱۲ e-h	۲۴ d-f
		منگنز	۲۰/۴۹ bc	۱۷/۹ hi	۲۱/۶۷ fg
		روی و منگنز	۲۴/۳۵ ab	۲۲/۲۴ e-h	۳۳/۳۳ bc
	مصرف	عدم مصرف	۱۹/۲۶ c-e	۲۰/۵۷ f-i	۲۸/۳۳ c-e
		روی	۲۷/۸۲ a	۲۵ e-h	۳۷/۳۳ ab
		منگنز	۲۰/۴۴ bc	۲۵/۷۴ e-h	۲۹/۳۳ cd
		روی و منگنز	۲۰/۶۶ bc	۲۸/۷۱ d-f	۴۰/۳۳ a
۳	عدم مصرف	عدم مصرف	۱۲/۹۵ i-m	۱۷/۵۷ hi	۱۷/۳۳ f-i
		روی	۱۸/۲ c-g	۲۵/۳۸ e-h	۲۰/۳۳ f-i
		منگنز	۱۴/۲۸ g-k	۲۰/۳۵ g-i	۲۲ ef
		روی و منگنز	۱۵/۳۵ e-j	۲۸/۱۵ e-g	۲۲/۳۳ ef
	مصرف	عدم مصرف	۱۷/۲۵ c-h	۲۳/۴۶ e-h	۱۸/۳۳ f-i
		روی	۲۰/۵۸ bc	۳۵/۸۷ b-d	۳۲/۶۷ bc
		منگنز	۱۷/۶۹ c-h	۲۴/۷ e-h	۲۱/۳۳ f-h
		روی و منگنز	۱۹/۸۵ cd	۴۶/۲ a	۳۲ bc
۶	عدم مصرف	عدم مصرف	۹/۰۳ m	۲۲/۶۷ e-i	۱۴/۳۳ i
		روی	۱۱/۳۸ j-m	۲۴/۱۴ e-h	۱۸/۶۷ f-i
		منگنز	۱۰/۶۲ k-m	۳۰/۴۸ c-e	۱۸ f-i
		روی و منگنز	۱۰/۹۲ k-m	۲۸/۷۶ d-f	۱۴/۶۷ hi
	مصرف	عدم مصرف	۹/۹۴ lm	۲۷/۴۴ e-g	۱۵ g-i
		روی	۱۴/۷۴ f-k	۴۴/۳۷ a	۱۹/۳۳ f-i
		منگنز	۱۳/۷۵ h-l	۳۶/۵۶ bc	۲۱/۳۳ f-h
		روی و منگنز	۱۸/۶۹ c-f	۴۲/۶۱ ab	۲۳/۶۷ d-f

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر عامل حرف مشترک دارند، اختلاف آماری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

نتیجه‌گیری

تنش شوری سبب ایجاد تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در لوبیا قرمز شد. نتایج نشان داد که کاربرد گلایسین بتائین در کنار روی و منگنز با افزایش پرولین و شاخص سبزینگی موجب افزایش تحمل به تنش شوری در لوبیا قرمز شد. همچنین مشاهده شد که اثر ریزمغذی‌ها بیشتر از گلایسین بتائین در تحمل به تنش شوری توسط لوبیا قرمز بود. با توجه به اینکه گیاهان گلایسین بتائین را به میزان کافی برای دفع اثرات سوء تنش‌های غیرزنده از جمله تنش شوری تولید نمی‌کنند، با کاربرد این ترکیب در گیاهان از طریق محلول‌پاشی می‌توان تحمل لوبیا قرمز را به این تنش محیطی افزایش داد. همچنین بر اساس نتایج، اهمیت تقویت تغذیه معدنی گیاه لوبیا قرمز در جهت کاهش اثرهای نامطلوب تنش شوری مشخص گردید.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

منابع

اخوان هزاوه، ط.، پوراکبر، ل.، رحمانی، ف. و علیپور، ه. ۱۳۹۷. اثر تنش شوری و محلول‌پاشی نانواکسید روی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) و کاملینا (*Camelina sativa* L.). نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰ (۴۰): ۱۲۷-۱۱۱.

آژند، م.، سعیدی، م.، بهشتی آل آقا، ع. و کهریزی، د. ۱۳۹۹. اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک کاملینا (*Camelina sativa* L. crantz) در شرایط دیم. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲ (۴۸): ۱۷۲-۱۵۵.

پاینده، خ.، مجدم، م. و دروگر، ن. ۱۳۹۷. کاربرد عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.۱۰ (۳۸): ۳۷-۲۳.

عباسی، ن.، چراغی، ج. و حاجی‌نیا، س. ۱۳۹۸. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی به‌صورت نانو و شیمیایی بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه دو رقم گندم نان. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ (۴۳): ۱۰۴-۸۵.

ملازم، د. ۱۳۹۷. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های تحمل به تنش شوری در ژنوتیپ‌های ذرت. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰ (۳۹): ۱۱۱-۹۳.

میر، ی.، دانشور، م. و اسماعیلی، ا. ۱۴۰۰. اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و عناصر ریزمغذی بر فعالیت‌های فتوسنتزی و عملکرد دانه کلزا تحت تنش کم آبی. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۳ (۵۰): ۱۳۴-۱۱۹.

ویسی، ا.، پاساری، ب.، رخزادی، ا. ۱۳۹۷. بررسی اثر اسید هیومیک و نانوکودهای ریزمغذی بر واکنش نخود (*Cicer arietinum* L.) دیم در کشت پاییزه. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.۱۰ (۴۰): ۹۳-۱۱۰.

Abdelmotlb, N.A., Abdel-All, F.S., Abd EL-Hady, S.A., EL-Miniawy, S.M. and Ghoname, A.A. 2019. Glycine betaine and sugar beet extract ameliorated salt stress adverse effect on green bean irrigated with saline water. Middle East Journal of Applied. 9(1): 142-154.

Alasvandyari, F., Mahdavi, B. and Madah Hosseini, S. 2017. Glycine betaine affects the antioxidant system and ion accumulation and reduces salinity induced damage in safflower seedlings. Archives of Biological Sciences. 69(1): 139-147.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

Amirul Alam, M.D., Juraimi, A.S., Rafii, M.Y. and Abdul Hamid, A. 2015. Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. BioMed Research International. 1: 1-15.

Annunziata, M.G., Ciarmiello, L.F., Woodrow, P., Dell'Aversana, E. and Carillo, P. 2019. Spatial and temporal profile of glycine betaine accumulation in plants under abiotic stresses. Frontiers in Plant Science. 10: 1-13.

Armin, M. and Miri, H.R. 2014. Effects of glycine betaine application on quantitative and qualitative yield of Cumin under irrigated and rain-fed cultivation. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 17(4): 708-716.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39(1): 205-207.

Chanchan, M., Hore, J.K., Chattopadhyay, N. and Ghanti, S. 2011. Influence of micronutrients on growth and yield of garlic. Proceedings of the International Symposium on Minor Fruits and Medicinal Plants for Health and Ecological Security (ISMF & MP), West Bengal, India. Pp: 195-200.

Dimkpa, C.O. and Bindraban, P.S. 2016. Micronutrients fortification for efficient agronomic production: a review. Agronomy for Sustainable Development. 36: 1-26.

Du, W., Tan, W., Peralta-Videa, J.R., Gardea-Torresdey, J.L., Ji, R., Yin, Y. and Guo, H. 2017. Interaction of metal oxide nanoparticles with higher terrestrial plants: Physiological and biochemical aspects. Plant Physiology and Biochemistry. 110: 210–225.

Gelaye, K.K., Zehetner, F., Loiskandl, W. and Klik, A. 2019. Comparison of growth of annual crops used for salinity bioremediation in the semi-arid irrigation area. Plant, Soil Environment. 65: 165–171.

Gulmezoglu, N., Aydogan, C. and Turhan, E. 2016. Physiological, biochemical and mineral dimensions of green bean genotypes depending on Zn priming and salinity. Legume Research. 39(5): 713-721.

Gupta, B. and Huang, B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical and molecular characterization. International Journal of Genomics. 1: 1-18

Hanin, M., Ebel, C., Ngom, M., Laplaze, L. and Masmoudi, K. 2016. New insights on plant salt tolerance mechanisms and their potential use for breeding. Front Plant Science. 7: 1787.

Hummel, M., Hallahan, B.F., Brychkova, G., Ramirez-Villegas, J., Guwela, V., Chataika, B., Curley, E. McKeown, P.C., Morrison, L. and Talsma, E.F. 2018. Reduction in nutritional quality and growing area suitability of common bean under climate change induced drought stress in Africa. Scientific Reports. 8: 16187.

Karami, S., Modarres-Sanavy, M., Ghanehpour, S. and Keshavarz, H. 2016. Effect of foliar

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

zinc application on yield and, physiological traits and seed vigor of two soybean cultivars under water deficit. Notulae Scientia Biologicae. 8(2): 181-191.

Kaya, C., Sonmez, O., Aydemir, S. and Dikilitas, M. 2013. Mitigation effects of glycine betaine on oxidative stress and some key growth parameters of maize exposed to salt stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 38: 188-194.

Khan, M.I.R., Iqbal, N., Masood, A., Mobin, M., Anjum, N.A., Khan, N.A. 2016. Modulation and significance of nitrogen and sulfur metabolism in cadmium challenged plants. Plant Growth Regulation. 78: 1-11.

Khan, A., Khan, S., Khan, M.A., Aamir, M., Ullah, H.J., Nawab, J., Rehman, I.U. and Shah, J. 2018. Heavy metals effects on plant growth and dietary intake of trace metals in vegetables cultivated in contaminated soil. International Journal of Environmental Science and Technology. 16: 2295–2304.

Korkmaz, A., Sirikci, R., Kocacınar, F., Deger, O. and Demirkırıan, A.R. 2012. Alleviation of salt-induced adverse effects in pepper seedlings by seed application of glycine betaine. Scientia Horticulturae. 148: 197- 205.

Nusrat, N., Shahbaz, M. and Perveen, S. 2014. Modulation in growth, photosynthetic efficiency, activity of antioxidants and mineral ions by foliar application of glycine betaine on pea (*Pisum sativum* L.) under salt stress. Acta Physiology Plantarum. 36: 2985–2998.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R. and Prased, S. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies. Enviromental Science and Pollution Research. 22: 4056-4075.

Pradhan, S., Patra, P., Das, S., Chandra, S., Mitra, S., Dey, K.K., Akbar, S. and Palit, P. Goswami, A. 2013. Photochemical modulation of biosafe manganese nanoparticles on *Vigna radiata*: A detailed molecular, biochemical, and biophysical study. Environmental Science and Technology. 47: 13122–13131.

Pradhan, S., Patra, P., Mitra, S., Dey, K.K., Jain, S., Sarkar, S., Roy, S. and Palit, P. Goswami, A. 2014. Manganese nanoparticles: Impact on non-nodulated plant as a potent enhancer in nitrogen metabolism and toxicity study both in vivo and in vitro. Journal Agricultural and Food Chemistry. 62: 8777–8785.

Said-Alahl, H.A.H. and Omer, E.A. 2011. Medicinal and aromatic plants production under salt stress. A review, Herba Polonica. 57(1): 72-86.

Shekari, F., Mohammadi, H., Pourmohammad, A., Avanes, A. and Khorshidi Benam, M.B. 2015. Spring wheat yielding and the content of protein and zinc in its grain depending on zinc fertilization. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 18(1).

Sofy, M.R., Elhawat, N. and Tarek, A. 2020. Glycine betaine counters salinity stress by maintaining high K^+/Na^+ ratio and antioxidant defense via limiting Na^+ uptake in common bean

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

(*Phaseolus vulgaris* L.). Ecotoxicology and Environmental Safety. 200: 1-12.

Troche, Y., Blair, M. and Saida, C. 2018. Biochemical, physiological and phenological genetic analysis in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salt stress. Annals of Agricultural Sciences. 63: 153–161

Yildirima, E., Ekincia, M., Turanb, M., Dursuna, A., Kula, R. and Parlakova, F. 2015. Roles of glycine betaine in mitigating deleterious elect of salt stress on lettuce (*Lactuca sativa* L.). Archives of Agronomy and Soil Science. 61: 1673–1689.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

Effects of foliar application of glycine betaine and micronutrients on morphophysiological properties of red bean plant under salinity stress

M. Eisakhani[1], F. Ghooshchi[*2], H. Tohidi Moghadam[3], Po. Kasraei[4] and M. Oveysi[5]

1, 2, 3, 4 & 5) Department of Agronomy, Varamine-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

[*]**Corresponding Author: ghooshchi@yahoo.com**

This article is taken from a doctoral dissertation.

Received date: 2021.10.15 **Accepted date: 2021.04.17**

Abstract

The effects of foliar application of glycine betaine and micronutrients of zinc and manganese on morpho-physiological traits of red bean plant under salinity stress conditions, an experiment as a factorial form in randomized complete design with three replications in the Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch in 2019 was contacted. Experimental factors included salinity at control, 3, and 6 $dS.m^{-1}$ levels, glycine betaine at application (50 mg/Lit) and non-application levels and micronutrients included zinc (50 mg/Lit), manganese (50 mg/Lit), and the combined usage (25+25 mg/Lit). The obtained results indicated that salinity stress reduced the plant height (30.31 percent), number of pods per plant (48.05 percent), number of seeds per plant (37.85 percent), seed total weight per plant (25.08 percent), SPAD index (42.98 percent), and seed protein percent (31.2 percent) and increased proline amount (43.37 percent). In general, the most effect in 6 $dS.m^{-1}$ salinity was observed. The application of glycine betaine was associated with improved yield and yield components and increased SPAD index (17.28 percent), seed protein percent (6.78 percent), and proline (37.71 percent). Micronutrient foliar application showed the increasing of yield and yield components of red beans, SPAD index (29.7 percent), seed protein percent (20.67 percent), and proline (55.31 percent). In general, the most effect was obtained in the application of zinc with manganese. The results showed that the use of glycine betaine along with zinc and manganese increased proline and SPAD index increased salinity stress tolerance in red beans. It was also observed that the effect of micronutrients was greater than glycine betaine on red beans under salinity stress.

Key words: Proline, SPAD index, Micronutrients, Salinity and Glycine Betaine.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]