مقاله پژوهشی

بررسی اثرات تنش شوری آب آبیاری و اسید سالیسیلیک بر عناصر غذایی برگ در سه رقم بادام پیوندی

حسین محمدی[۱]، علی ایمانی[۱،۲]*، محمدرضا اصغری[۳]، علیرضا طلایی[۱] و وحید عبدوسی[۱]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران

[۲] پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

[۳] گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۸/۱۲)

چکیده

در بین تنش‌های غیرزیستی، شوری خاک و آب از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رشد و تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان است. از طرف دیگر، ترکیب پایه و پیوندک و همچنین محلول‌پاشی با مواد شیمیایی مثل اسید سالیسیلیک می‌تواند غلظت عناصر غذایی برگ بادام را در شرایط تنش شوری تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین در پژوهش حاضر، اثرات محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک در غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار بر تغییرات میزان عناصر غذایی برگ (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم، کلر، کلسیم، منیزیم، منگنز، مس، روی و آهن) سه رقم بادام (شکوفه، سهند و تونو) پیوندشده روی پایه‌های GF677 و GN تحت تنش شوری آب آبیاری (صفر، ۲، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری به‌ویژه در بالاترین غلظت (۸ دسی‌زیمنس بر متر) به‌طور معنی‌داری باعث افزایش میزان عناصر سدیم، کلر، پتاسیم و کلسیم و نیز کاهش میزان نیتروژن، فسفر، منیزیم، منگنز، روی و آهن در برگ گیاه گردید. ارقام پیوندشده روی پایه‌های مختلف پاسخ‌های متفاوتی را به تنش شوری و محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک نشان دادند. به‌طورکلی، پایه GF677 باعث کاهش میزان سدیم و افزایش میزان نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، مس، روی و آهن برگ ارقام پیوندشده گردید. همچنین محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری میزان سدیم برگ ارقام مختلف بادام را کاهش داد. در مجموع، در این آزمایش که در شرایط کنترل‌شده انجام شده، پایه GF677 و همچنین محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک در تعدیل اثرات سوء شوری نسبت به سایر تیمارها کارآمدتر بوده است. البته لازم است این تیمارها در شرایط باغ نیز مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پایه GF677، کلرید سدیم، محلول‌پاشی برگی، نیتروژن

مقدمه

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* Miller از جمله مهم‌ترین محصولات خشک میوه است که به‌طور تجاری در مناطق وسیعی از جهان کشت می‌شود. این گیاه عمدتاً دگرگشن و از نظر ژنتیکی ناخالص است. اگرچه کشور ایران (۱۳۹۰۲۹ تن) از نظر تولید پس از کشورهای آمریکا (۱۸۷۲۵۰۰ تن) و اسپانیا (۳۳۹۰۳۳ تن) در رتبه سوم جهانی قرار دارد (FAO, 2020)، اما به دلایلی مثل تنوع زیاد محصول تولیدی، نبود رقم مناسب

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: imani_a45@yahoo.com, a.imani@areeo.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

با اقلیم منطقه، سرمای دیررس بهاره، بروز انواع تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری، عدم امکان آبیاری بهینه و همچنین ضعف مدیریت در اجرای راه‌کارهای باغداری، باعث شده تا متأسفانه کشورمان سهم کمی در صادرات و تجارت بین‌المللی بادام داشته باشد (قاسمی و همکاران، ١٣٩٤).

امروزه تنش شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی به‌شمار می‌آید که رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما آنچه اهمیت این تنش را بیش از سایر تنش‌های محیطی مشخص می‌کند، دائمی بودن اثرات تنش شوری است. سالانه حدود ۲ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی جهان (حدود یک درصد) تبدیل به زمین‌های شور می‌شوند که یا فاقد کارآیی برای تولید محصول می‌باشند و یا تولید محصول در آن‌ها کاهش می‌یابد. شوری به‌عنوان یک فاکتور محیطی تمام مراحل رشد و نمو گیاه، از جوانه‌زنی بذر تا تولید دانه و میوه را کم و بیش تحت تأثیر قرار می‌دهد. البته پاسخ گیاهان به شوری به نوع گیاه، مراحل نموی گیاه، شدت و مدت تنش بستگی دارد. شوری آب در کشاورزی نه‌تنها باعث کاهش شدید عملکرد محصول می‌گردد بلکه به مرور زمان سبب سمیت گیاه، شور و سدیمی شدن خاک و از بین‌رفتن آن می‌شود (Wallender and Tanji, 2012; Ahmad *et al.*, 2013).

با توجه به آمار ارائه‌شده و تحقیقات صورت گرفته در کل کشور ایران، سطوح اراضی شور در حدود ۲۵ میلیون هکتار می‌باشد که در این بین حدود هشت میلیون هکتار مربوط به اراضی کشاورزی است که در معرض تنش شوری قرار دارند (امام و همکاران، ١٣٩٢). در اکثر مناطق دنیا، تنش شوری عمده‌ترین تنش محیطی است که از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و اختلال در فیزیولوژی گیاه رشد و عملکرد محصولات زراعی و باغی را محدود می‌کند. گیاهانی که در خاک‌های شور رشد می‌کنند، به‌دلیل خواص اسمزی، علاوه بر تنش شوری با تنش کم آبی مواجه شده که این عامل سبب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود. این امر موجب اختلال در تقسیم سلول و بزرگ‌شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد و ساختار غشاء سلولی را بر هم می‌زند. مکانیسم اثر سمیت یونی نیز مربوط به جذب یون و تغییر فرآیندهای فیزیولوژیک ناشی از سمیت کمبود یا تغییر در تعادل عناصر معدنی می‌شود (Kumar *et al.*, 2018).

یکی از راه‌های اصلاح خاک‌های شور، آبشویی خاک‌ها و خارج‌کردن نمک از خاک است (Gupta and Abrol, 2008) که متأسفانه به علت کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، این روش عملی نیست (Gupta and Abrol, 2008). لذا، مؤثرترین راهکار برای مدیریت شوری، شناسایی و انتخاب پایه‌ها و ارقام متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق با خاک شور است (Wallender and Tanji, 2012; Ahmad *et al.*, 2013; Zrig *et al.*, 2015). پایه‌ها و ارقام مختلف گیاهی با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد خود در تغییر میزان جذب و دفع عناصر مختلف از جمله کلر و سدیم و نیز انتقال آن‌ها به اندام‌های هوایی، نقش مهمی در تغییر پاسخ گیاهی به تنش شوری دارند (Wallender and Tanji, 2012; Zrig *et al.*, 2015). تحقیقات متعدد نشان داده است که آستانه تحمل اکثر درختان میوه هسته‌دار از جمله بادام نسبت به تنش شوری پایین است، به‌طوری‌که در هدایت الکتریکی آب آبیاری ۲/۸، ٤/١ و ۷/۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب به میزان ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود. بنابراین، در بادام نیز همانند سایر درختان میوه، انتخاب پایه و پیوندک‌های متحمل، راهبرد بسیار مناسبی به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری به‌ویژه در نواحی خشک کشور است (مؤمن‌پور و همکاران، ١٣٩٧).

در همین راستا، مؤمن‌پور و همکاران (١٣٩٤الف) با مطالعه اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام شاهرود ۱۲، تونو و ژنوتیپ ١٦-١ پیوندشده روی پایه GF677 گزارش کردند که در همه ژنوتیپ‌ها بیشترین میزان کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلر، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین میزان کلسیم، منیزیم، فسفر، روی و مس برگ در تیمار ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم مشاهده شد. آن‌ها همچنین نشان دادند که نوع پیوندک در ممانعت از جذب سدیم و کلر ریشه و انتقال آن به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

قسمت‌های هوایی مؤثر بود.

همچنین، مؤمن‌پور و همکاران (۱۳۹٤ب) تأثیر شوری آب آبیاری بر ژنوتیپ‌های بادام مامایی، نان پاریل، A200 و 1-25 پیوندشده روی پایهٔ GF677 و پایهٔ GF677 (پیوند نشده) بیان کردند که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده، بیشترین مقدار کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلسیم، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین مقدار کلسیم، منیزیم، فسفر و مس در برگ و ریشه و کمترین غلظت آهن در ریشه، در شوری ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد.

تحقیقات متعدد نشان داده است که تحمل شوری در برخی از درختان میوه را می‌توان با استفاده از انواع پایه‌ها و یا پیوندک‌های متحمل به شوری، افزایش داد (اورعی و همکاران، ۱۳۸۸). در این مورد، Zrig و همکاران (۲۰۱۵) با مطالعه رفتار مورفو- فیزیولوژیکی سه نوع پایه بادام (GF677، GN15 و بادام تلخ) در شرایط تنش شوری نشان دادند که تجمع عناصر غذایی مختلف از جمله سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم تحت تأثیر نوع پایه قرار گرفتند، که این امر بر میزان رشد و همچنین تحمل درختان به تنش شوری، تأثیرگذار بود.

امروزه استفاده از مواد آنتی‌استرس به‌صورت محلول‌پاشی به منظور افزایش مقاومت گیاهان به انواع مختلف تنش‌های محیطی در حال افزایش است. در این میان اسید سالیسیلیک ماده‌ای شبه‌هورمونی است که بر رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارد. در واقع اسید سالیسیلیک یا اورتوهیدروکسی بنزوئیک اسید به گروه متنوعی از فنول‌های گیاهی تعلق دارد. این ترکیب در تنظیم رشد و نمو گیاهی، برهم‌کنش با سایر موجودات و در پاسخ به تنش‌های محیطی نقش مهمی ایفاء می‌کند. همچنین این ماده در میوه‌دهی، گلیکولیز، جذب و انتقال یون، عملکرد فتوسنتزی و تعرق مؤثر است. اسید سالیسیلیک در بروز پاسخ‌های گیاهان به تنش‌های مختلف محیطی به‌عنوان یک حدواسط و پیام‌رسان عمل می‌کند. ثابت شده است که اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری نشت یونی و تجمع یون‌های سمی مانند کلر و سدیم را در گیاهان کاهش می‌دهد. بر طبق گزارش‌ها، اسید سالیسیلیک تأثیرات بسیاری بر مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه داشته و در تحریک مکانیسم‌های حمایتی افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی نقش دارد. مشخص شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک به‌صورت خارجی در گیاهان مختلف تحت تنش شوری می‌تواند آثار تخریبی ناشی از این تنش را کاهش دهد و فرآیندهای رشد را سریعاً به حالت اولیه برگرداند (Rajeshwari and Bhuvaneshwari, 2017). همچنین، گزارش شده است در تنش شوری، کاربرد اسید سالیسیلیک، جذب سدیم در گیاه ذرت را کاهش می‌دهد و یا باعث افزایش جذب فسفر، نیتروژن، پتاسیم، منیزیم و دیگر عناصر در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود (Gunes *et al.*, 2007).

اکثر مناطق کشور ما در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارند که مشکل اصلی در چنین مناطقی شوری بالای خاک و نیز آب آبیاری است. افزایش شوری در خاک‌های کشور و همچنین افزایش میزان شوری در آب آبیاری متأسفانه باعث شده است تا کشت‌وکار بسیاری از محصولات دچار بحران شدیدی گردد. در این میان، شناسایی ارقام متحمل و مقاوم به چنین تنش‌هایی در کنار ترکیب پایه و پیوندک به‌عنوان یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان حساسیت یا تحمل به شوری در درختان میوه کشت‌شده از جمله بادام در نظر گرفته شده است (مؤمن‌پور و همکاران، ۱۳۹۷). از طرف دیگر در سال‌های اخیر استفاده از مواد طبیعی برای محلول‌پاشی در جهت افزایش مقاومت به تنش‌های مختلف از جمله تنش شوری رشد امیدوارکننده‌ای داشته است. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی برهم‌کنش تنش شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر تغییرات میزان عناصر غذایی برگ سه رقم شکوفه، تونو و سهند بر روی پایه‌های GF677 و GN انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، کرج انجام شد. ایستگاه تحقیقاتی مذکور در ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا قرار گرفته

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی منطقه ۲٥٤/٥ میلی‌متر در سال است. در طول آزمایش، دمای هوای گلخانه بین ۲±۲٥درجه سانتی‌گراد، ١٦ ساعت مدت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با شدت نور ٥۰۰ تا ۷۰۰ میکرولوکس بر متر مربع در ثانیه تنظیم گردید. این تحقیق، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار فاکتور شامل پایه‌های GF677 و GN، ارقام مورد بررسی در سه سطح (ارقام شکوفه، سهند و تورنو)، شوری آ ب آبیاری در چهار سطح [صفر (به‌عنوان شاهد)، ۲، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر] و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سه سطح [صفر (به‌عنوان شاهد)، ۱ و ۲ میلی‌مولار] با سه تکرار انجام شد.

به منظور انجام این تحقیق، ابتدا پایه‌های یک‌ساله GF677 و GN که از طریق کشت‌بافت تولید شده بودند از شرکت ایتا صدرا (استان فارس) خریداری شد و در اواخر اسفندماه در داخل گلدان‌های ۲٥ کیلویی حاوی خاکی با بافت لومی متشکل از ٤٥٪ شن، ۳۲٪ سیلت و ۲۳٪ رس کاشته شدند. خاک مورد استفاده دارای رطوبت اشباع ۳۹٪، هدایت الکتریکی ۱/۲۸ دسی‌زیمنس بر متر، pH ۷/٤، نیتروژن ۰/۱٥٪، کربن آلی ۱/٤۳٪، فسفر قابل جذب ۱۰۲/۹ ppm، سدیم ۹۱/۹٥ ppm، کلسیم ۱۲/۱۷ ppm و منیزیم ۳۱٥/٥ ppm بود.

اعمال تیمارها: به منظور اعمال تیمار اسید سالیسیلیک، نهال‌های پیوندی ۸ هفته پس از پیوند با غلظت‌های صفر (به‌عنوان شاهد)، ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک خریداری شده از شرکت سیگما (کشور آلمان)، در دو مرحله و به‌صورت ۱ هفته در میان محلول‌پاشی شدند. یک هفته پس از اتمام تیمار اسید سالیسیلیک، نهال‌ها مورد اعمال تنش شوری با غلظت‌های صفر (به‌عنوان شاهد) ۲، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌صورت مداوم و به‌مدت ٦۰ روز قرار گرفتند (امیری و بانی‌نسب، ۱۳۹٥). به منظور اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، اعمال تنش شوری به‌صورت تدریجی انجام گردید. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمار ۲ دسی‌زیمنس بر متر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمار شوری با غلظت‌های ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر روی گیاهان، در مرتبه دوم (٤ روز پس از آغاز اعمال تیمار شوری)، با تیمار ٦ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند. در نهایت، در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر تیمار شوند، با این غلظت شوری آبیاری شدند و درنتیجه در مدت یک هفته پس از آغاز اعمال تیمار شوری، به غلظت نهایی رسانده شد.

میزان رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه (FC)، قبل از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشار (مدل F1 شرکت تجهیزات رطوبت خاک کشور آمریکا) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و لحاظ نیاز آبشویی، انجام شد و به هر گلدان در هر بار از اعمال تنش شوری، ۱۹۹۰ میلی‌لیتر آب از تیمار موردنظر، داده شد. در مقایسه با گیاهان شاهد، تعداد دفعات کمتر آبیاری در سطوح ۲، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌دلیل کاهش سرعت رشد گیاهان و کاهش تبخیر و تعرق توسط آن‌ها از یک طرف و وجود نمک بیشتر در خاک این گلدان‌ها بود. این شرایط باعث حفظ رطوبت به‌مدت بیشتری شده و فاصله زمان بین دو آبیاری در این تیمارها را افزایش می‌داد و درنتیجه تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای شوری با غلظت‌ها بالاتر در طول دوره آزمایش نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافتند. درنهایت پس از ٦۰ روز از پایان اعمال تیمارها، نمونه‌ها جمع‌آوری‌شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری عناصر معدنی برگ: به منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی، پس از اتمام دوره آزمایش، برگ‌ها و ریشه‌ها جدا شدند و پس از شستشوی دقیق، به‌مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۷٥ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خشک‌شدن برگ‌ها، نمونه‌ها با آسیاب برقی به‌صورت پودر شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ٥٥۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره‌گیری با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب‌مقطر و رساندن به حجم ٥۰ میلی‌لیتر انجام شد (Waling *et al.*, 1989). از این عصاره برای اندازه‌گیری عناصر غذایی استفاده شد.

میزان عناصر نیتروژن به‌صورت تیتراسیون با دستگاه تمام

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

اتوماتیک کجلدال، فسفر با معرف وانادات مولیبدات با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (model: BT600 Plus, Canada) در طول‌موج ٤٥٠ نانومتر، میزان عناصر پتاسیم و سدیم (با محلول کلروسزیم ۰/۸۷ گرم در لیتر) در عصاره استخراج‌شده با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر (model: PFP7, UK)، کلسیم با روش تیتراسیون تا ظهور رنگ ارغوانی توسط معرف پاتون ریدر، منیزیم به‌صورت تیتراسیون با معرف اریکروم بلک تی (EBT) تا ظهور رنگ آبی، روی با تیتراسیون توسط معرف EBT و EDTA ۰/۰۱ نرمال تا ظهور رنگ سبز، آهن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ٤٥٠ نانومتر، منگنز از روش هضم سوزاندن خشک و ترکیب با اسید کلریدریک، مس توسط معرف فنل‌فتالئین با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ٦٢٠ نانومتر و کلر به‌صورت تیتر با معرف دی‌کرومات پتاسیم و نیترات نقره ۰/۰۵ نرمال تا ظهور رنگ قرمز آجری اندازه‌گیری شدند (Waling *et al.*, 1989).

تجزیه و تحلیل داده‌ها : پس از انجام آزمون نرمال‌بودن داده‌ها، داده‌های برداشت‌شده از اندازه‌گیری‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه شدند. همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح متناظر معنی‌داری، صورت گرفت. لازم به ذکر است با توجه به تعداد زیاد میانگین‌ها (۷۲ عدد میانگین برای هر صفت)، برای مقایسه بهتر میانگین‌ها، از روش برش‌دهی براساس سطوح مختلف تنش شوری استفاده شد. در این حالت، در هر یک از سطوح شوری، اثرات سه‌گانه اسید سالیسیلیک در رقم در پایه (یعنی تعداد ۱۸ عدد میانگین) برای هر صفت مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

نیتروژن: براساس جدول تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثرات ساده، اثرات دوگانه، اثرات سه‌گانه و همچنین اثرات چهارگانه پایه، رقم، تیمار اسید سالیسیلیک و تنش شوری بر میزان نیتروژن برگ بادام در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که میزان نیتروژن برگ در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۱/۸٦۹ درصد)، در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر به ۱/۷۸٤ درصد کاهش یافت، اما در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر به ۱/۸۸٦ درصد افزایش یافت. همچنین در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر میزان نیتروژن برگ به ۱/۷۰۳ درصد کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین میزان نیتروژن برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 و تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GF677 (۲/٦۳۲ و ۲/٦۰٤ درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (۲/۲۹٦ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۵)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GF677 (۳/۰۸۲ درصد) و در نهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۲/٤۰۲ درصد) مشاهده شد.

فسفر: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان فسفر برگ بادام به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر اثرات ساده، اثرات دوگانه، اثرات سه‌گانه و همچنین اثرات چهارگانه پایه، رقم، تیمار اسید سالیسیلیک و تنش شوری قرار داشت (جدول ۱). مطابق مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ۲) مشخص شد که در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۰/۲۳۷٦ درصد)، میزان فسفر برگ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر به ۰/۱۸۱۰ درصد کاهش یافت، اما در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر اندکی افزایش یافت و به ۰/۲۱۵۱ درصد رسید. درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر میزان فسفر برگ به ۰/۱۵۹۱ درصد کاهش یافت.

براساس مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه اسید سالیسیلیک در رقم در پایه مشخص شد که بیشترین میزان فسفر برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار ۱

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پایه، رقم، تیمار سالیسیلیک اسید (SA) و تنش شوری بر عناصر غذایی برگ بادام

منابع تغییر	dF	میانگین مربعات					
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم	کلر	کلسیم
پایه	۱	۷/۹۰۴**	۰/۲۰۴۹**	۶۸/۵۹۹**	۸/۴۰۰**	۳۱/۱۸**	۰/۴۲۸**
رقم	۲	۰/۸۹۹**	۰/۰۰۳۹**	۰/۳۲۶**	۰/۰۰۱**	۹۹/۴۲**	۰/۳۱۱**
SA	۲	۰/۱۸۳**	۰/۰۰۷۵**	۰/۰۷۷**	۰/۰۳۹**	۵/۱۶**	۰/۷۱۰**
شوری	۳	۰/۳۸۶**	۰/۰۶۵۹**	۰/۵۰۹**	۲/۰۱۲**	۶۷/۱۹**	۱/۳۶۲**
پایه×رقم	۲	۱/۷۰۶**	۰/۰۵۵۱**	۰/۰۲۱**	۰/۰۱۱**	۱۲۸/۰۱**	۱/۳۴۹**
پایه×SA	۲	۰/۳۵۴**	۰/۰۰۵۴**	۰/۱۹۳**	۰/۰۰۲**	۱۰/۷۸**	۱/۴۶۸**
پایه×شوری	۳	۰/۳۱۵**	۰/۰۶۸۸**	۰/۱۵۳**	۲/۲۸۱**	۳۹/۵۰**	۱/۰۴۳**
رقم×SA	۴	۰/۴۲۲**	۰/۰۴۶۹**	۰/۲۶۰**	۰/۰۲۹**	۱۷/۸۸**	۰/۱۷۳**
رقم×شوری	۶	۰/۲۵۷**	۰/۰۱۰۸**	۰/۰۹۳**	۰/۰۱۶**	۲/۷۲**	۰/۳۴۱**
SA×شوری	۶	۰/۱۶۰**	۰/۰۱۱۱**	۰/۰۷۱**	۰/۰۲۸**	۲۲/۲۷**	۰/۶۵۸**
پایه×رقم×SA	۴	۰/۳۱۹**	۰/۰۴۷۳**	۰/۲۰۸**	۰/۰۲۶**	۱۲/۵۶**	۰/۴۹۸**
پایه×رقم×شوری	۶	۰/۱۸۵**	۰/۰۱۱۹**	۰/۱۹۵**	۰/۰۱۱**	۴/۷۰**	۱/۱۱۷**
پایه×SA×شوری	۶	۰/۲۴۱**	۰/۰۱۳۱**	۰/۱۳۲**	۰/۰۱۰**	۲۱/۷۳**	۰/۹۱۲**
پایه×رقم×SA×شوری	۲۴	۰/۱۳۹**	۰/۰۲۵۶**	۰/۰۷۳**	۰/۰۱۹**	۱۲/۱۵**	۰/۶۳۹**
خطای آزمایشی	۱۴۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۵
ضریب تغییرات	-	۷/۳۲	۹/۶۱	۹/۱۳	۵/۲۵	۸/۰۳	۶/۴۷

منابع تغییر	dF	میانگین مربعات				
		منیزیم	منگنز	مس	روی	آهن
پایه	۱	۰/۲۳۰**	۰/۰۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۴**	۰/۰۵۱۹**	۰/۰۱۵۰**
رقم	۲	۰/۸۳۹**	۰/۰۰۰۰۱۹**	۰/۰۰۰۰۰۷۸**	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۲**
SA	۲	۰/۰۵۶**	۰/۰۰۰۱۲۶**	۰/۰۰۰۰۰۹۶**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۲۶**
شوری	۳	۰/۴۵۳**	۰/۰۰۰۱۴۳**	۰/۰۰۰۰۰۹۳**	۰/۰۰۱۲**	۰/۰۰۱۶**
پایه×رقم	۲	۰/۸۷۴**	۰/۰۰۰۰۲۵**	۰/۰۰۰۰۰۹۱**	۰/۰۰۱۹**	۰/۰۰۰۲**
پایه×SA	۲	۰/۱۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۸۵**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۲۶**
پایه×شوری	۳	۰/۱۷۰**	۰/۰۰۰۳۶۳**	۰/۰۰۰۰۰۲۸**	۰/۰۰۴۰**	۰/۰۰۱۴**
رقم×SA	۴	۰/۰۱۷**	۰/۰۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۷**	۰/۰۰۰۹**	۰/۰۰۲۲**
رقم×شوری	۶	۰/۱۰۰**	۰/۰۰۰۰۰۹*	۰/۰۰۰۰۰۱۰**	۰/۰۰۰۸**	۰/۰۰۰۷**
SA×شوری	۶	۰/۰۵۴**	۰/۰۰۰۰۲۹**	۹/۰۰۰۰۰۰**	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۰۱۲**
پایه×رقم×SA	۴	۰/۰۲۹**	۰/۰۰۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۰**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۲۲**
پایه×رقم×شوری	۶	۰/۰۶۳**	۰/۰۰۰۰۳۸**	۰/۰۰۰۰۰۱۷**	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۶**
پایه×SA×شوری	۶	۰/۰۳۱**	۰/۰۰۰۰۲۳**	۰/۰۰۰۰۰۵۶**	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۰۱۶**
پایه×رقم×SA×شوری	۲۴	۰/۰۴۶**	۰/۰۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۷**	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۸**
خطای آزمایشی	۱۴۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۰۳
ضریب تغییرات	-	۱۱/۶۶	۱۳/۶۰	۱۵/۳۰	۵/۰۲	۶/۱۱

**، * و ^{ns} بترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده پایه، رقم، تیمار سالیسیلیک اسید (SA) و تنش شوری بر عناصر غذایی برگ بادام

		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم	کلر
		(درصد)				
پایه	GF677	۲/۰۰^{a}	۰/۲۲۹^{a}	۰/۵۹۸^{b}	۰/۰۷۸^{b}	۳/۱۶٤^{a}
	GN	۱/٦۲^{b}	۰/۱٦۷^{b}	۱/۷۲٦^{a}	۰/٤۷۲^{a}	۲/٤۰٤^{b}
رقم	شکوفه	۱/٦۸۳^{c}	۰/۲۰۷^{a}	۱/۱۲۹^{b}	۰/۲۷۵^{b}	۳/۰۱٤^{b}
	تونو	۱/۸۹۲^{a}	۰/۱۹٤^{b}	۱/۲۳۹^{a}	۰/۲۷٤^{b}	۳/۸۲٦^{a}
	سهند	۱/۸۵۷^{b}	۰/۱۹۳^{b}	۱/۱۱۷^{c}	۰/۲۷۷^{a}	۱/۵۱۰^{c}
SA (میلی‌مولار)	۰	۱/۸٦۷^{a}	۰/۲۰۳۲^{b}	۱/۱۲٦۱^{c}	۰/۳۰۲۵^{a}	۲/٦۰۷^{c}
	۱	۱/۷۹٤^{b}	۰/۲۰٤۹^{a}	۱/۱۸۹٤^{a}	۰/۲٦٦۱^{b}	۲/٦۵۲^{b}
	۲	۱/۷۷۰^{c}	۰/۱۸٦٤^{c}	۱/۱۷۱۰^{b}	۰/۲۵۸٤^{c}	۳/۰۹۲^{a}
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۰	۱/۸٦۹^{b}	۰/۲۳۷٦^{a}	۱/۰۵۰۱^{d}	۰/۱۱۸۳^{d}	۱/٤٦۱^{d}
	۲	۱/۷۸٤^{c}	۰/۱۸۱۰^{c}	۱/۱۳۲٤^{c}	۰/۱۲۹۳^{c}	۲/۲٦۳^{c}
	٦	۱/۸۸٦^{a}	۰/۲۱۵۱^{b}	۱/۱۸۵۰^{b}	۰/۳۲۹۰^{b}	۳/٦۲۹^{b}
	۸	۱/۷۰۳^{d}	۰/۱۵۹۱^{d}	۱/۲۸۱۹^{a}	۰/۵۲٦۳^{a}	۳/۷۸۲^{a}

* در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن

ادامه جدول ۲-

		کلسیم	منیزیم	منگنز	مس	روی	آهن
		(درصد)					
پایه	GF677	۱/٦۷۷^{a}	۰/٦۳۸^{a}	۰/۰۱۰۹^{a}	۰/۰۰۱۱٦^{a}	۰/۰٤۵۸^{a}	۰/۰۲۰۵^{a}
	GN	۱/۵۸۸^{b}	۰/۵۷۲^{b}	۰/۰۱۰۷^{a}	۰/۰۰۱۰۷^{b}	۰/۰۱٤۸^{b}	۰/۰۰۳۹^{b}
رقم	شکوفه	۱/٦۱۷^{b}	۰/۷۲٦^{a}	۰/۰۱۰۷^{b}	۰/۰۰۰۸۷^{c}	۰/۰۳۱۱^{b}	۰/۰۱۱٤^{b}
	تونو	۱/۷۰٤^{a}	۰/۵٦۸^{b}	۰/۰۱۱٤^{a}	۰/۰۰۰۹۸^{b}	۰/۰۳۲۱^{a}	۰/۰۱۰۷^{c}
	سهند	۱/۵۷۸^{c}	۰/۵۲۰^{c}	۰/۰۱۰۳^{b}	۰/۰۰۱٤۹^{a}	۰/۰۲۷۸^{c}	۰/۰۱٤۵^{a}
SA (میلی‌مولار)	۰	۱/۵۳٦^{b}	۰/٦۳۵^{a}	۰/۰۱۲۱^{a}	۰/۰۰۱۵۰^{a}	۰/۰۳۱٤^{a}	۰/۰۱۸۹^{a}
	۱	۱/۷۳۵^{a}	۰/۵۷۹^{c}	۰/۰۱۰۹^{b}	۰/۰۰۱۰۷^{b}	۰/۰۳۰۱^{b}	۰/۰۰۷۳^{c}
	۲	۱/٦۲٦^{b}	۰/٦۰۲^{b}	۰/۰۰۹۵^{c}	۰/۰۰۰۷۸^{c}	۰/۰۲۹٤^{c}	۰/۰۱۰٤^{b}
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۰	۱/٤۲۱^{d}	۰/٦۹۱^{a}	۰/۰۱۱۹^{a}	۰/۰۰۱٦٤^{a}	۰/۰۳۷۳^{a}	۰/۰۱۹٤^{a}
	۲	۱/۸۰٦^{a}	۰/٦۳۵^{b}	۰/۰۱۲۰^{a}	۰/۰۰۰٦٦^{d}	۰/۰۲٦۷^{d}	۰/۰۰٦۸^{d}
	٦	۱/٦٤٦^{c}	۰/٦۱۸^{c}	۰/۰۰۸٤^{c}	۰/۰۰۱۱۹^{b}	۰/۰۲۷۹^{c}	۰/۰۱۳٤^{b}
	۸	۱/٦۵۷^{b}	۰/٤۷٦^{d}	۰/۰۱۰۹^{b}	۰/۰۰۰۹٦^{c}	۰/۰۲۹۲^{b}	۰/۰۰۹۲^{c}

*** در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن**

میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۵۲۸ درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۰/٤۲۱ درصد)؛ در سطح

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه تیمار سالیسیلیک اسید (SA)، رقم و پایه در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر عناصر غذایی برگ بادام

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم	کلر
					(درصد)		
۰	شکوفه	GF677	۱/۶۸۰^{f}	۰/۴۰۱^{c}	۰/۱۹۳^{o}	۰/۰۷۶^{l}	۰/۷۰^{f}
		GN	۱/۴۳۳^{g}	۰/۱۶۹^{k}	۱/۷۱۹^{c}	۰/۱۵۹^{e}	۰/۴۱^{h}
	تونو	GF677	۱/۸۴۸^{d}	۰/۱۴۲^{q}	۰/۸۰۸^{i}	۰/۱۱۶^{g}	۱/۷۷^{c}
		GN	۱/۸۲۰^{de}	۰/۱۴۱^{q}	۱/۸۲۴^{a}	۰/۲۸۰^{a}	۱/۷۰^{c}
	سهند	GF677	۲/۶۰۴^{a}	۰/۳۷۴^{d}	۰/۱۵۰^{p}	۰/۰۸۱^{k}	۰/۷۰^{f}
		GN	۱/۷۰۸^{ef}	۰/۱۶۳^{m}	۱/۱۴۸^{g}	۰/۱۷۸^{c}	۰/۷۰^{f}
۱	شکوفه	GF677	۲/۶۳۲^{a}	۰/۵۲۸^{a}	۰/۲۳۶^{n}	۰/۱۴۶^{f}	۶/۷۳^{b}
		GN	۱/۳۴۶^{g}	۰/۱۶۵^{l}	۱/۷۶۰^{b}	۰/۱۰۴^{h}	۰/۴۳^{h}
	تونو	GF677	۱/۹۱۳^{cd}	۰/۲۴۵^{f}	۰/۸۵۰^{h}	۰/۰۴۶^{o}	۰/۸۸^{e}
		GN	۱/۸۲۰^{de}	۰/۱۴۷^{p}	۱/۷۵۸^{b}	۰/۲۳۲^{b}	۱/۲۷^{d}
	سهند	GF677	۱/۹۸۹^{c}	۰/۱۹۲^{h}	۰/۷۶۴^{j}	۰/۰۴۵^{o}	۰/۰۷^{j}
		GN	۱/۶۲۴^{f}	۰/۲۳۳^{g}	۱/۵۲۰^{d}	۰/۱۱۵^{g}	۰/۵۳^{g}
۲	شکوفه	GF677	۲/۲۴۲^{b}	۰/۱۸۸^{i}	۰/۷۰۷^{l}	۰/۰۷۱^{m}	۱/۲۴^{d}
		GN	۱/۳۷۷^{g}	۰/۱۶۰^{n}	۱/۵۱۷^{d}	۰/۰۶۲^{n}	۰/۳۰^{i}
	تونو	GF677	۱/۸۲۰^{de}	۰/۴۲۸^{b}	۰/۳۳۵^{m}	۰/۰۹۰i	۷/۰۹^{a}
		GN	۲/۲۱۲^{b}	۰/۱۴۹^{o}	۱/۴۲۰^{f}	۰/۱۶۳^{d}	۱/۲۷^{d}
	سهند	GF677	۱/۹۳۴^{cd}	۰/۱۸۴^{j}	۰/۷۳۵^{k}	۰/۰۸۰^{k}	۰/۰۷^{j}
		GN	۱/۶۵۲^{f}	۰/۲۶۴^{e}	۱/۴۵۳^{e}	۰/۰۸۶^{j}	۰/۳۶^{hi}

* در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن

شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۵)، در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۶۲۰ درصد) و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۶)، در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (۰/۲۵۶ درصد) مشاهده شد.

پتاسیم: مطابق تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثرات ساده (پایه، رقم، اسید سالیسیلیک و شوری)، اثرات دوگانه (پایه × رقم، پایه × اسید سالیسیلیک، پایه × شوری، رقم × اسید سالیسیلیک، رقم × شوری و اسید سالیسیلیک × شوری)، اثرات سه‌گانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک، پایه × رقم × شوری و پایه × اسید سالیسیلیک × شوری) و همچنین اثرات چهارگانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک × شوری) در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان پتاسیم برگ بادام معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده بیانگر آن بود که میزان پتاسیم برگ بادام در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۱/۰۵۰۱ درصد)، در سایر سطوح شوری به‌صورت تدریجی افزایش معنی‌داری را نشان داد به‌طوری‌که به‌ترتیب به ۱/۱۳۲۴، ۱/۱۸۵۰ و ۱/۲۸۱۹ درصد در سطوح شوری ۲، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر رسید (جدول ۲).

بیشترین میزان پتاسیم برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار ۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GN (۱/۸۲۴

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

ادامه جدول ۳-

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	کلسیم	منیزیم	منگنز	مس	روی	آهن
			(درصد)					
۰	شکوفه	GF677	۰/۵۰^{l}	۰/۸٤^{cde}	۰/۰۱۸۱^{a}	۰/۰۰٤۳۲^{a}	۰/۰۸۵۰^{b}	۰/۱۱۰۲^{a}
		GN	۱/۹٦^{b}	۱/۰۰^{a}	۰/۰۰۵۳^{k}	۰/۰۰۰٤۷^{fg}	۰/۰۱٤۸^{h}	۰/۰۰۱۹^{ij}
	تونو	GF677	۱/۹۰^{c}	۰/۹۰^{b}	۰/۰۱۵۹^{bc}	۰/۰۰۳۱۸^{d}	۰/۰٤۸۷^{g}	۰/۰۰۱۷^{j}
		GN	۱/۷۲^{f}	۰/۲۹^{m}	۰/۰۱۱۰^{f}	۰/۰۰۱۲۷^{e}	۰/۰۰۵۲^{j}	۰/۰۰۲۷^{ij}
	سهند	GF677	۰/٤۹^{l}	۰/۷۳^{g}	۰/۰۱۵٦^{cd}	۰/۰۰۳۹۳^{b}	۰/۰۸۱۲^{c}	۰/۰۹٤۰^{b}
		GN	۱/٦۰^{g}	۰/۲۹^{m}	۰/۰۰٦۸^{j}	۰/۰۰۰۳۱^{g}	۰/۰۱۵۰^{h}	۰/۰۰۲۰^{ij}
۱	شکوفه	GF677	۰/۳۱^{n}	۰/۸۳^{de}	۰/۰۱٦۲^{b}	۰/۰۰۳۱۷^{d}	۰/۰٦۷۵^{e}	۰/۰۲۷۹^{d}
		GN	۱/۳٦^{j}	۰/۷۵^{f}	۰/۰۰۵۷^{k}	۰/۰۰٤۸^{fg}	۰/۰۰۱۳^{k}	۰/۰۰٤۹^{gh}
	تونو	GF677	۱/۸۵^{d}	۰/۸٤^{cde}	۰/۰۱٤۵^{e}	۰/۰۰۰۵۷^{fg}	۰/۰۷۳۷^{d}	۰/۰۰٦۸^{f}
		GN	۱/۵۲^{hi}	۰/۳٤^{k}	۰/۰۰۹۸^{g}	۰/۰۰۰٦۳^{f}	۰/۰۱۵۷^{h}	۰/۰۰۳۲^{hij}
	سهند	GF677	۱/۹۰^{c}	۰/۷۲^{gh}	۰/۰۱٤٦^{e}	۰/۰۰۰٦٤^{f}	۰/۰٤۸۷^{g}	۰/۰۰۵۹^{fg}
		GN	۱/٤۸^{i}	۰/۹۰^{b}	۰/۰۰۷۳^{ij}	۰/۰۰۳۹۷^{b}	۰/۰۰۱٤^{k}	۰/۰۰۵۰^{fgh}
۲	شکوفه	GF677	۲/۲۰^{a}	۰/۷۰^{h}	۰/۰۱۵٤^{cd}	۰/۰۰۰۵۱^{fg}	۰/۰۵۳۷^{f}	۰/۰۰٦٦^{fg}
		GN	۱/۲۸^{k}	۰/۸۷^{c}	۰/۰۰۷۵^{i}	۰/۰۰۰٤۷^{fg}	۰/۰۰۸۳^{i}	۰/۰۰٦۷^{fg}
	تونو	GF677	۰/٤۳^{m}	۰/۸۵^{cd}	۰/۰۱۵۳^{d}	۰/۰۰۰۵٤^{fg}	۰/۱۱۱۲^{a}	۰/۰٤۵۲^{c}
		GN	۱/۷۲^{f}	۰/۳۱^{l}	۰/۰۱۱۵^{f}	۰/۰۰۱۱۱^{e}	۰/۰۱٤٦^{h}	۰/۰۰۳۷^{hi}
	سهند	GF677	۱/۸۰^{e}	۰/٦۲^{i}	۰/۰۱٤۲^{e}	۰/۰۰۰۵۷^{fg}	۰/۰۱۷۵^{h}	۰/۰۱۲۷^{e}
		GN	۱/۵٦^{gh}	۰/۵۸^{j}	۰/۰۰۹۰^{h}	۰/۰۰۳٤۹^{c}	۰/۰۰۸٤^{i}	۰/۰۰٦۸^{f}

* **در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن**

درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (۱/۷۹٤ درصد) و در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (۱/۷۹۰ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۵)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GN (۲/۰٦۲ درصد) و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GN (۲/۱۹۷ درصد) مشاهده شد.

سدیم: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که میزان سدیم برگ بادام به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر اثرات ساده، اثرات دوگانه، اثرات سه‌گانه و همچنین اثرات چهارگانه پایه، رقم، تیمار اسید سالیسیلیک و تنش شوری قرار داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۰/۱۱۸۳ درصد)، میزان سدیم برگ با افزایش سطح شوری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که به‌ترتیب در سطوح شوری ۲، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ۰/۱۲۹۳، ۰/۳۲۹۰ و ۰/۵۲٦۳ درصد رسید (جدول ۲).

براساس مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه اسید سالیسیلیک در رقم در پایه مشخص شد که بیشترین میزان سدیم برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه تیمار سالیسیلیک اسید (SA)، رقم و پایه در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر عناصر غذایی برگ بادام

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم	کلر
			(درصد)				
۰	شکوفه	GF677	۱/۷۹۲^{g}	۰/۱۳۵^{n}	۰/٦٥۰^{h}	۰/۰۹۰^{l}	۱/۷۷^{c}
		GN	۱/٦٦۰^{k}	۰/۱۷۲^{h}	۱/۷۹۰^{a}	۰/۱٦۱^{f}	۱/۲۸^{h}
	تونو	GF677	۱/۹٦۰^{c}	۰/۱۹۷^{c}	۰/٥٥۰^{k}	۰/۱۱۳^{j}	۱/۸۰^{c}
		GN	۱/۸٤۸^{f}	۰/۱۳۳^{o}	۱/٥۸۸^{c}	۰/۱۷۸^{d}	۱/٥٦^{de}
	سهند	GF677	۲/۰٤٤^{b}	۰/۲۰۰^{b}	۰/٥۰۷^{l}	۰/۰۹۰^{l}	۰/۱۸^{l}
		GN	۱/۹٤۱^{c}	۰/۱۷۰^{i}	۱/٥۸۸^{c}	۰/۱٤٤^{g}	۱/۲۸^{h}
۱	شکوفه	GF677	۱/۹٦۲^{c}	۰/۱۷٥^{g}	۰/٥۹۳^{j}	۰/۰۸۱^{n}	۲/۱۳^{b}
		GN	۱/۲۳٥^{m}	۰/۱٦٤^{l}	۱/۷۹٤^{a}	۰/۱۲۷^{h}	۱/۱۳^{i}
	تونو	GF677	۱/۷۰۸^{j}	۰/۱۹۱^{d}	۰/۷۷۸^{e}	۰/۰۹۲^{k}	۱/٤۲^{fg}
		GN	۱/۷۳٦^{i}	۰/۱٤۳^{m}	۱/٦۸۹^{b}	۰/۱۷۳^{e}	۱/۳٥^{gh}
	سهند	GF677	۱/۸۷٦^{e}	۰/۱۷۲^{h}	۰/٦۳٥^{i}	۰/۰٦٥^{o}	۰/۱۱^{l}
		GN	۱/٥۱۲^{l}	۰/۱۷۷^{f}	۱/٦۹۰^{b}	۰/۲٥٥^{a}	۱/٥۰^{ef}
۲	شکوفه	GF677	۲/۲۹٦^{a}	۰/۱۸۰^{e}	۰/۷۱۰^{f}	۰/۰۸۰^{n}	۱۰/٦۳^{a}
		GN	۱/٤۸٦^{l}	۰/۱٦٦^{k}	۱/٥٥٤^{d}	۰/۱۱٥^{i}	۰/٥٥^{k}
	تونو	GF677	۱/۷٤٤^{hi}	۰/٤۲۱^{a}	۰/٤۰۷^{m}	۰/۰۸٤^{m}	۱۰/٦۳^{a}
		GN	۱/۹۰٤^{d}	۰/۱٦۸^{j}	۱/٥۸۹^{c}	۰/۲۱۲^{c}	۱/٦۳^{d}
	سهند	GF677	۱/٦٤۳^{k}	۰/۱۸۰^{e}	۰/٦۸۱^{g}	۰/۰٥۰^{p}	۰/۸۹^{j}
		GN	۱/۷٦٤^{h}	۰/۱۱۱^{p}	۱/٥۸۹^{c}	۰/۲۱۷^{b}	۰/۹۲^{j}

* **در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن**

صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GN (۰/۲۸۰ درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (۰/۲٥٥ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٥)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (۰/۸۱۲ درصد) و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GN (۱/۱٦۱ درصد) مشاهده شد.

کلر: تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که اثرات ساده (پایه، رقم، اسید سالیسیلیک و شوری)، اثرات دوگانه (پایه × رقم، پایه × اسید سالیسیلیک، پایه × شوری، رقم × اسید سالیسیلیک، رقم × شوری و اسید سالیسیلیک × شوری)، اثرات سه‌گانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک، پایه × رقم × شوری و پایه × اسید سالیسیلیک × شوری) و همچنین اثرات چهارگانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک × شوری) در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان کلر برگ بادام معنی‌دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ۲) مشخص کرد که میزان کلر برگ بادام در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۱/٤٦۱ درصد)، در سایر سطوح شوری به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که به‌ترتیب به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

ادامه جدول ٤-

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	کلسیم	منیزیم	منگنز	مس	روی	آهن
			(درصد)					
۰	شکوفه	GF677	۱/۷۰^{hi}	۰/۷٦٦^{c}	۰/۰۱٤۲^{ab}	۰/۰۰۰٥٤^{d}	۰/۰۳٥۰^{d}	۰/۰۰۳٥^{h}
		GN	۱/۸٤^{g}	۰/۹۰۳^{b}	۰/۰۱۳۷^{ab}	۰/۰۰۰٤۷^{d}	۰/۰۲٤۷^{ef}	۰/۰۰۳۷^{gh}
	تونو	GF677	۲/۱۰^{b}	۰/٦۹٥^{e}	۰/۰۱۳٥^{ab}	۰/۰۰۰٥۱^{d}	۰/۰۲٦۲^{e}	۰/۰۰٥٥^{f}
		GN	۱/۸۸^{ef}	۰/۲۹۳^{k}	۰/۰۱٥۹^{a}	۰/۰۰۱۲۷^{b}	۰/۰۰٥۷^{i}	۰/۰۰۱۸^{jk}
	سهند	GF677	۲/۲۰^{a}	۰/٥۷٦^{g}	۰/۰۱۲٦^{ab}	۰/۰۰۰٥۷^{d}	۰/۰۱۰۰^{h}	۰/۰۱۰۰^{d}
		GN	۱/٤۰^{k}	۰/٥۸٥^{g}	۰/۰۱٥۳^{ab}	۰/۰۰۰۹٥^{bc}	۰/۰۲٤۷^{ef}	۰/۰۰۳۸^{gh}
۱	شکوفه	GF677	۲/۰٥^{c}	۰/۷۱۲^{de}	۰/۰۱۲۸^{ab}	۰/۰۰۰۳۷^{d}	۰/۰٤۷۹^{b}	۰/۰۱۰٦^{c}
		GN	۱/۵۲^{j}	۰/۷۳۲^{d}	۰/۰۰۹۲^{bc}	۰/۰۰۰٤۹^{d}	۰/۰۲۲٥^{f}	۰/۰۰۲۹^{i}
	تونو	GF677	۲/۰۰^{d}	۰/۷۲۰^{d}	۰/۰۱۲٥^{ab}	۰/۰۰۰٥۷^{d}	۰/۰۱۸۷^{g}	۰/۰۰۲۸^{i}
		GN	۱/٦۸^{i}	۰/٤٦۳^{i}	۰/۰۱۰٦^{ab}	۰/۰۰۰٦۳^{cd}	۰/۰۱۲٦^{h}	۰/۰۰۱۹^{j}
	سهند	GF677	۱/۹۰^{e}	۰/٥۲۲^{h}	۰/۰۱۲۸^{ab}	۰/۰۰۰٤۷^{d}	۰/۰٤۷٥^{b}	۰/۰۰۷۰^{e}
		GN	۱/۸۸^{ef}	۰/۳٤۱^{j}	۰/۰۱۰۷^{ab}	۰/۰۰۲۲۲^{a}	۰/۰۲۲٦^{f}	۰/۰۰۳۰^{i}
۲	شکوفه	GF677	۱/۹۷^{d}	۰/۷٦٦^{c}	۰/۰۱۱۰^{ab}	۰/۰۰۰٥۲^{d}	۰/۰٥٤۱^{a}	۰/۰۰۷۳^{e}
		GN	۱/۳٦^{l}	۰/۹۷٦^{a}	۰/۰۱۱۷^{ab}	۰/۰۰۰٥۰^{d}	۰/۰۲۲۸^{f}	۰/۰۰۱٥^{kl}
	تونو	GF677	۱/۸٥^{fg}	۰/۷۷۱^{c}	۰/۰۱۱۰^{ab}	۰/۰۰۰٥۹^{d}	۰/۰٤۱۲^{c}	۰/۰۳٥۹^{a}
		GN	۲/۰۹^{b}	۰/٤۳۹^{i}	۰/۰۱۲٥^{ab}	۰/۰۰۰۳۲^{d}	۰/۰۰۷۰^{i}	۰/۰۰۳۹^{g}
	سهند	GF677	۱/۷۳^{h}	۰/٥۲٤^{h}	۰/۰۱۱۰^{ab}	۰/۰۰۰٥۷^{d}	۰/۰۳٥۰^{d}	۰/۰۱٥۹^{b}
		GN	۱/۳٦^{l}	۰/٦٥۸^{f}	۰/۰۰۳۹^{c}	۰/۰۰۰۳۲^{d}	۰/۰۲۲۹^{f}	۰/۰۰۱۳^{l}

* **در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن**

۲/۲٦۳، ۳/٦۲۹ و ۳/۷۸۲ درصد در سطوح شوری ۲، ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر رسید. بیشترین میزان کلر برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۷/۰۹ درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در ارقام شکوفه و تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۱۰/٦۳ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٥)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۱۲/٤۰ درصد) و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GN (۵/۸۱ درصد) مشاهده شد.

کلسیم: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثرات ساده، اثرات دوگانه، اثرات سه‌گانه و همچنین اثرات چهارگانه پایه، رقم، تیمار اسید سالیسیلیک و تنش شوری بر میزان کلسیم برگ بادام در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۱/٤۲۱ درصد)، میزان سدیم برگ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر به ۱/۸۰٦ درصد افزایش یافت، سپس در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر به ۱/٦٤٦ درصد کاهش و درنهایت دوباره در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به۱/٦٥۷ درصد افزایش یافت (جدول ۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

جدول ٥- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه تیمار سالیسیلیک اسید (SA)، رقم و پایه در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر عناصر غذایی برگ بادام

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم	کلر
			(درصد)				
٠	شکوفه	GF677	٢/٠١٦^{e}	٠/١٤٤^{k}	٠/٦٧٨^{n}	٠/١٤٧^{l}	٣/٥٤^{f}
		GN	١/٣١٨^{o}	٠/١٥٥^{j}	١/٨٥١^{d}	٠/٥٥١^{f}	١/٤٨^{k}
	تونو	GF677	١/٧٣٦^{j}	٠/٤٤٥^{b}	٠/٢٣٦^{p}	٠/١٣٤^{m}	١٢/٤٠^{a}
		GN	١/٦٥٢^{k}	٠/١٦٠^{i}	٢/٠٦٢^{a}	٠/٦٢٨^{c}	٣/١٩^{h}
	سهند	GF677	٣/٠٨٢^{a}	٠/٢٩٧^{c}	٠/١٥٠^{r}	٠/١٦٦^{k}	١/٠٤^{m}
		GN	١/٥٩٦^{m}	٠/٢١١^{e}	١/٨٢٤^{e}	٠/٨١٢^{a}	٤/٦٠^{c}
١	شکوفه	GF677	٢/٥٢٠^{b}	٠/٦٢٠^{a}	٠/١٦٤^{q}	٠/٢٠٦^{j}	١٠/٦٣^{b}
		GN	١/٤٢٨^{n}	٠/١٥٩^{i}	١/٦٦٢^{h}	٠/٤٩٩^{g}	٢/١٢^{j}
	تونو	GF677	١/٩٠٦^{h}	٠/١٥٩^{i}	٠/٨٣٥^{j}	٠/٠٣٥^{p}	٣/٥٤^{f}
		GN	١/٨٧٦^{i}	٠/١١٦^{l}	١/٨٥٩^{c}	٠/٥٦٥^{e}	٤/٠٤^{e}
	سهند	GF677	١/٩٦٢^{fg}	٠/١٨٠^{g}	٠/٧٥١^{l}	٠/٠٣٦^{p}	٠/٣١^{n}
		GN	١/٦٢٤^{l}	٠/١٨٥^{f}	١/٧٥٨^{f}	٠/٥٧٥^{d}	٣/٣٣^{g}
٢	شکوفه	GF677	٢/٢١٢^{c}	٠/١٨٧^{f}	٠/٨٢١^{k}	٠/٠٤٤^{o}	٤/٤٣^{d}
		GN	١/٣١٨^{o}	٠/١٧٣^{h}	١/٦٠٨^{i}	٠/٦٥٨^{b}	١/٣٤^{l}
	تونو	GF677	٢/١٥٦^{d}	٠/٢٢٥^{d}	٠/٧٣٥^{m}	٠/٠٢٩^{q}	٢/٦٥^{i}
		GN	١/٩٦٠^{g}	٠/٠٩٠^{m}	١/٩٦٠^{b}	٠/٤٧٣^{h}	٤/٠٤^{e}
	سهند	GF677	١/٩٨٨^{f}	٠/١٧٦^{h}	٠/٦٥٠^{o}	٠/٠٥٨^{n}	٠/٣٧^{n}
		GN	١/٥٩٦^{m}	٠/١٨٧^{f}	١/٧٢٣^{g}	٠/٣٠٤^{i}	٢/١٩^{g}

* **در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن**

براساس مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه مشخص شد که بیشترین میزان کلسیم برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٣)، در تیمار ٢ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (٢/٢٠ درصد)؛ در سطح شوری ٢ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GF677 (٢/٢٠ درصد) و در سطح صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (١/٧٩٠ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٥)، در تیمار ١ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (٣/٢٠ درصد) و درنهایت در سطح شوری ٨ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار ١ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (٢/١٥ درصد) به‌دست آمد.

منیزیم: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان منیزیم برگ به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال ١ درصد تحت تأثیر اثرات ساده (پایه، رقم، اسید سالیسیلیک و شوری)، اثرات دوگانه (پایه × رقم، پایه × اسید سالیسیلیک، پایه × شوری، رقم × اسید سالیسیلیک، رقم × شوری و اسید سالیسیلیک × شوری)، اثرات سه‌گانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک، پایه × رقم × شوری و پایه × اسید سالیسیلیک × شوری) و همچنین اثرات چهارگانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک × شوری) قرار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

ادامه جدول ۵-

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	کلسیم	منیزیم	منگنز	مس	روی	آهن
			(درصد)					
۰	شکوفه	GF677	۱/۹۰^{d}	۰/۸۲۶^{b}	۰/۰۰۹۰^{f}	۰/۰۰۰۶۳^{e}	۰/۰۱۰۰^{hi}	۰/۰۱۰۰^{e}
		GN	۱/۴۴^{j}	۰/۸۲۹^{b}	۰/۰۰۹۸^{e}	۰/۰۰۰۴۷^{e}	۰/۰۲۴۸^{e}	۰/۰۰۳۸^{i}
	تونو	GF677	۰/۴۸^{m}	۰/۶۶۴^{ef}	۰/۰۰۹۰^{f}	۰/۰۰۳۴۳^{a}	۰/۰۴۴۰^{c}	۰/۰۳۹۷^{b}
		GN	۱/۸۴^{e}	۰/۷۳۲^{cd}	۰/۰۰۸۵^{f}	۰/۰۰۱۶۰^{c}	۰/۰۰۷۹^{i}	۰/۰۰۲۷^{j}
	سهند	GF677	۰/۲۳^{n}	۰/۶۴۲^{fg}	۰/۰۰۵۳^{h}	۰/۰۰۲۶۰^{b}	۰/۰۴۸۷^{b}	۰/۰۹۸۱^{a}
		GN	۱/۶۸^{g}	۰/۵۳۶^{hi}	۰/۰۱۱۴^{c}	۰/۰۰۱۹۰^{c}	۰/۰۲۴۹^{e}	۰/۰۰۳۹^{i}
۱	شکوفه	GF677	۳/۲۰^{a}	۰/۷۸۱^{bc}	۰/۰۰۷۳^{g}	۰/۰۰۲۸۵^{b}	۰/۰۵۳۷^{a}	۰/۰۳۰۰^{c}
		GN	۱/۳۲^{k}	۰/۷۰۷^{de}	۰/۰۱۲۵^{b}	۰/۰۰۰۵۰^{e}	۰/۰۱۶۵^{g}	۰/۰۰۴۲^{h}
	تونو	GF677	۲/۱۰^{b}	۰/۶۵۴^{ef}	۰/۰۰۸۵^{f}	۰/۰۰۰۶۰^{e}	۰/۰۵۰۰^{b}	۰/۰۰۴۱^{hi}
		GN	۱/۷۶^{f}	۰/۳۴۱^{k}	۰/۰۰۹۷^{e}	۰/۰۰۰۶۳^{e}	۰/۰۱۱۳^{h}	۰/۰۰۲۵^{jk}
	سهند	GF677	۲/۱۰^{b}	۰/۶۲۹^{fg}	۰/۰۰۵۰^{h}	۰/۰۰۰۴۷^{e}	۰/۰۲۰۰^{f}	۰/۰۱۱۳^{d}
		GN	۱/۵۲^{i}	۰/۳۴۱^{k}	۰/۰۱۴۰^{a}	۰/۰۰۱۱۷^{d}	۰/۰۱۶۶^{g}	۰/۰۰۴۴^{h}
۲	شکوفه	GF677	۲/۰۰^{c}	۰/۵۱۷^{i}	۰/۰۰۷۰^{g}	۰/۰۰۰۷۶^{e}	۰/۰۳۵۰^{d}	۰/۰۰۶۶^{f}
		GN	۱/۲۴^{l}	۰/۹۵۱^{a}	۰/۰۰۹۰^{f}	۰/۰۰۰۵۰^{e}	۰/۰۲۲۰^{ef}	۰/۰۰۵۱^{g}
	تونو	GF677	۱/۶۰^{h}	۰/۶۲۹^{fg}	۰/۰۰۶۹^{g}	۰/۰۰۰۵۷^{e}	۰/۰۵۵۰^{a}	۰/۰۰۲۲^{k}
		GN	۱/۷۲^{fg}	۰/۴۳۹^{j}	۰/۰۰۵۰^{h}	۰/۰۰۰۴۷^{e}	۰/۰۰۸۱^{i}	۰/۰۰۱۳^{l}
	سهند	GF677	۱/۷۵^{f}	۰/۵۸۵^{gh}	۰/۰۰۳۷^{i}	۰/۰۰۰۵۱^{e}	۰/۰۳۶۲^{d}	۰/۰۰۶۵^{f}
		GN	۱/۷۶^{f}	۰/۳۱۷^{k}	۰/۰۱۰۶^{d}	۰/۰۰۱۷۹^{c}	۰/۰۲۲۲^{ef}	۰/۰۰۵۳^{g}

* **در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن**

داشت (جدول ۱). مطابق مقایسه میانگین اثرات ساده مشخص شد که میزان منیزیم برگ بادام در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۰/۶۹۱ درصد)، در سایر سطوح شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌طوری‌که در سطوح شوری ۲، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب به ۰/۶۳۵، ۰/۶۱۸ و ۰/۴۷۶ درصد رسید (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه اسید سالیسیلیک در رقم در پایه حاکی از آن بود که بیشترین میزان منیزیم برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (۱/۰۰ درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۴)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (۰/۹۷۶ درصد)؛ در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۵)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (۰/۹۵۱ درصد) و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۶)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (۰/۸۰۵ درصد) مشاهده شد.

منگنز: مطابق تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثرات ساده رقم، اسید سالیسیلیک و شوری، اثرات دوگانه پایه × رقم، پایه × شوری، رقم × شوری و اسید سالیسیلیک × شوری، اثرات سه‌گانه پایه × رقم × شوری و پایه × اسید سالیسیلیک × شوری بر میزان منگنز برگ بادام معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ۲) نشان داد که بین سطوح

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه تیمار سالیسیلیک اسید (SA)، رقم و پایه در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر عناصر غذایی برگ بادام

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم	کلر
			(درصد)				
۰	شکوفه	GF677	۲/۰۳۰^{d}	۰/۱۵۷^{f}	۰/۸۳٦^{i}	۰/۰۵۱^{n}	٤/۵۳^{f}
		GN	۱/۱٤۲^{p}	۰/۱۵۱^{h}	۱/٦۰۹^{h}	۰/۹٤۰^{f}	۲/٦۹^{l}
	تونو	GF677	۲/٤۰۲^{a}	۰/۲٤۷^{b}	۰/۸٤۱^{i}	۰/۰٦٦^{k}	۳/٦۱^{j}
		GN	۱/۷۹۲^{f}	۰/۱۳۳^{m}	۲/۰۵۹^{c}	۰/۸۷۵^{h}	۵/۸۱^{a}
	سهند	GF677	۲/۳۱۰^{b}	۰/۱٤۹^{i}	۰/٤۳٦^{n}	۰/۰٦۸^{j}	۰/٤٤^{m}
		GN	۱/٤۰۰^{l}	۰/۲۲۹^{c}	۱/۹۲۵^{d}	۱/۱۵٦^{b}	۵/۳۲^{c}
۱	شکوفه	GF677	۱/٤۵٦^{k}	۰/۱٤٦^{jk}	۰/۷۳۵^{j}	۰/۰٤۷^{o}	۳/۷۲^{i}
		GN	۱/۳٤٦^{m}	۰/۱۵٤^{g}	۱/٦۰٤^{h}	۱/۰۳۸^{d}	۲/۹۱^{k}
	تونو	GF677	۱/۹۸۹^{e}	۰/۱۳۳^{m}	۰/۸۲۱^{i}	۰/۰٤۱^{q}	٤/٤۳^{g}
		GN	۲/۰۷۲^{c}	۰/۱٤۷^{j}	۱/۸۵٦^{e}	۰/۷۷٤^{i}	۵/۵۳^{b}
	سهند	GF677	۱/۹۹۳^{e}	۰/۱۲۵^{n}	۰/٦۵۱^{l}	۰/۰۵۵^{m}	۰/٤۰^{mn}
		GN	۱/۵٤۰^{i}	۰/۲۵٦^{a}	۱/۷۹۰^{f}	۱/۰۳۵^{e}	۵/۱۱^{d}
۲	شکوفه	GF677	۱/۱۸٤^{o}	۰/۱٤۳^{l}	۰/٦۵۱^{l}	۰/۰٦۳^{l}	۳/۹۷^{h}
		GN	۱/۲۷۹^{n}	۰/۱٦۳^{e}	۱/٦۵۹^{g}	۱/۰۸٤^{c}	۳/٦۱^{j}
	تونو	GF677	۱/۷۵۸^{g}	۰/۰۸۳^{p}	۰/٦۹۳^{k}	۰/۰۳۸^{r}	٤/٦٤^{e}
		GN	۱/۷٦٤^{g}	۰/۱۹٤^{d}	۲/۱۹۷^{a}	۱/۱٦۱^{a}	۵/۵۳^{b}
	سهند	GF677	۱/٦۸۲^{h}	۰/۰۹۲^{o}	۰/۵۷۸^{m}	۰/۰٤۵^{p}	۰/۳٤^{n}
		GN	۱/۵۱۲^{j}	۰/۱۵۷^{f}	۲/۱۲۸^{b}	۰/۹۳٤^{g}	۵/٤٦^{b}

* **در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن.**

شوری صفر و ۲ دسی‌زیمنس بر متر از لحاظ میزان منگنز برگ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (به‌ترتیب ۰/۰۱۱۹ و ۰/۰۱۲۰ درصد). همچنین میزان منگنز برگ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر به ۰/۰۰۸٤ درصد کاهش یافت و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ۰/۰۱۰۹ درصد افزایش یافت.

مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه بیانگر آن بود که بیشترین میزان منگنز برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۰۱۸۱ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۵)، در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (۰/۰۱٤۰ درصد) و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (۰/۰۱۸۱ درصد) به‌دست آمد. همچنین در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، کمترین میزان منگنز برگ در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (۰/۰۰۳۹ درصد) مشاهده شد و سایر تیمارها از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

مس: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثرات ساده، اثرات دوگانه، اثرات سه‌گانه و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

ادامه جدول ٦-

SA (میلی‌مولار)	رقم	پایه	کلسیم	منیزیم	منگنز	مس	روی	آهن
			(درصد)					
٠	شکوفه	GF677	١/٩٨^{c}	٠/٣١٢^{jk}	٠/٠١٠١^{g}	٠/٠٠٠٨٤^{e}	٠/٠٤٨٧^{c}	٠/٠٠٨٤^{d}
		GN	١/٢٨^{i}	٠/٥٩٦^{c}	٠/٠١٦٥^{b}	٠/٠٠٤٦^{h}	٠/٠١٢٥^{h}	٠/٠٠٦٨^{ef}
	تونو	GF677	١/٨٠^{de}	٠/٦٥٤^{b}	٠/٠١١٠^{f}	٠/٠٠٠٦٥^{f}	٠/٠٦٧٥^{a}	٠/٠٠٥٨^{ghi}
		GN	١/٤٠^{h}	٠/٥١٢^{e}	٠/٠١٥٦^{c}	٠/٠٠١٥٩^{c}	٠/٠١٠٢^{h}	٠/٠٠٦١^{fgh}
	سهند	GF677	١/٨٤^{d}	٠/٤٦١^{f}	٠/٠٠٧٦^{j}	٠/٠٠٢٠٣^{b}	٠/٠٦٦٢^{a}	٠/٠٢١٣^{b}
		GN	١/٧٢^{f}	٠/٥٩٦^{c}	٠/٠١٨١^{a}	٠/٠٠٢٠٦^{b}	٠/٠١٤٦^{h}	٠/٠٠٧١^{e}
١	شکوفه	GF677	٢/٠٥^{b}	٠/٣٤٦^{h}	٠/٠٠٩٠^{i}	٠/٠٠٤٤^{h}	٠/٠٢٦٢^{f}	٠/٠٠٢٦^{lm}
		GN	١/٢٤^{i}	٠/٥٦١^{d}	٠/٠١١٠^{f}	٠/٠٠٣٣^{h}	٠/٠١٤٨^{h}	٠/٠٠٥٣^{i}
	تونو	GF677	٢/١٥^{a}	٠/٥٩٨^{c}	٠/٠١٢١^{e}	٠/٠٠٤٧^{gh}	٠/٠٥٨٧^{b}	٠/٠٠٣٩^{j}
		GN	١/٦٤^{g}	٠/٣١٧^{ij}	٠/٠١٣٦^{d}	٠/٠٠١٧٤^{c}	٠/٠٢٠٤^{g}	٠/٠٠٦٣^{efg}
	سهند	GF677	١/٢٧^{i}	٠/٣٨١^{g}	٠/٠٠٩٠^{i}	٠/٠٠١٢٨^{d}	٠/٠٣٨٧^{d}	٠/٠١٢٣^{c}
		GN	١/٨٤^{d}	٠/٣٤١^{hi}	٠/٠١٢٦^{e}	٠/٠٠٠٩٥^{e}	٠/٠١٤٩^{h}	٠/٠٠٥٤^{hi}
٢	شکوفه	GF677	١/٩٦^{c}	٠/٣٣٧^{hi}	٠/٠٠٥٥^{k}	٠/٠٠٤٣^{h}	٠/٠٣٠٠^{e}	٠/٠٠١٦^{n}
		GN	١/١٦^{j}	٠/٨٠٥^{a}	٠/٠٠٩٣^{hi}	٠/٠٠٣٤^{h}	٠/٠١٣٧^{h}	٠/٠٠١٨^{n}
	تونو	GF677	٢/٠٤^{b}	٠/٥١٥^{e}	٠/٠٠٩٦^{gh}	٠/٠٠٤٣^{h}	٠/٠٤٧٩^{c}	٠/٠٦٢٩^{a}
		GN	١/٦٤^{g}	٠/٦٥٨^{b}	٠/٠٠٨٩^{i}	٠/٠٠٣٣^{h}	٠/٠١٢٦^{h}	٠/٠٠٣٥^{jk}
	سهند	GF677	١/٠٥^{k}	٠/٣٠٥^{jk}	٠/٠٠٥٩^{k}	٠/٠٠٠٦٤^{fg}	٠/٠١٣٧^{h}	٠/٠٠٣١^{kl}
		GN	١/٧٦^{ef}	٠/٢٩٣^{k}	٠/٠١٠٩^{f}	٠/٠٠٢٣٢^{a}	٠/٠١٣٨^{h}	٠/٠٠٢٠^{mn}

* در هر ستون و برای هر تیمار، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن.

همچنین اثرات چهارگانه پایه، رقم، تیمار اسید سالیسیلیک و تنش شوری بر میزان مس برگ بادام در سطح احتمال ١ درصد معنی‌دار بود (جدول ١). مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ٢) نشان داد که در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (٠/٠٠١٦٤ درصد)، میزان مس برگ در سطح شوری ٢ دسی‌زیمنس بر متر به ٠/٠٠٠٦٦ درصد کاهش یافت، سپس در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر به ٠/٠٠١١٩ درصد افزایش و درنهایت دوباره در سطح شوری ٨ دسی‌زیمنس بر متر به ٠/٠٠٠٩٦ درصد کاهش یافت.

مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه بیانگر آن بود که بیشترین میزان مس برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٣)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (٠/٠٠٤٣٢ درصد)؛ در سطح شوری ٢ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ١ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (٠/٠٠٢٢٢ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٥)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (٠/٠٠٣٤٣ درصد) و در نهایت در سطح شوری ٨ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار ٢ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GN (٠/٠٠٢٣٢ درصد) به‌دست آمد.

روی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان روی برگ به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال ١ درصد تحت تأثیر اثرات ساده (پایه، رقم، اسید سالیسیلیک و شوری)، اثرات دوگانه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

(پایه × رقم، پایه × اسید سالیسیلیک، پایه × شوری، رقم × اسید سالیسیلیک، رقم × شوری و اسید سالیسیلیک × شوری)، اثرات سه‌گانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک، پایه × رقم × شوری و پایه × اسید سالیسیلیک × شوری) و همچنین اثرات چهارگانه (پایه × رقم × اسید سالیسیلیک × شوری) قرار داشت (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین اثرات ساده مشخص شد که میزان روی برگ بادام در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۰/۰۳۷۳ درصد)، در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری به ۰/۰۲٦۷ درصد کاهش یافت، اما در سطوح شوری ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب به ۰/۰۲۷۹ و ۰/۰۲۹۲ درصد افزایش یافت (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه اسید سالیسیلیک در رقم در پایه حاکی از آن بود که بیشترین میزان روی برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۱۱۱۲ درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۹۷٦ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۵)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۰۵۵۰ درصد) و در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۰۵۳۷ درصد) و درنهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GN (۰/۸۰۵ درصد) مشاهده شد.

آهن: تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که میزان آهن برگ بادام به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر اثرات ساده، اثرات دوگانه، اثرات سه‌گانه و همچنین اثرات چهارگانه پایه، رقم، تیمار اسید سالیسیلیک و تنش شوری قرار داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ۲) نشان داد که میزان آهن برگ در مقایسه با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (۰/۰۱۹٤ درصد)، در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر به ۰/۰۰٦۸ درصد کاهش یافت، سپس در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر به ۰/۰۱۳٤ درصد افزایش و درنهایت دوباره در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ۰/۰۰۹۲ درصد کاهش یافت.

مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه بیانگر آن بود که بیشترین میزان آهن برگ در سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۳)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم شکوفه پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۱۱۰۲ درصد)؛ در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٤)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۰۳۵۹ درصد)؛ در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ۵)، در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم سهند پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۰۹۸۱ درصد) و در نهایت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (جدول ٦)، در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم تونو پیوندشده روی پایه GF677 (۰/۰٦۲۹ درصد) به‌دست آمد.

بحث

اثر تنش شوری بر تغییرات عناصر غذایی: Shibli و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی اثر تیمار شوری کلرید سدیم بر میزان جذب عناصر غذایی در بادام تلخ در محیط‌کشت درون شیشه‌ای بررسی و گزارش کردند که با افزایش شوری، غلظت نیتروژن کاهش می‌یابد که مقدار کاهش این عنصر در ارقام مختلف با یکدیگر متفاوت است. گزارش شده است، کاهش میزان تجمع نیتروژن در برگ گیاهان تحت شرایط تنش شوری می‌تواند ناشی از اثر آنتاگونیسی یون کلر در جذب نیترات، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به‌دلیل کاهش جذب آب توسط گیاه باشد (Grattan and Grieve, 1999).

محققین گزارش نمودند که با افزایش غلظت شوری، غلظت فسفر در پایه‌های بادام تلخ، توانو و GF677 کاهش یافت (اورعی و همکاران، ۱۳۸۸). به‌طورکلی نتایج حاصل از بررسی غلظت فسفر در برگ‌های ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده نشان داد که ژنوتیپ‌های پیوندی در افزایش قدرت پایه در جذب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

فسفر و انتقال آن به قسمت هوایی گیاه نقش بسزایی دارند. گزارش شده است که میزان فسفر تحت شرایط تنش شوری در رقابت با یون سدیم کاهش می‌یابد. گیاهانی که مقاومت بیشتری نسبت به تنش شوری داشته باشند، محتوی فسفر برگ آن‌ها به مقدار کمتری کاهش می‌یابد (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰؛ Mahajan and Tuteja, 2005).

غلظت بالاتر پتاسیم می‌تواند سبب بهبود تنظیم اسمزی با مصرف انرژی کمتری نسبت به تجمع محلول‌های سازگار شود (Storey and Walker, 1999). در واقع می‌توان گفت یکی از مکانیسم‌های پیوندک در مقابله با تنش شوری انتخاب یون پتاسیم در شرایط تنش و افزایش جذب این عنصر در مقایسه با سدیم است. از آنجایی که دو یون سدیم و پتاسیم در هنگام جذب توسط ریشه‌ها با یکدیگر در رقابت می‌باشند، گیاهان متحمل‌تر به شوری به‌طور انتخابی جذب پتاسیم به سدیم را ترجیح می‌دهند. گزارش شده است که گیاهان به‌صورت انتخابی جذب پتاسیم را به سدیم ترجیح می‌دهند ولی در صورت بیشتربودن غلظت یون سدیم در محلول خاک، کمبود پتاسیم در گیاهان قطعی است. میزان جذب پتاسیم نسبت به سدیم در شرایط تنش بسته به نوع گونه گیاهی و میزان مقاوت آن به شوری متفاوت hsj (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰).

یون سدیم با یون پتاسیم برای ورود به سلول رقابت می‌کند، چرا که انتقال آن‌ها توسط پروتئین‌های مشابهی صورت می‌گیرد. مسیرهای ورودی پتاسیم و سدیم به ۲ گروه تقسیم می‌شوند، گروه اول آن‌هایی هستند که قابلیت انتخابی بالایی برای پتاسیم نسبت به سدیم دارند و گروه دوم، انتخاب پتاسیم به سدیم در آن‌ها کمتر است. بسیاری از سیستم‌های انتقال پتاسیم، توانایی انتقال سدیم را هم دارند (Hasegawa *et al.*, 2000). ورود سدیم سبب برهم خوردن پتانسیل غشاء شده و ورود کلر به‌صورت غیرفعال را از طریق یک کانال آنیونی تسهیل می‌کند (Mahajan and Tuteja, 2005). یون سدیم برای متابولیسم سلولی سمی است و بر فعالیت بعضی آنزیم‌ها اثر می‌گذارد. غلظت بالای این یون سبب برهم‌خوردن تعادل اسمزی و ساختار غشاء، کاهش رشد و ممانعت از تقسیم سلولی می‌گردد (Hasegawa *et al.*, 2000; Mahajan and Tuteja, 2005).

در تحقیقات قبلی، اثر تیمارهای شوری بر دانهال‌های ٤ رقم بادام (آذر، سهند، تونو و نان‌پاریل) بررسی و گزارش شده است که با افزایش سطح شوری، مقدار سدیم، کلر و نسبت سدیم به پتاسیم در ساقه هر چهار رقم به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده بود به‌طوری‌که کمترین میزان این نسبت مربوط به رقم سهند بود که نشان‌دهنده انتقال کمتر سدیم و کلر از ریشه به ساقه و انتقال مقدار زیاد پتاسیم به بخش هوایی این رقم می‌باشد (گریگوریان و همکاران، ١٣٨٤).

بررسی اثر تیمار شوری کلرید سدیم بر میزان جذب عناصر غذایی در بادام تلخ نیز نشان داد که با افزایش سطوح شوری، غلظت کلسیم کاهش یافت (Shibli *et al.*, 2003). رضایی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی اثر تنش شوری بر وضعیت عناصر غذایی پنج رقم زیتون گزارش کردند که غلظت کلسیم، در اثر شوری کاهش می‌یابد. کلسیم در گیاهان نقش‌های بسیاری از مقادیر اندک در تنظیم برخی متابولیسم‌های سلولی گرفته تا مقادیر زیاد در ساختار دیواره سلولی دارد. این در حالی است که در شرایط تنش‌های محیطی بخصوص تنش شوری علاوه بر بروز تداخل کلسیم با برخی عناصر دیگر (مانند سدیم)، کارکرد این عنصر در فعالیت‌های حیاتی گیاه نقش ویژه‌ای در میزان تحمل به تنش پیدا می‌کند. توانایی کلسیم در تشکیل پیوندهای بین مولکولی سبب می‌شود که در پایداری و حفظ غشاءها و دیواره سلول مهم باشد و از این طریق از ورود سدیم به داخل سلول جلوگیری می‌کند. از این سو، در ریشه‌هایی که تحت شرایط تنش شوری مقدار کلسیم آن‌ها کمتر کاهش یافته باشد، نفوذپذیری غشاء نیز به مقدار کمتری افزایش یافته و سدیم کمتری به داخل سلول وارد می‌شود (Staples and Toenniessen, 1984).

Shibli و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر تیمار شوری کلرید سدیم بر میزان جذب عناصر غذایی بر روی بادام تلخ بررسی و گزارش شده است که با افزایش شوری، غلظت منیزیم کاهش می‌یابد که مقدار کاهش این عنصر در ارقام

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

مختلف با یکدیگر متفاوت می‌باشد. گزارش شده است که از مهم‌ترین نقش‌های منیزیم، شرکت آن در ساختار کلروفیل‌ها و کوفاکتور در فعال ساختن همه آنزیم‌های فسفریلاسیون است (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰).

Saied و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر تنش شوری کلرید سدیم بر رشد رویشی و تولید میوه دو رقم توت‌فرنگی السانتا و کرونا گزارش کردند که غلظت یون کلر در هر دو رقم با افزایش شدت تنش شوری، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین غلظت این یون مربوط به رقم السانتا بود. یون کلر در رقم کرونا بیشتر در ریشه‌ها و طوقه ذخیره شد ولی در رقم السانتا بیشترین غلظت کلر در دمبرگ‌ها وجود داشت و به‌طور کلی رقم کرونا قادر بود ۳۳٪ کلر بیشتری را نسبت به رقم السانتا در ریشه‌های خود انباشته کند و غلظت کلر در برگ‌های آن کمتر از رقم السانتا بود. یون کلر بر خلاف یون سدیم سریعاً به برگ‌های گیاه انتقال می‌یابد و در واقع تحمل بیشتر رقم کرونا به شوری به‌علت جلوگیری از انتقال این یون به برگ‌های گیاه است (Saied *et al.*, 2005). تحمل به شوری به میزان جذب و انتقال یون‌های کلر از ریشه به شاخه بستگی دارد. گیاهانی که قابلیت بیشتری برای دفع‌کنندگی یون‌های سدیم و کلر دارند، این عناصر را بیشتر در بافت ریشه خود ذخیره می‌کنند (Staples and Toenniessen, 1984).

گزارش شده است، شوری موجب تغییرات ساختمانی در ساقه، ریشه و برگ گیاهان می‌شود، به‌طوری‌که گیاهان تحت تنش شوری، دسته‌های آوندی کمتر و با قطر کوچکتری دارند، ولی در مقابل دارای سلول‌های پارانشیمی بیشتری هستند. بر این اساس، گیاهانی که قابلیت جذب بیشتر این عنصر را در رقابت با سدیم، در شرایط تنش شوری دارند، دچار تغییرات ساختمانی کمتری شده و خصوصیات رشدی خود را بهتر حفظ می‌کنند. عنصر روی برای انسجام غشاء سلولی ریشه ضروری بوده و احتمالاً می‌تواند اثر منفی کلرید سدیم را با محدودنمودن جذب و یا انتقال سدیم و کلرید به داخل گیاه، کاهش دهد (Alpaslan *et al.*, 1999).

مس از جمله عناصر ضروری و کم مصرف برای رشد و توسعه گیاهان بوده و در فتوسنتز، تنفس میتوکندری، پاسخ به تنش‌های اکسیداتیو و متابولیسم دیواره سلول شرکت می‌کند (Yruela, 2005). در شرایط تنش، عدم توازن بین فرآیند جذب انرژی و مصرف آن توسط اندام فتوسنتزی باعث تولید انواع اکسیژن فعال می‌شود (Mittler, 2002). مهم‌ترین سیستم‌های جمع‌آوری‌کننده ROS در گیاهان، آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز هستند. مس به‌عنوان کوفاکتور در برخی آنزیم‌ها مانند سوپراکسید دیسموتاز عمل می‌کند (Yruela, 2005).

در تحقیق دیگری نیز، اثر تیمار شوری کلرید سدیم بر میزان جذب عناصر غذایی در بادام تلخ در محیط‌کشت درون شیشه‌ای بررسی و گزارش شد که با افزایش سطوح شوری، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن کاهش و غلظت عناصر روی، مس، منگنز، بر، سدیم و کلر افزایش نشان دادند (Shibli *et al.*, 2003). عنصر آهن نقش بسیار مهمی در توسعه کلروپلاست، دریافت انرژی نورانی و انتقال الکترون از آب به $NADP^+$ دارد. این عنصر، همچنین در انتقال الکترون به فتوسیستم یک تأثیر فراوانی دارد و یک کوفاکتور مهم برای تعدادی از آنزیم‌هایی است که در مسیر بیوسنتز کلروفیل نقش دارند (Grattan, 2002).

هم‌راستا با نتایج بررسی حاضر مؤمن‌پور و همکاران (١٣٩٤الف) با بررسی غلظت عناصر غذایی در برگ و ریشه تحت تنش شوری نشان دادند که در همه ژنوتیپ‌ها بیشترین میزان کل و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلر، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین میزان کلسیم، منیزیم، فسفر، روی و مس برگ در تیمار ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم مشاهده شد. آن‌ها همچنین نشان دادند که نوع پیوندک در ممانعت از جذب سدیم و کلر ریشه و انتقال آن به قسمت‌های هوایی مؤثر بود. در مطالعه آن‌ها رقم شاهرود ۱۲ به‌عنوان رقم مقاوم به شوری در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی انتخاب شد. این محققین در بررسی دیگری در مورد تأثیر شوری آب آبیاری شامل صفر، ۱/۲، ٢/٤، ٣/٦ و ٤/٨ گرم در لیتر نمک بر ژنوتیپ‌های بادام مامایی، نان پاریل، A200 و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

1-25 پیوندشده روی پایهٔ GF677 و پایهٔ GF677 (پیوند نشده) بیان نمودند که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده، بیشترین مقدار کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلسیم، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین مقدار کلسیم، منیزیم، فسفر و مس در برگ و ریشه و کمترین غلظت آهن در ریشه، در شوری ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر (٤/۸ گرم در لیتر نمک) مشاهده شد (مؤمن‌پور و همکاران، ۱۳۹٤ب).

اثر تیمار اسید سالیسیلیک: کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش مقدار هورمون‌های گیاهی را تغییر داده و مکانیسم‌های محافظت گیاهان در برابر تنش را فعال می‌کند. در این رابطه، می‌توان نقش حفاظتی اسید سالیسیلیک در سلامتی غشاء و تنظیم جذب یون و خنثی‌کردن اثرات منفی شوری را به افزایش غلظت پتاسیم و کاهش غلظت سدیم در سیتوسول توسط تنظیم‌کردن فعالیت پتاسیم و انتقال سدیم و پمپ H که نیروی راندن برای انتقال را تولید می‌کند نسبت داد (El-Tayeb, 2005). کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاهان می‌تواند در جذب عناصر غذایی دخالت نموده و باعث افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم شو د (Khan *et al*, 2010).

براساس گزارش‌های Karlidag و همکاران (۲۰۰۹)، شوری باعث کاهش محتوی پتاسیم، آهن، مس و منگنز در توت‌فرنگی می‌شود و کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار قادر به افزایش این میزان در بخش هوایی گیاه می‌شود. Khan و همکاران (۲۰۱۰) مدعی شدند که تیمار گیاه ماش با اسید سالیسیلیک محتوی یون‌های در برگ‌ها که در طول تنش شوری کاهش یافته است را افزایش می‌دهد. در پژوهشی دیگر که توسط Gunes و همکاران (۲۰۰۷) بر روی ذرت انجام گردید معلوم شد که اسید سالیسیلیک از تجمع سدیم و کلر جلوگیری می‌کند اما باعث افزایش غلظت مس، منگنز، آهن، منیزیم و نیتروژن می‌شود اما اثری بر غلظت پتاسیم و روی ندارد.

مؤمنی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که تنش شوری میزان عناصر معدنی را در برگ‌های ذرت تحت تأثیر قرار داد و باعث کاهش مقدار پتاسیم و مس و افزایش مقدار سدیم، فسفر، منیزیم، آهن، روی، منگنز و بور شد و بر مقادیر نیتروژن و کلسیم تأثیری نداشت. اما پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک باعث تغییر در جذب و انتقال مواد معدنی به برگی از جمله کاهش مقدار سدیم شد.

Al-Hakimi و Hamada (۲۰۱۰) نیز اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر جذب یون‌های کلسیم و پتاسیم و اثر ممانعتی بر جذب سدیم و کلر در گیاه گندم تحت تنش شوری مشاهده کردند. تغییر در جذب یون‌ها که به‌واسطه کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک ایجاد می‌شود می‌تواند به‌عنوان یکی از مکانیسم‌ها برای کاهش اثرات تنش شوری محاسبه شود (Yildirim *et al.*, 2008). دانشمند و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که کاربرد برون‌زای اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در هر دو رقم گلرنگ مقدار سدیم را در گیاهان تحت تنش کاهش داد و غلظت عناصر پتاسیم و کلسیم را افزایش داد.

در آزمایش دلاوری پاریزی و همکاران (۱۳۹۱) در مورد گیاه ریحان سبز مشخص شد که مقدار سدیم برگ در شوری افزایش و در تیمار اسید سالیسیلیک نسبت به گیاه شاهد کاهش یافت. همچنین آن‌ها نشان دادند که میزان پتاسیم برگ در تنش شوری کاهش معنی‌داری یافت. تیمار همزمان اسید سالیسیلیک و شوری باعث کاهش معنی‌دار پتاسیم برگ شده، مقدار پتاسیم ریشه نیز کاهش یافت که نشان‌دهنده بهبود اثر شوری در حضور اسید سالیسیلیک است.

اثر ارقام و پایه‌های مختلف: در بررسی حاضر مشخص شد که پایه‌ها و ارقام مختلف نسبت به شوری و تیمار اسید سالیسیلیک پاسخ‌های مختلفی را نشان دادند. این نتایج با یافته‌های مؤمن‌پور و همکاران (۱۳۹۷، ۱۳۹٤ الف و ب) مطابقت دارد که گزارش نمودند ارقام مختلف بادام رفتار مختلفی را به شوری از خود نشان دادند. در مطالعه دیگری Zrig و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی پاسخ سه نوع پایه بادام (GF677، GN15 و بادام تلخ) به شرایط شوری نشان دادند که تجمع یون‌های سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم تحت تأثیر نوع پایه قرار گرفتند. که هم‌راستا با نتایج بررسی حاضر است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

در پژوهش دیگری، غلظت عناصر غذایی در دو رقم گیلاس Bigarreau Burlat و Tragana Edessis پیوندشده بر روی پایهٔ مازارد، تحت شرایط تنش شوری کلرید سدیم بررسی و گزارش شد که با افزایش میزان شوری غلظت سدیم در برگ‌های بالایی، وسطی و شاخساره گیاهان در در هر دو رقم افزایش یافت به‌طوری‌که میزان افزایش در رقم Bigarreau Burlat بیشتر بود (Papadakis *et al.*, 2007).

تفاوت میان ارقام از نظر میزان تجمع یون‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در عادت رشد، سیستم‌های انتقال و آوندها، ویژگی‌های آناتومی ریشه، توانایی محدودیت جذب و انتقال عناصر و میزان مصرف آب و تعرق گیاه باشد (Moya *et al.*, 2003; Fernandez-Ballester *et al.*, 2003). تحمل شوری به توانایی در جذب و انتقال یون‌های نمک از ریشه به شاخه مربوط است و گیاهانی که دارای قابلیت دفع‌کنندگی یون‌های سدیم و کلر هستند، مقدار بیشتری از این عناصر را در ریشه ذخیره می‌کنند تا بافت‌های برگ و ساقه (Melgar *et al.*, 2008). در پایه‌هایی که تحمل بیشتری نسبت به شوری دارند، مقاومت بیشتر ریشه در جذب کلر مشاهده شده است. براساس تحقیقاتی که رابطه مستقیمی میان جذب کلر و میزان استفادهٔ آب قائل‌اند، تحمل بیشتر پایه‌های مقاوم به‌علت مقاومت بیشتر در جذب کلر و مصرف کمتر آب است (Moya *et al.*, 2003).

ارقامی که میزان کلر کمتری در برگ ذخیره کردند، احتمالاً سیستم‌هایی برای کاهش جذب کلر دارند و یا عواملی که سبب جذب پائین‌تر و یا انتقال کمتر کلر می‌شود. از جمله این عوامل می‌توان به آناتومی و ویژگی سلول‌ها و مقدار سیستم ریشه و ساقه و توانایی ریشه در جذب دوباره کلر (از جریان تعرقی)، عوامل مؤثر در باز و بسته شدن روزنه‌ها (مثل وجود عناصری مثل پتاسیم و یا اسید آبسسیک) و تعرق برگی کمتر، که عامل هدایت عناصر به برگ‌ها می‌باشد، اشاره کرد (Moya *et al.*, 2003; Gimno *et al.*, 2009).

این نتایج حاکی از آن است که نوع پیوندک با توجه به میزان حفظ سرعت و قدرت رشدی خود در شرایط تنش شوری در جذب پتاسیم و انتقال آن به بخش هوایی مؤثر است. در بررسی اثر تنش شوری بر وضعیت عناصر غذایی پنج رقم زیتون، غلظت پتاسیم، در اثر شوری کاهش یافت که این کاهش در ریشه بیشتر از اندام‌های هوایی بود (رضایی و همکاران، ۱۳۸۵).

Noitsakis و همکاران (۱۹۹۷)، طی مطالعاتی که در مورد تأثیر تنش شوری روی ارقام مختلف بادام انجام داده بودند، به این نتیجه رسیدند که ارقام بادام عکس‌العمل متفاوتی به سطوح مختلف شوری نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

در بررسی حاضر مشخص شد که در برگ بادام عناصر سدیم، کلر، پتاسیم و کلسیم در پاسخ به تنش شوری افزایش معنی‌داری داشتند، درحالی‌که میزان نیتروژن، فسفر، منیزیم، منگنز، روی و آهن کاهش یافت. همچنین ارقام مختلف پیوند شده روی پایه‌های GN و GF677 نیز به تنش شوری و همچنین محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک پاسخ‌های متفاوتی از خود نشان دادند. در مجموع، در برگ ارقام پیوندشده روی پایه GF677 میزان سدیم کمتر و میزان نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، مس، روی و آهن بیشتری مشاهده شد، که به نوعی مزیت این پایه را در مقایسه با پایه GN نشان می‌دهد. محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک نیز توانست میزان سدیم برگ ارقام مختلف بادام را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد. در نهایت، با توجه به نتایج بررسی حاضر در شرایط تنش شوری می‌توان استفاده از پایه GF677 به‌همراه محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار را به‌منظور کاهش اثرات سوء تنش شوری در باغات بادام توصیه نمود.

منابع

امام، م.، حسین، ا. ه.، رفیعی، ن. و پیرسته انوشه، ه. (۱۳۹۲) واکنش رشد اولیه و غلظت‌های یون‌های سدیم و پتاسیم در ده رقم جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط تنش شوری. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی ۵: ۱۵-۵.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

امیری، ا. و بانی‌نسب، ب. (۱۳۹۵) اثر سالسیلیک اسید بر برخی ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی دانهال‌های بادام تلخ در شرایط تنش کلرید سدیم. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۱۷: ۱۲-۱.

اورعی، م.، طباطبایی، ج.، فلاحای، ا. و ایمانی، ع. (۱۳۸۸) اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذایی و سدیم درخت بادام. علوم باغبانی ۲۳: ۱۴۰-۱۳۱.

حیدری شریف آباد، ح. (۱۳۸۰) گیاه و شوری. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

دانشمند، ف.، آروین، م. ج.، کرامت، ب. (۱۳۹۳) تغییرات ایجاد شده توسط سالیسیلیک اسید در گیاهان گلرنگ *Carthamus tinctorius* L. تحت تنش شوری. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۷: ۲۱۵-۲۰۴.

دلاوری پاریزی، م.، باقی‌زاده، ا.، انتشاری، ش. و منوچهری کلانتری، خ. (۱۳۹۱) مطالعه تأثیر سالیسیلیک اسید بر مقاومت و القای تنش اکسیداتیو در گیاه ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری. زیست‌شناسی گیاهی ٤: ٣٦-٢٥.

رضایی، م.، لسانی، ح.، بابالار، م. و طلائی، ع. (۱۳۸۵) اثر تنش سدیم کلرید بر شاخص‌های رشد و میزان عناصر غذایی پنج رقم زیتون. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۷: ۳۰۱-۲۹۳.

قاسمی، ا. ع.، نجف‌آبادی، ا. و معصومی‌فر، و. (۱۳۹٤) کشت و پرورش بادام (کاشت، داشت و برداشت). انتشارات تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی (تاک).

گریگوریان، و.، جوادی، ص.، کسرائی، ر.، مطلبی‌آذر، ع. و دژمپور، ج. (۱۳۸٤) تعیین تحمل به شوری کلرور سدیمی در دانهال‌های چند رقم بادام. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۳: ١٤-١.

مؤمن‌پور، ع.، ایمانی، ع. و بخشی، د. (۱۳۹۷) تأثیر تنش شوری بر برخی از صفات بیوشیمیایی چهار رقم بادام. نشریه پژوهش آب در کشاورزی ۳۲: ۲۱٦-۲۰۱.

مؤمن‌پور، ع.، ایمانی، ع.، بخشی، د. و رضایی، ح. (۱۳۹٤ب) ارزیابی خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در چهار ژنوتیپ بادام پیوندشده روی پایهٔ GF677 تحت تنش شوری. علوم باغبانی ایران ٤٦: ٤٢٧-٤٠٩.

مؤمن‌پور، ع.، بخشی، د.، ایمانی، ع. و رضایی، ح. (۱۳۹٤الف) اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام شاهرود ۱۲، تونو و ژنوتیپ ١٦-١ پیوندشده روی پایه GF677. به‌زراعی کشاورزی ۱۷: ۲۱٦-۱۹۷.

مؤمنی، ن.، آروین، م. ج.، خواجویی‌نژاد، غ.، کرامت، ب. و دانشمند، ف. (۱۳۹۲) اثر کلرید سدیم و سالیسیلیک اسید بر برخی شاخص‌های فتوسنتزی و تغذیه معدنی گیاه ذرت (*Zea mays* L.). زیست‌شناسی گیاهی ۵: ۳۰-۱۵.

Ahmad, P., Azooz, M. M. and Prasad, M. N. V. (2013) Salt Stress in Plants: Signalling, Omics and Adaptations. Springer.

Al-Hakimi, A. M. A. and Hamada, A. M. (2001) Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. Biologia Plantarum 44: 253-261.

Alpaslan, M., Inal, A., Gunes, A., Cikili, Y. and Ozcan, H. (1999) Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury tomato (*Lycopersicum esculentum* L. Mill, c.v lale) grown under salinity. Turkish Journal of Botany 23: 1-6.

FAO, (2020) http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

El-Tayeb, M. A. (2005) Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.

Fernandez-Ballester, G., Garcia–Sanchez, F., Cerda, A. and Martinez, V. (2003) Tolerance of citrus rootstock seedling to saline stress based on their ability to regulate ion uptake and transport. Tree Physiology 23: 265-271.

Gimno, V., Syvertsen, P. J., Nieves, M., Simo, I., Martinez, V. and Garcia-Sanchez, F. (2009) Additonal nitrogen fertilization affects salt tolerance of lemon trees on different rootsticks. Scientia Horticulturae 121(3): 298-305.

Grattan, S. R. (2002) Irrigation Water Salinity and Crop Production. University of California. Agriculture and Natural Resourses Publication.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

Grattan, S. R. and Grieve, C. M. (1999) Salinity – mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientica Horticuture 78: 127-157.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E. G. and Cicek, N. (2007) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Journal of Plant Physiology 164: 728-736.

Gupta, R. K. and Abrol, I. P. (2008) Salt leaching. In: Encyclopedia of Soil Science. Encyclopedia of Earth Sciences Series. (ed. Chesworth, W.) Springer, Dordrecht.

Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K. and Bohnert, H. J. (2000) Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 51: 463-499.

Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M. (2009) Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. Scientia Agricola 66: 180-187.

Khan, N. A., Syeed, S., Masood, A., Nazar, R. and Iqbal, N. (2010) Application of salicylic acid increase contents of nutrients and antioxidative metabplism in mung bean and alleviates adverse effects of salinity stress. International Journal of Plant Biology 1: 1-8.

Kumar, V., Wani, S. H., Suprasanna, P. and Tran, L. S. P. (2018) Salinity Responses and Tolerance in Plants, 2nd Ed, Exploring RNAi, Genome Editing and Systems Biology. Springer International Publishing.

Mahajan, S. H. and Tuteja, N. (2005) Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics 444: 139-158.

Melgar, J. C., Syvertsen, J. P., Martinez, V. and Garcia-sanchez, F. (2008) Leaf gas exchange, water relations, nutrient content and growth in citrus and olive seedlings under salinity. Biologia Plantarum 52: 385-390.

Mittler, R. (2002) Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science 7: 405-410.

Moya, J. L., Gomez-Cadenas, A., Primo-Millo, E. and Talon, M. (2003) Chloride absorption in salt- sensitive Carrizo Citrange and salt- tolerant *Cleopatra mandarin* citrus rootstocks in linked to water use. Journal of Experimental Botany 54: 825-833.

Noitsakis, B., Dimassi, K. and Therios, I. (1997) Effect of NaCl induced salinity on growth, chemical composition and water relation of two almond (*Prunus amygdalus* L.) cultivars and the hybrid GF677 (*Prunus amygdalus- Prunus persica*). Acta Horticulturae 449: 641-648.

Papadakis, I. E., Veneti, G., Chatzissavvidis, C., Sptiropoulos, T. E., Dimassi, N. and Therios, I. (2007) Growth, mineral composition, leaf chlorophyll and water relationships of two cherry varieties under NaCl-induced salinity stress. Soil Science and Plant Nutrition 53: 252-258.

Rajeshwari, V. and Bhuvaneshwari, V. (2017) Salicylic acid induced salt stress tolerance in plants. International Journal of Plant Biology and Research 5: 1067.

Saied, A. S., Keutgen, A. J. and Noga, G. (2005) The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. Elsanta and Korona. Scientia Horticulturae 103: 289-303.

Shibli, R. A., Shatnawi, M. A. and Swaidat, I. Q. (2003) Growth, osmotic adjustment and nutrient acquisition of bitter almond under induced sodium chloride salinity *in vitro*. Communications in Soil Science and Plant Analysis 34: 1969-1979.

Staples, R. C. and Toenniessen, G. H. (1984) Salinity Tolerance in Plants. John Wiley and Sons.

Storey, R. and Walker, R. R. (1999) Citrus and salinity. Scientia Horticulturae 78: 39-81.

Wallender, W. W. and Tanji, K. K. (2012) Agricultural Salinity Assessment and Management. Published by American Society of Civil Engineers.

Waling, I., Van Vark, W., Houba, V. J. G. and Van der lee, J. J. (1989) Soil and Plant Analysis, a Series of Syllabi part 7. Plant Analysis procedures. Wageningen Agriculture University.

Yildirim, E., Turan, M. and Guvenc, I. (2008) Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. Journal of Plant Nutrition 31: 593-612.

Yruela, I. (2005) Copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology 17: 145-156.

Zrig, A., Ben Mohamed, H., Tounekti, T., Ennajeh, M., Valero, D. and Khemira, H. (2015) A comparative study of salt tolerance of three almond rootstocks: Contribution of organic and inorganic solutes to osmotic adjustment. Journal of Agricultural Science and Technology 17: 675-689.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]

A study of the effects of salinity stress of irrigation water and salicylic acid on the leaf nutrient elements in three grafted almond cultivars

Hossein Mohammadi[1], Ali Imani[1,2]*, Mohammadreza Asghari[3], Alireza Talaei[1],Vahid Abdosi[1]

[1]Department of Horticulture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
[2] Temperate Fruits Research Center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
[3]Department of Horticultural Science, Urmia University, Urmia, Iran.
(Received: 05/08/2020, Accepted: 02/11/2020)

Abstract

Among abiotic stresses, soil and water salinity are the major factors affecting agricultural crops growth and productivity worldwide. At the same time, the scion-rootstock combination and also foliar application of chimical compounds as salicylic acid can affect the nutrient elements content of almond leaf under salinity conditions. Therefore, in this study, the effects of foliar application of salicylic acid at 0, 1 and 2 mM concentrations on the changes of leaf nutrient elements (nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, chlorine, calcium, magnesium, manganese, copper, zinc and iron) of three almond cultivars (Shokoufeh, Sahand, and Touno) grafted on GF677 and GN rootstocks under salinity stress of irrigation (0, 2, 6 and 8 dS m^{-1}) was evaluated as factorial based on a completely randomized design with three replications. The results showed that salinity stress, especially at the highest concentration (8 dS m^{-1}) significantly enhanced sodium, chlorine, potassium and calcium content and also reduced nitrogen, phosphorus, magnesium, manganese, zinc and iron content in plant leaves. Grafted cultivars on the different rootstocks showed different responses to salinity stress and foliar application of salicylic acid. Generally, GF677 rootstock reduced sodium content but enhanced nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, copper, zinc and iron in the leaves of grafted cultivars. Furthermore, foliar application of salicylic acid significantly reduced leaves sodium content of different almond cultivars. Overall, in this experiment, which was performed under controlled conditions, GF677 rootstock as well as foliar application of salicylic acid were more effective in modifying the adverse effects of salinity compared with other treatments. Of course, it is necessary to study these treatments in orchard conditions as well.

Keywords: GF677 rootstock, Nutrients adsorption, Sodium chloride, Foliar application, Nitrogen

Corresponding author, Email: imani_a45@yahoo.com, a.imani@areeo.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.6.6]