اثرات اسید سالیسیلیک بر برخی از ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دانهال گردو تحت تنش شوری

سیاوش صفری [1]، جواد عرفانی مقدم*[1] و محمد جواد زارع [2]

[1] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، [2] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

(تاریخ دریافت: ١٣٩٥/٠١/٢٣، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٥/٠٤/٣٠)

چکیده:

در بین تنش‌های غیر زنده، شوری خاک یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیر گذار بر رشد و تولید محصول در سراسر جهان است. در این پژوهش، اثر اسید سالیسیلیک بر پارامترهای مورفو-فیزیولوژیک و بیوشیمیایی دانهال‌های گردو تحت تنش شوری بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور اسید سالیسیلیک (صفر، ١، ٢ و ٣ میلی‌مولار) و NaCl (صفر، ٥٠، ١٠٠ و ١٥٠ میلی‌مولار) در سه تکرار انجام شد و دانهال‌های گردو ٦٠ روز بعد از اعمال شوری مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها برای صفات بررسی شده وجود دارد. نتایج نشان داد افزایش غلظت شوری باعث کاهش برخی پارامترهای رشدی مانند تعداد برگ، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی و ارتفاع ساقه گردید. همچنین شوری باعث کاهش رنگدانه‌های کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ شد اما مقدار نشت یونی، مالون‌دی‌آلدئید و پرولین در مقایسه با شاهد افزایش یافت. نتایج کاربرد سالیسیلیک اسید نشان داد غلظت یک میلی‌مولار این ماده موجب افزایش مقاومت دانهال‌های گردو به تنش شوری می‌شود. همچنین اثرات متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر مقدار کاروتنوئید، محتوای آب نسبی برگ، نشت یونی، مالون‌دی‌آلدئید و مقدار پرولین معنی‌دار گردید. نتایج کلی آزمایش نشان داد کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی‌مولار باعث کاهش تخریب بافت در دوره تنش شوری می‌گردد و به عنوان تیماری مناسب باعث حفظ دانهال گردو شده است.

واژه‌های کلیدی: پرولین، کلروفیل، مالون‌دی‌آلدهید، محتوای نسبی آب

مقدمه:

تنش شوری جزو اولین تنش‌های محیطی است که گیاهان با آن مواجه هستند و امروزه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی، 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 می‌باشد (فرخی و گالشی، ١٣٨٤). سالانه حدود ٢ 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 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 (Ashraf and Foolad, 2007;

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: J.erfani@ilam.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

Manchanda and Garg, 2008). کشور ایران در منطقه خشک و بیابانی قرار دارد (بابایی فینی و علیجانی، ۱۳۹۲) و شوری آب و خاک در مناطق خشک و نیمه خشک ایران مشکلی مضاعف و رو به گسترش است (نقی زاده و همکاران، ۱۳۹۳). شوری آب در کشاورزی نه تنها باعث کاهش شدید عملکرد محصول می‌گردد بلکه به مرور زمان سبب سمیت گیاه، شور و سدیمی شدن خاک و از بین رفتن آن می‌شود (مؤمنی، ۱۳۹۰). با توجه به آمار ارائه شده و تحقیقات صورت گرفته در کل کشور ایران، سطوح اراضی شور در حدود ۲۵ میلیون هکتار می‌باشد (امام و همکاران، ۱۳۹۲) که در این بین حدود هشت میلیون هکتار مربوط به اراضی کشاورزی می‌باشد که در معرض تنش شوری قرار دارند (کاظمینی و همکاران، ۱۳۹۵). 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، به دلیل خواص اسمزی، علاوه بر تنش شوری با تنش کم‌آبی مواجه شده که این عامل سبب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود. این امر موجب اختلال در تقسیم سلول و بزرگ شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد و ساختار غشاء سلولی را برهم می‌زند (Netondo *et al*., 2004; Demir-Kaya *et al*., 2006).

شوری باعث کاهش سرعت فتوسنتز خالص گیاهان از طریق کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل‌ها می‌شود (Ashraf, 2004; Oliviera-Neto *et al*., 2009). کاهش در سرعت فتوسنتز به علت کاهش محتوای کلروفیل در شرایط کمبود شدید آب شدت می‌یابد. محتوای نسبی آب برگ یکی از پارامترهای فیزیولوژیکی می‌باشد که ارتباط تنگاتنگی با تنش شوری داشته و در این شرایط به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی خاک از محتوای نسبی آب برگ نیز کاسته می‌شود (Altinkut *et al*., 2001; Ashraf, 2004). کاهش رشد رویشی گیاهان در شرایط شور به دلیل کاهش آماس سلول‌ها و متأثر از فرآیندهای اسمزی است (اعتصامی و گالشی، ۱۳۸۷). در گزارشی مشخص شد تنش شوری به‌طور معنی‌داری سبب کاهش طول، قطر ساقه، تعداد برگ و سطح برگ در دانهال‌های پسته شده است (بستام و همکاران، ۱۳۹۰).

سالیسیلیک اسید یک مولکول پیام‌رسان مهم برای میانجیگری پاسخ‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است (Senaratna *et al*., 2000). ثابت‌شده است که سالیسیلیک اسید به‌طور معنی‌داری نشت یونی و تجمع یون‌های سمی را در گیاهان کاهش می‌دهد (Zhou *et al*., 2009). بر طبق گزارش‌ها، اسید سالیسیلیک تأثیرات بسیاری بر مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه داشته و در تحریک مکانیسم‌های حمایتی افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده نقش دارد، اما گزارش‌هایی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش شدت تنش و کاهش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی می‌شود (Hayat and Ahmad, 2007). در بسیاری از بررسی‌های انجام‌شده، کاربرد سالیسیلیک اسید (SA) به‌صورت خارجی در گیاهان تحت تنش شوری می‌تواند آثار تخریبی ناشی از این تنش را کاهش دهد و فرآیندهای رشد را سریعاً به حالت اولیه برگرداند (Szepesi *et al*., 2009). گزارش شده است در تنش شوری، کاربرد اسید سالیسیلیک، جذب سدیم در گیاهان 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). در گزارشی دیگر استفاده از محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر روی درختان سیب تحت تنش شوری اثر قابل توجهی بر بهبود پارامترهای رشدی و کیفیت میوه مشاهده شده است (Shaaban *et al*., 2011). کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاه *Torreya grandis* تحت تنش شوری، باعث بهبود رشد و فتوسنتز، افزایش محتوای کلروفیل و مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه شده است (Li *et al*., 2014).

گردو با نام علمی *Juglans regia* از خانواده ژوگلانداسه (Juglandaceae) یکی از مهم‌ترین محصولات خشکباری ایران می‌باشد که در کشورهای مختلف کشت می‌شود. درخت گردو برای رشد مطلوب و بهره‌وری به مقادیر زیادی آب نیاز دارد و از گیاهان حساس به تنش‌های غیر زیستی محسوب می‌شود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

(Fulton and Buchner, 2006). استفاده از ترکیبات یا تنظیم‌کننده‌های رشد به‌صورت برون‌زا در بسیاری از موارد در کاهش تنش‌های محیطی مؤثر گزارش گردیده است. نقش سالیسیلیک اسید در بسیاری از تنش‌های محیطی ثابت شده است. هر چند کاربرد این ماده منجر به کاهش تنش‌های مختلف در بسیاری از گیاهان شده است اما گزارشات اندکی در خصوص تأثیر آن در درختان میوه و به خصوص در دانهال گردو وجود دارد.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹٤ در دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل اسید سالیسیلیک در چهار غلظت صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی مولار و کلرید سدیم (NaCl) در چهار غلظت صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار بر دانهال دو ساله گردو در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش تعداد ۸۰ دانهال گردو یک‌ساله از گلدان‌های پلاستیکی با سایز متوسط به گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۳۰ و ارتفاع ٤۰ سانتی‌متر انتقال داده شدند و در زمان اعمال تیمارها نهال‌ها در فصل دوم رشدی قرار داشتند. خاک مورد استفاده به نسبت برابر از خاک مزرعه، خاک‌برگ و ماسه‌بادی تهیه شد. گلدان‌ها در محیط مزرعه در فضای آزاد قرار داده شدند و مراقبت‌های لازم شامل آبیاری، وجین، کوددهی (کود NPK به نسبت ٦-٢٤-١٨) به مقدار یک قاشق با خاک مخلوط گردید و یک هفته بعد از کوددهی مرحله اول، کود اوره ٤٦ درصد به مقدار ۲۰ گرم به هر نهال داده شد. مراقبت نهال‌ها تا زمانی که رشد کافی داشته باشند و به تعداد کافی برگ تولید کردند ادامه یافت و قبل از اعمال تیمارها برای جلوگیری از ایجاد تنش نور و گرما، نهال‌ها به زیر سایبان منتقل شدند. تعداد ٤۸ نهال سالم و یکنواخت انتخاب شده در طرح کاملاً تصادفی چیده شدند و در اواخر بهار هم‌زمان با رشد و نمو سریع دانهال، توسعه برگها و نمو ساقه، تیمار سالیسیلیک اسید در چهار غلظت صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی مولار به کمک اسپری دستی انجام شد و نهال‌ها تا خیس شدن کامل هر دو سطح برگ اسپری شدند. برای غلظت صفر میلی مولار اسپری با آب مقطر صورت گرفت. اعمال تیمار اسید سالیسیلیک در مرحله دوم تقریباً ۳ روز بعد از مرحله اول انجام شد (باقری و محمدعلی پور، ۱۳۹۰). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطح برگ‌ها در هنگام صبح و قبل از گرم شدن هوا صورت گرفت. تیمار شوری یک هفته بعد از اولین مرحله محلول پاشی سالیسیلیک اسید آغاز گردید که شامل غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار نمک بود. تیمار شوری همراه با آب آبیاری هر ۷-۵ روز یک‌بار تکرار می‌گردید تا زمانیکه مقدار نمک در خاک (EC خاک) مربوط به هر گروه تیماری شامل ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار نمک به ترتیب به ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ دسی زیمنس بر متر رسید. بعد از این مرحله نهال‌ها تا پایان دوره ارزیابی با آب معمولی آبیاری شدند. مقدار نمک موجود در خاک قبل از اعمال شوری اندازه‌گیری شد که میزان آن در حدود ۲/٦ دسی‌زیمنس بر متر ثبت شد.

نمونه‌برداری از برگ‌های گیاه، ٦۰ روز بعد از اعمال شوری انجام شد. به منظور اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی و صفات تخریبی، از برگ‌های قسمت میانی نهال چندین برگ به‌صورت تصادفی انتخاب و با فویل آلومینیومی پیچیده و بلافاصله در نیتروژن مایع منجمد شدند و در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل تعداد برگ، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع ساقه، درصد محتوی نسبی آب در بافت برگ، نشت یونی، کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، مالون‌دی‌آلدهید و پرولین در پایان دوره اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج استفاده شد. بدین منظور از هر تکرار ۱۵ برگ از قسمت میانی نهال به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از جداسازی، سطح هر برگ اندازه‌گیری و میانگین سطح ۱۵ برگ به‌عنوان سطح برگ هر تیمار در نظر گرفته شد. طول ساقه با استفاده از خط کش میلی‌متری محاسبه شد و بر اساس واحد سانتی‌متر گزارش گردید. درصد محتوای آب نسبی برگ با روش Díaz-Pérez و همکاران (۱۹۹۵) تعیین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

شد. برای سنجش میزان آسیب به غشا یا میزان نشت یونی از روش Lutts و همکاران (۱۹۹٦) استفاده گردید و مقدار کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید موجود در برگ با روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) تعیین شد. برای سنجش مقدار مالون‌دی‌آلدئید در بافت برگ از روش Heath and Packer (۱۹٦۸) استفاده شد و در نهایت مقدار پرولین با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استخراج گردید. به‌منظور انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده گردید. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش شوری و کاربرد سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری بر پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دانهال گردو مانند سطح برگ، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع ساقه، میزان رطوبت نسبی، نشت یونی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، مالون‌دی‌آلدئید و پرولین داشت (جدول ۱). اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات مانند مالون‌دی‌آلدئید، محتوای آب نسبی، نشت یونی، پرولین و کاروتنوئید معنی‌دار گردید (جدول ۱). شوری تأثیر معنی‌داری در کاهش سطح برگ و تعداد آن در زمان نمونه‌برداری داشت به طوریکه با افزایش سطح شوری تعداد برگ و سطح آن کاهش یافت. بیشترین سطح برگ مربوط به شاهد با میانگین ۸/۳ سانتی‌متر مربع و کمترین میزان آن مربوط به تیمار اعمال ۱۵۰ میلی مولار شوری با میانگین ۲/٤ سانتی‌متر مربع بود. بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمار بدون شوری با میانگین ۲۷/۵ برگ و کمترین تعداد برگ مربوط به شوری ۱۵۰ میلی مولار با میانگین ۸/۷ برگ ثبت شد (جدول ۲). نتایج نشان داد اسید سالیسیلیک در غلظت یک میلی‌مولار باعث افزایش سطح برگ و تعداد آن گردید اما در غلظت‌های بالاتر تأثیر مثبتی بر این شاخص‌ها نداشت (جدول ۳). تأثیر شوری بر شاخص تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود به طوریکه بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به شاهد با میانگین ۵/۵ شاخه و کمترین تعداد آن نیز در شوری ۱۵۰ میلی مولار با میانگین ۱/۷ شاخه مشاهده گردید. در بین کلیه تیمارها نیز اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین تعداد شاخه فرعی در غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک افزایش یافت به طوریکه تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۳). سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری در ارتفاع ساقه دانهال گردو ایجاد کرد به طوریکه بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار بدون تنش شوری با میانگین ٤۲/٤ سانتیمتر و کمترین ارتفاع ساقه نیز در تیمار ۱۵۰ میلی مولار با میانگین ۳۰/۷ مشاهده شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات ساده سالیسیلیک اسید در ارتفاع ساقه نیز نشان داد در غلظت یک میلی‌مولار این ترکیب ارتفاع دانهال گردو به ٤۲/٦ سانتیمتر رسید (جدول ۳).

شوری باعث کاهش مقدار محتوای کلروفیل برگ شد و در مقایسه میانگین اثرات ساده شوری مشاهده گردید بیشترین کلروفیل a در تیمار بدون تنش شوری با میانگین ۲۲/٤ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر و کمترین مقدار آن در شوری ۱۵۰ میلی مولار مشاهده گردید (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثرات ساده سالیسیلیک اسید مشاهده گردید بیشترین تأثیر این ترکیب در کلروفیل a غلظت ۱ یک میلی مولار با میانگین ۲۱ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر به دست آمد (جدول ۳). نتایج نشان داد کمترین میزان کلروفیل b و کل در شوری ۱۵۰ میلی مولار و در تیمار اسید سالیسیلیک در غلظت ۳ میلی مولار این ترکیب به دست آمد (جدول ۲ و ۳). اثرات متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های کلروفیل معنی‌دار نشد. محتوی نسبی آب در بافت برگ گردو تحت تأثیر شوری و اسید سالیسیلیک قرار گرفت به طوری که بیشترین محتوای نسبی آب بافت از تیمار بدون تنش شوری و در غلظت یک میلی مولار با میانگین ۹٤/۷ درصد و کمترین مقدار آن از شوری ۱۵۰ میلی مولار و غلظت ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک با میانگین ۱۰ درصد مشاهده شد (شکل ۱).

محتوی نسبی آب بافت همراه با افزایش شوری در خاک دارای شیب کاهشی بود اما مقدار آن به خوبی در غلظت یک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات موردبررسی در نهال‌های گردو تحت تنش شوری و سالیسیلیک اسید

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		شاخه فرعی	تعداد برگ	سطح برگ	ارتفاع ساقه	میزان آب نسبی	نشت یونی
		۳۰/٦**	۷۷۵/۸**	۷۰/٤**	۳۲۷/۸**	٦۹۳۷/٤**	٦۱۳۳۸/۸**
NaCl	۳	۱۱/۸**	۲٥٤/٥**	۲۲**	۲۹۲/۲**	۳۸٤۱/٤**	۲۲٥٥۹/۷**
SA	۳	۰/۳^{ns}	۱۳/۳۱^{ns}	۰/۱^{ns}	۱/۷^{ns}	٤٦۸/٥**	٥۹۱۲/۱**
NaCl*SA	۹	۰/۲	۷/۷	۰/٤	۱۲/۱	٦۸/٥	۲٤۳/۸
خطا	۳۲	۱۳/۱٤	۱٥/۲	۱۲/۱	۹/٥	۱٤/٥	۱٥/۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۱٤	۱٥/۲	۱۲/۱	۹/٥	۱٤/٥	۱٥/۲

**** و*: به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد، ns: غیر معنی‌دار**

ادامه جدول ۱-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	مالون‌دی آلدئید	پرولین
		٥۰۱/۳**	۳۸۸/۲**	۱۷۷۲/۱**	٤۰**	۳۲۹/٦**	۰/۰۱*
NaCl	۳	۳٦۸/۱**	۱٥٦/۲**	۹۹٦/٥**	۸۲/٥**	٦۰/۲**	۰/۰۸**
SA	۳	٥/۸^{ns}	٤/٥^{ns}	۲۰/۷^{ns}	٥/۹*	۸/۲**	۰/۰۱*
NaCl*SA	۹	۱۰/۳	۹/۷	۳۲/۸	۲/۹	۰/۹	۰/۰۰٦
خطا	۳۲	۲۳/٦	۲۷/۸	۲۳/۱	۲۸/٦	۱۲/۱	۳۳
ضریب تغییرات (٪)		۲۳/٦	۲۷/۸	۲۳/۱	۲۸/٦	۱۲/۱	۳۳

**** و*: به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد، ns: غیر معنی‌دار**

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده تنش شوری بر صفات مورد مطالعه دانهال گردو

تنش شوری	سطح برگ (سانتی‌مترمربع)	تعداد برگ	تعدادشاخه فرعی	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	کلروفیل a (میلی‌گرم برگرم وزن‌تر)	کلروفیل b	کلروفیل کل
صفر میلی مولار	۸/۳^{a}	۲۷/٥^{a}	٥/٥^{a}	٤۲/٤^{a}	۲۲/٤^{a}	۱۸/۹^{a}	٤۱/۳^{a}
٥۰ میلی مولار	٥/٤^{b}	۲۱/۳^{b}	٤/۲^{b}	۳۹^{b}	۱٤^{b}	۱۱/٦^{b}	۲٥/۷^{b}
۱۰۰ میلی مولار	٤/۸^{c}	۱٥/٥^{c}	۳/۲^{c}	۳۳/۷^{c}	۱۰/۳^{c}	۸/۳^{c}	۱۸/۷^{c}
۱٥۰ میلی مولار	۲/٤^{d}	۸/۷^{d}	۱/۷^{d}	۳۰/۷^{d}	۷/٥^{d}	٥/۸^{c}	۱۳/۳^{d}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD می‌باشند.

میلی مولار اسید سالیسیلیک حفظ شد. شوری بر میزان نشت الکترولیتی در سطح یک درصد احتمال آماری معنی‌دار گردید (جدول ۱) و با افزایش شوری نشت یونی نیز افزایش یافت. کمترین میزان نشت یونی در تیمار بدون تنش شوری و غلظت سالیسیلیک اسید یک میلی مولار با میانگین ۳۲/۱ درصد و بیشترین نشت یونی از تیمار شوری ۱٥۰ میلی مولار با سالیسیلیک اسید غلظت ۳ میلی مولار با میانگین ۲۹۷/٤ درصد مشاهده گردید (شکل ۲). در مجموع غلظت یک میلی مولار

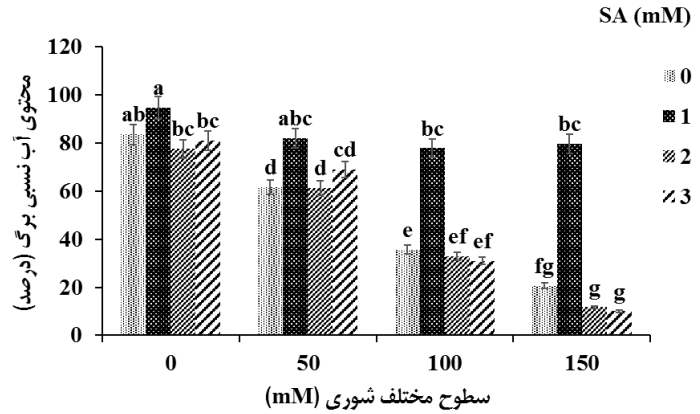
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

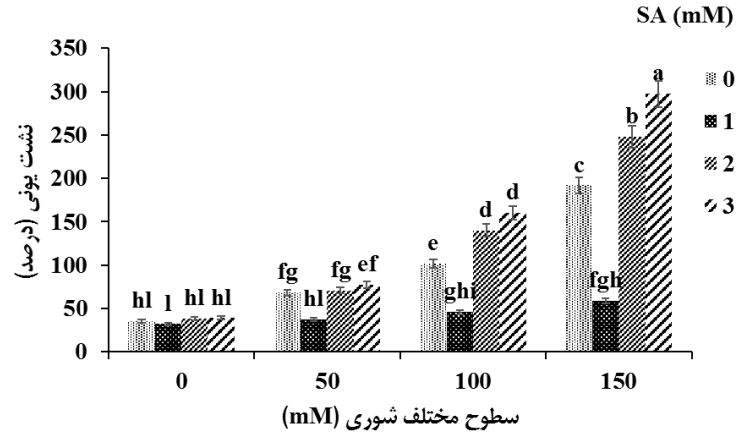
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده اسید سالیسیلیک بر صفات مورد مطالعه دانهال گردو

اسید سالیسیلیک	سطح برگ (سانتی‌مترمربع)	تعداد برگ	تعدادشاخه فرعی	ارتفاع‌ساقه (سانتی‌متر)	کلروفیل a (میلی‌گرم برگرم‌وزن‌تر)	کلروفیل b	کلروفیل کل
صفر میلی مولار	٤/٦ b	۱۷/۳ b	۳/٤ b	۳۸/۳ b	۸/۲ c	۷/۲ c	۱۵/۵ d
۱ میلی مولار	۷/۲۷ a	۲۵ a	۵/۱ a	٤۲/٦ a	۲۱ a	۱۵/٦ a	۳٦/٦ a
۲ میلی مولار	٤/٤ b	۱۵/۵ b	۳/۱ bc	۳۲/۷ c	۱٤/۱ b	۱۲/٤ b	۲٦/۵ b
۳ میلی مولار	٤/٦ b	۱۵/۲ b	۳ c	۳۲/۳ c	۱۰/۸ c	۹/۵ c	۲۰/٤ c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD می‌باشند.



شکل ۱- اثر متقابل غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (SA) و شوری بر میزان آب نسبی بافت دانهال گردو. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD است.

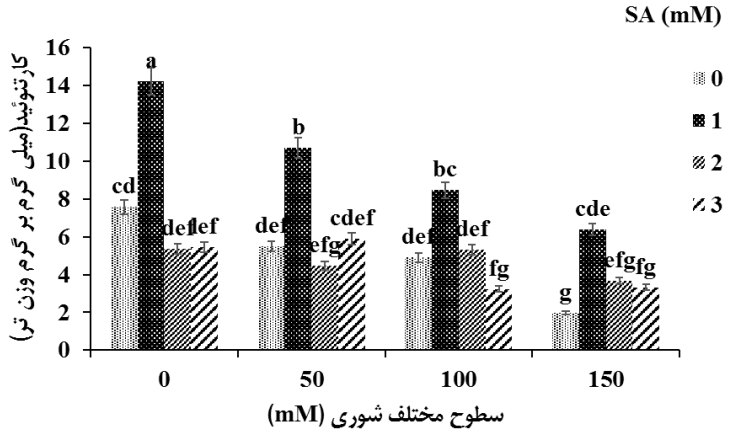


شکل ۲- اثر متقابل غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (SA) و شوری بر مقدار نشت یونی بافت دانهال گردو. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD است.

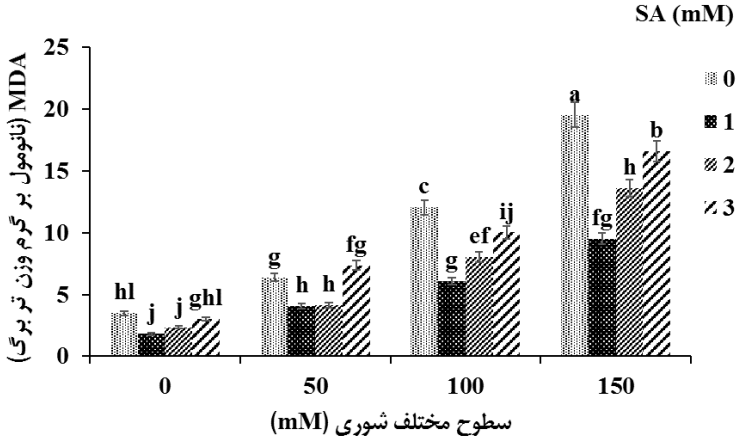
اسید سالیسیلیک به منظور جلوگیری از نشت یونی در سلول در مقایسه با غلظت‌های بالاتر این ترکیب بهتر بود.

شاخص رنگدانه کاروتنوئید تحت تأثیر اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک قرار گرفت به طوری که همراه با افزایش شوری از مقدار این شاخص در مقایسه با شاهد کاسته شد (شکل ۳). با این حال ترکیب اسید سالیسیلیک در غلظت یک میلی مولار باعث افزایش این شاخص در مقایسه با شاهد و سطوح ۲ و ۳ میلی مولار اسید سالیسیلیک داشته است به

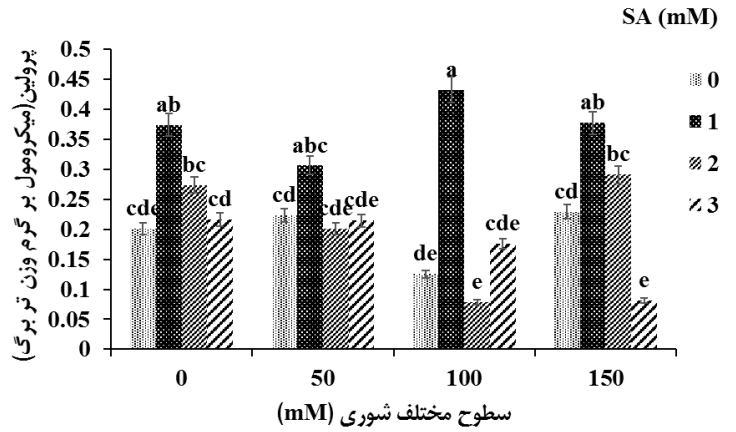
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]



شکل ۳- اثرات متقابل غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (SA) و شوری بر مقدار کارتنوئید برگ دانهال گردو. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD است.



شکل ٤- اثر متقابل غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (SA) و شوری بر مقدار مالون‌دی‌آلدهید برگ دانهال گردو. حروف مشابه نشان-دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD است



شکل ۵- اثر متقابل غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (SA) و شوری بر مقدار پرولین برگ دانهال گردو. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون LSD است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

طوری که بیشترین مقدار آن در شوری صفر و غلظت یک میلی مولار اسید سالیسیلیک با مقدار ١٤/٢ میلی گرم در وزن‌تر برگ ثبت شد. اثر متقابل سالیسیلیک اسید و شوری در سطح یک درصد آماری بر مالون‌دی‌آلدهید معنی‌دار گردید. بیشترین تجمع این ترکیب در تیمار تنش شوری شدید یا شوری ۱۵۰ میلی مولار و اسید سالیسیلیک در غلظت صفر میلی مولار با میانگین ۱۹/۵ نانومول بر گرم وزن‌تر و کمترین مقدار آن در تیمار شوری صفر و غلظت سالیسیلیک اسید یک میلی مولار با میانگین ۱/۸ نانومول بر گرم وزن‌تر بدست آمد (شکل ٤).

مقدار پرولین نیز تحت تأثیر شوری و اسید سالیسیلیک قرار گرفت به طوریکه بیشترین مقدار پرولین (۰/٤۳ میکرومول بر گرم وزن‌تر) در تیمار شوری ۱۰۰ میلی مولار و اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی مولار مشاهده گردید (شکل ۵). با توجه به نتایج حاصله در بین کلیه تیمارها، غلظت یک میلی-مولار سالیسیلیک اسید نسبت به سایر غلظت‌ها بهتر بود و باعث افزایش پرولین در برگ نهال گردو بعد از اعمال تنش شوری شد.

بحث:

تنش شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان را کاهش می‌دهد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان دهنده اثر سوء شوری بر شاخص‌های رشد دانهال گردو دارد که با نتایج حاصل از تحقیقات مقصودی و همکاران (۱۳۹۰) که نشان دادند تنش شوری باعث کاهش سطح برگ و تعداد برگ در دانهال گردو می‌گردد منطبق است. در آزمایشی دیگر، تنش شوری موجب کاهش تعداد و سطح برگ در توت‌فرنگی شد (سعادتی و معلمی، ۱۳۹۰). کاهش سطح برگ مهم‌ترین علت کاهش رشد گیاه بر اثر شوری عنوان می‌شود. اندازه برگ بستگی به تعداد سلول‌ها (تقسیم سلولی) و اندازه سلول‌های برگ دارد. مراحل اولیه تشکیل بخش هوایی و برگ‌ها تحت کنترل تقسیم سلولی بوده و نسبتاً غیر حساس به خشکی و شوری می‌باشد، ولی گسترش سطح برگ به خشکی و شوری حساس است (Koyro, 2000). کاهش سطح برگ در اثر شوری می‌تواند به علت کاهش تعداد برگ در اثر کاهش فتوسنتز و کاهش اندازه برگ در اثر کاهش فشار تورژسانس باشد (Nasir Khan *et al.*, 2007). در گزارشی، غلامی و راحمی (۱۳۸۸) بر روی هیبرید هلو-بادام نشان دادند غلظت نمک باعث کاهش تدریجی طول ساقه می‌گردد. نتایج آنها نشان داد که بیشترین طول ساقه مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۷۵ میلی مولار نمک دیده شد. در نتایج حاصل از این تحقیق نیز شوری باعث کاهش ارتفاع ساقه دانهال گردو گردید. در گزارشی مشخص شد شوری به‌طور معنی‌داری سبب کاهش طول، قطر ساقه، تعداد برگ و سطح برگ در دانهال‌های پسته شد (بستام و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین نتایج Chelli-Chaabouni و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که تیمار ٦۰ تا ۸۰ میلی مولار کلرید سدیم منجر به کاهش معنی‌داری طول ساقه و تعداد برگ در گیاه پسته شد. کاهش میزان رشد در شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل اختلال در فرایندهایی مانند فتوسنتز و تنفس باشد. مهار گسترش تقسیم سلولی، کاهش سطح برگ و بنابراین کاهش سطح دریافت نور، تسریع پیری برگ‌ها، افزایش درجه حرارت برگ، تحت تأثیر قرار گرفتن دستگاه فتوسنتزی، کاهش کارایی زنجیره انتقال الکترون و کمپلکس جمع کننده نور، کاهش کارایی کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو و یا افزایش فعالیت اکسیژنازی این آنزیم، کاهش ظرفیت بازسازی RUPB، مهار سنتز ATP به دلیل مهار فعالیت کمپلکس ATP سنتتاز، غیرفعال شدن فتوسیستم یک و دو (PSI و PSII) به دلیل جدا شدن برخی از پروتئین‌ها از آن‌ها در حضور غلظت بالای سدیم و کلر، تغییر در هدایت روزنه‌ای، نرخ تعرق، محتوای نسبی آب و کاهش تورگر، تغییر در مقدار رنگریزه‌های فتوسنتزی و القای کلروفیلاز ازجمله دلایلی است که در کاهش رشد در شرایط تنش شوری در گزارش‌های مختلف ذکر شده است (Parida and Das, 2005).

مقایسه میانگین اثرات ساده سالیسیلیک اسید نشان داد که غلظت یک میلی‌مولار این ماده سبب افزایش معنی‌دار این

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

پارامترهای رشدی شده و در افزایش ارتفاع ساقه، سطح برگ، تعداد برگ و تعداد شاخه فرعی مؤثر بود. کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش مقدار هورمون‌های گیاهی را تغییر داده و مکانیسم‌های محافظت گیاهان در برابر تنش را فعال می‌کند. Shakirova و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند که ترکیب اسید سالیسیلیک مقدار هورمون‌های ایندول استیک اسید و سیتوکینین را تحت شوری افزایش داده و درنتیجه باعث افزایش رشد می‌شود. کلروفیل‌ها ازجمله عمده‌ترین ماکرو مولکول‌ها هستند که در تنش‌های محیطی ازجمله خشکی، شوری، نوری، حرارتی و فلزات سنگین، آسیب می‌بینند (Harmut and Babani, 2000). نتایج مشاهدات مربوط به کلروفیل a، b و کلروفیل کل نشان داد افزایش تنش شوری به‌طور معنی‌داری باعث کاهش آنها شده است. همچنین کاهش در مقدار کارتنوئید نیز مشاهده شد. کاهش کلروفیل احتمالاً ناشی از فعال شدن مسیر کاتابولیسمی کلروفیل می‌باشد. تغییر در کلروفیل a، b در طول تنش شوری به گونه گیاهی، تیمار شوری، نوع نمک و سن گیاه بستگی دارد (Sairam and Srivastava, 2002).

اثر شوری بر جذب بعضی یون‌ها مانند آهن و منیزیم که در ساختمان کلروپلاست وجود دارند ثابت شده است و به دنبال کاهش این یون‌ها، کلروفیل برگ کاهش یافته و در نتیجه فتوسنتز کاهش می‌یابد (Hanafy *et al*., 2002). کاهش مقدار رنگریزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری می‌تواند عمدتاً به دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید باشد (Sultana *et al*., 2005). در این پژوهش نیز رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در تیمار شوری کاهش یافتند که نشان می‌دهد بیوسنتز کلروفیل در این شرایط و در مقایسه با گیاه کنترل کاهش پیدا کرده است. در این پژوهش مشخص شد که رنگدانه‌های فتوسنتزی و کاروتنوئید در تیمار اسید سالیسیلیک به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرارگرفته است. القای سنتز کارتنوئیدها در شرایط تنش می‌تواند به دلیل نقش حفاظتی آن‌ها در تشکیلات فتوسنتزی باشد زیرا این رنگدانه باعث حذف رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از پراکسیدایون لیپیدها و در نهایت مانع تنش اکسیداتیو می‌گردند (Koyro, 2006). کاهش در میزان فعالیت سلول‌های مریستمی و جلوگیری از طویل شدن سلول‌ها نتیجه تغییر در روابط آبی گیاهان تحت تنش شوری است که مسئول کاهش شاخص‌های رشدی گیاهان است (Idress *et al*., 2011). تنش شوری مقدار محتوای آب نسبی را در گیاه کاهش می‌دهد. در پژوهشی، Parida and Das (۲۰۰۵) گزارش کردند که محتوای آب نسبی، پتانسیل آب و پتانسیل اسمزی گیاهان بیشتر با افزایش شوری منفی می‌شود. این مطالعه نشان داد که تیمارهای شوری موجب کاهش محتوای نسبی رطوبت گیاهان تحت تنش شوری در مقایسه با گیاهان شاهد می‌گردد. به‌طوری‌که بیشترین رطوبت نسبی آب با میانگین ۸٤/۲ درصد برای شاهد و ۳۰/۵ درصد برای تنش شدید شوری مشاهده گردید. کاهش محتوای آب برگ در اثر تنش از یک طرف به دلیل کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها و از طرف دیگر افزایش تعرق آب از طریق برگ‌ها می‌باشد که در نهایت منجر به بسته شدن روزنه‌های برگ می‌گردد. کاهش در محتوای نسبی آب در انگور (جلیلی مرندی و همکاران، ۱۳۹۰؛ کریمی و همکاران، ۱۳۹۰)، بادام (اورعی و همکاران، ۱۳۸۸)، لیموآب (شهیدی پور اکبری و فتوحی قزوینی، ۱۳۸۹)، توت‌فرنگی (دهقان و همکاران، ۱۳۹۲؛ سیدلرفاطمی و همکاران، ۱۳۸۸) بر اثر تنش شوری مشاهده شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در این تحقیق اثرات متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر مقدار آب نسبی برگ معنی‌دار گردید و غلظت ۱ میلی مولار این ماده تحت تنش شوری باعث حفظ محتوای آب نسبی در برگ‌های دانهال گردو شده است. Karlidag و همکاران (۲۰۰۹) افزایش در محتوای نسبی آب گیاه توت‌فرنگی تیمار شده با سالیسیلیک اسید را گزارش کردند. افزایش محتوای آب نسبی توسط اسید سالیسیلیک و مشتقات آن می‌تواند به نقش این ماده در افزایش قدرت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و کاهش تنش اکسیداتیو و افزایش همبستگی و پایداری غشاء و تعدیل و تنظیم اسمزی از طریق افزایش مقدار پتاسیم به‌عنوان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

یون بسیار مهم در حفظ فشار تورژسانس سلولی نسبت داد (Korkmaz *et al*., 2007).

یکی دیگر از مکانیسم‌های مقاومت در برابر تنش‌های محیطی مانند شوری و تنش کم‌آبی وابسته به دولایه لیپیدی و اسیدهای چرب غیراشباع آن است که در طی تنش باعث پایداری غشاء می‌شود (Idress *et al*., 2011). رادیکال‌های آزاد فعال شده تحت تنش، عامل اصلی پراکسیداسیون لیپیدها، غیرفعال شدن آنزیم‌ها و آسیب‌های اکسیداتیو به اسیدهای نوکلئیک است. مالون‌دی‌آلدئید حاصل تجزیه اسیدهای چرب غیراشباع است که به‌عنوان شاخص زیستی پراکسیداسیون لیپیدها زمانی که در معرض انواع اکسیژن‌های فعال (ROS) قرارگرفته‌اند، شناخته می‌شود (Eraslan *et al*., 2008). در اثر تجمع سدیم در برگ غشاء سلولی آسیب‌دیده و خاصیت انتخابی خود را از دست می‌دهد و بنابراین میزان نشت الکترولیت‌ها افزایش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد تجمع یون‌های سمی به‌ویژه سدیم در برگ‌های گردو باعث کاهش جذب آب و کاهش جذب و تجمع کلسیم در برگ‌ها می‌شود و در نتیجه استحکام غشاء سلولی از بین می‌رود و نشت یون‌ها در سیتوزول سلولی افزایش می‌یابد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۰). در این پژوهش ترکیب اسید سالیسیلیک باعث کاهش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدهید نسبت به شاهد گردید که بیشترین تأثیر در غلظت یک میلی مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد و اثرات متقابل شوری و اسید سالیسیلیک در سطح یک درصد احتمال آماری معنی‌دار گردید که بیانگر تأثیر سالیسیلیک اسید در کاهش مقدار مالون‌دی‌آلدئید در شرایط تنش شوری می‌باشد. تنش شوری سبب کاهش یکپارچگی غشاء سلولی و آزاد شدن الکترولیت‌ها و مواد درون سلول و افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء سلول می‌شود. در اثر پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء ترکیباتی مانند مالون‌دی‌آلدهید، پروپانال، بوتانال، دی متیل استال و غیره آزاد می‌گردد. این مواد به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری مقدار پراکسیداسیون لیپیدها استفاده می‌شود (Doulatabadian *et al*., 2008). این‌گونه به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک با پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد، از پراکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری نموده و مانع افزایش مادون‌دی‌آلدئید می‌گردد.

در این آزمایش افزایش میزان نشت یونی در کلیه تیمارهای شوری مشاهده شد و بیشترین نشت یونی در تیمار شوری شدید و کمترین نشت یونی در گیاه شاهد مشاهده شد. افزایش میزان نشت یونی در شرایط تنش شوری در دانهال‌های لیموآب (شهیدی پور اکبری و فتوحی قزوینی، ۱۳۸۹)، توت‌فرنگی (دهقان و همکاران، ۱۳۹۲؛ سعادتی و معلمی، ۱۳۹۰)، گردو (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۰) گزارش‌شده است که با نتایج حاضر مطابقت دارد. اسید سالیسیلیک با کاهش میزان رادیکال‌های آزاد باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدها و نشت یونی غشاء می‌شود که گیاه را در برابر شوری محافظت می‌کند (Senaratna *et al*., 2000; El-Tayeb, 2005). پرولین یکی از مهم‌ترین محلول‌های سازگار و قابل‌حل در آب است که در شرایط شوری غلظت آن نسبت به اسیدآمینه‌های دیگر افزایش می‌یابد و سبب تعدیل پتانسیل اسمزی می‌گردد و از سمیت نمک جلوگیری می‌کند (Kaya *et al*., 2006). در این پژوهش بیشترین مقدار پرولین در تنش شوری شدید مشاهده شد که از نظر آماری با مقدار پرولین در سایر سطوح شوری اختلاف معنی‌دار داشت. این نتیجه با نتایج غلامی و راحمی (۱۳۸۸) در گیاه هیبرید هلو–بادام که نشان دادند تنها در سطوح بالای شوری و تنش شدید مقدار پرولین افزایش می‌یابد مشابهت دارد. افزایش مقدار پرولین تحت تنش شوری در مرکبات (حبیبی و امیری، ۱۳۹۲)، توت‌فرنگی (دهقان و همکاران، ۱۳۹۲)، انگور (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰)، زیتون (کوهی‌فایق و همکاران، ۱۳۹۲) گزارش شده است. پرولین تجمع یافته نقش‌هایی شامل ایجاد ترکیبات اسمزی، ترکیب ذخیره‌ای ازت (به علت داشتن ترکیبات چهارتایی آمونیومی) از بین برنده رادیکال‌های هیدروکسیل، محافظ، تنظیم پتانسیل‌های اکسیداسیونی سلولی، کاهش تنظیم (pH) و حفاظ تورژسانس و حجم سلول را به عهده دارد که همه آن‌ها موجبات سازش و یا تحمل در برابر تنش شوری را فراهم می‌نمایند (Kiyosue *et al*., 1996).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

نتیجه‌گیری کلی:

تنش شوری در دانهال های گردو باعث کاهش پارامترهای رشدی مانند سطح برگ، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی و ارتفاع ساقه شده است. تنش شوری همچنین باعث کاهش رنگدانه‌های گیاهی و محتوای آب نسبی برگ و افزایش نشت یونی و مالون دی آلدئید و پرولین گردید. نتایج نشان داد اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین به طور موثری می‌تواند دانهال گردو را در شرایط تنش شوری حفظ کند و مانع از ایجاد تخریب در بافت گیاه گردد. به طور کلی اسید سالیسیلیک در غلظت یک میلی‌مولار اثرات تخریبی ناشی از تنش شوری را در دانهال های گردو بهبود بخشید.

سپاسگزاری:

هزینه‌های این پژوهش از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه ایلام تأمین شده است که نگارندگان بدین‌وسیله مراتب قدردانی خود را ابراز می‌دارند.

منابع:

اعتصامی، م.، گالشی، س. ا. (۱۳۸۷) ارزیابی واکنش ده ژنوتیپ جو در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاه چه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵: ۱-۷.

امام، ی.، حسینی، ا.، رفیعی، ن.، پیراسته‌انوشه، 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: ۵-۱۵.

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

بابایی فینی، ا.، علیجانی، ب. (۱۳۹۲) تحلیل فضایی خشکسالی بلند مدت ایران. پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی ٤٥: ۱-۱۲.

باقری، ع.، محمدعلی پور، ز. (۱۳۹۲) اثر اسید سالیسیلیک بر اجزاء عملکرد و رشد سویا تحت شرایط تنش شوری. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی ۳: ۲۹-٤۱.

بستام، ن.، بانی نصب، ب.، قبادی، س. (۱۳۹۰) پاسخ دانهال‌های پسته رقم قزوینی به سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و اسکوربیک اسید تحت شرایط تنش شوری. هفتمین کنگره باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

جلیلی مرندی، ر.، حسنی، ع.، دولتی بانه، ح.، حاجی تقی لو، ر.، یوسف زاده، ح. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف شوری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو رقم انگور. مجله علوم باغبانی ایران ۲٦: ٦٨-۷۷.

حبیبی، ف.، امیری، م. ا. (۱۳۹۲) بررسی فعالیت آنزیمی و واکنش‌های بیوشیمیایی دو پایهٔ مرکبات به تنش شوری درون شیشه‌ای. مجله به زراعی کشاورزی ۱۵: ۱٦۵-۱۷۷.

دهقان، ف.، غلامی، م.، عزیزی، ع. (۱۳۹۲) بررسی اثر برهمکنش محلول پاشی برگی آسکوربیک اسید و تنش شوری بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه توت فرنگی رقم سلوا. فناوری تولیدات گیاهی ۱۳: ٤۷-٥٦.

سعادتی، ص.، معلمی، ن. (۱۳۹۰) بررسی تأثیر محلول پاشی عنصر روی بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی ایران ٤۲: ۲٥۷-۲٦۷.

سیدلرفاطمی ل.، طباطبایی، س. ج.، فلاحی. ا. (۱۳۸۸) اثر سیلسیوم بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط شوری. مجله علوم باغبانی ۲۳: ۸۸-۹۵.

شهیدی پور اکبری، ه.، فتوحی قزوینی، ه. (۱۳۸۹) کاربرد اسکوربیک اسید بر واکنش دانهال های لیمو آب در برابر تنش شوری. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۱۱: ۱٤۵-۱٦۲.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

غلامی، م.، راحمی. م. (۱۳۸۸) بررسی اثرات تنششوری کلرید سدیم بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی پایه رویشی هیبرید هلو- بادام (GF-٦٧٧). فناوری تولیدات گیاهی ۱: ۲۱-۳۱.

فرخی، الف.، گالشی، س. (۱۳۸۸) بررسی تأثیر شوری، اندازه بذر و اثرات متقابل آنها بر تندش، کارایی تبدیل ذخایر بذر و رشد گیاهچه سویا. مجله علوم کشاورزی ایران ۳٦: ۱۲۳۳-۱۲۳۹.

کاظمینی، س. ع.، البرزی حقیقی، م. ح.، پیرسته انوشه، ه. (۱۳۹۵) بررسی تحمل به شوری در مراحل مختلف رشدی در کلزا (*Brassica napus*) رقم طلایه. تنش‌های محیطی در علوم زراعی ۹: ۱۸۵-۱۹۳.

کریمی، ه.، عباسپور، ن.، محمودزاده، ح. (۱۳۹۰) اثر تنش شوری بر برخی صفات فیزیولوژیکی چهار رقم انگور در تاکستانهای ارومیه. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲: ۱۱۳-۱۱۹.

کوهی فائق، ش.، حکیمی، م.، آرانی، ا.، میرشمسی، ه.، کیانی، ب. (۱۳۹۲) بررسی اثرات نیتروپروساید سدیم و اسید سالیسیلیک بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی زیتون تلخ تحت تنش شوری. دو فصلنامه علمی پژوهشی خشک بوم ۳: ٦۲-۷۱.

مقصودی، ن.، طباطبایی، ج.، حاجیلو، ج. (۱۳۹۰) تأثیر شوری کلرید سدیم بر برخی خصوصیات رویشی و فیزیولوژی دانهالهای گردوی ایرانی. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان.

مؤمنی، ع. (۱۳۹۰) تهیه و کاربرد نقشه پراکنش جغرافیایی خصوصیات ذاتی و تابع-مدیریتی خاک. نشریه فنی شماره ۵۰۸، موسسه تحقیقات خاک و آب.

نقی‌زاده، م.، غلامی شبستری، م.، شمس الدین سعید، م. (۱۳۹۳) بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک سه توده بومی زعفران (*Crocus sativus* L.) ایران به تنش شوری. نشریه زراعت و فناوری زعفران ۲: ۱۲۷-۱۳٦.

Altinkut, A., Kazan, K., Ipekci, Z. and Gozukirmizi, G. (2001) Tolerance to paraquat is correlated with the associated with water stress tolerance in segregation F2 populations of 6-barley and wheat. Euphytica 121: 81-86.

Ashraf, M. (2004) Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora 199: 361-376.

Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2007) Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-210.

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

Chelli-Chaabouni, A., Mosbah, A. B., Maalej, M., Gargouri, K., Gargouri-Bouzid, R. and Drira, N. (2010) In vitro salinity tolerance of two pistachio rootstocks: *Pistacia vera* L. and *P. atlantica* Desf. Environmental and Experimental Botany 69: 302-312.

Demir-Kaya, M., Gamze Okc, U., Atak, M. and Yakup, C. (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy 24: 291–295.

Diaz-Perez, J. C., Shackel, K. A. and Sutter, E. G. (1995) Effect of in vitro-formed roots and acclimatization of water status and gas exchange of tissue-culture d apple shoots. Journal of the American Society for Horticultural Science 120: 435-440.

Doulatabadian, A., Modarres Sanavy, A. M. and Etemadi, F. (2008) Effect of pretreatment of salicylic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination under salt stress. Iranian Journal of Biology 4: 692-702.

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

Eraslan F, Inal A, David J, pilbeam, Gunes A. (2008) Interactive effects of salicylic asic and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L.cv. Matador (grown under boron toxicity and salinity. Plant Growth Regulation 55: 207-219.

Fulton, A. and Buchner, R. (2006) The effect of water stress on walnut tree growth, productivity and economics. University of California Press, 15p.

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.

Hanafy, A. H., Gad–Mervat, M. A. and Hassam, H. M. A. (2002) Improving growth and chemical composition of *Myrtus communis* grown under soil salinity conditions by polyamine foliar application. 1st Conference for Agriculture and Environmental Science, March 25-28, 2002. Minia, Egypt: 1697-1720.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

Harmut, K. L. and Babani, F. (2000) Detection of photosynthetic activity and water stress by imaging the red chlorophyll fluorescence. Plant Physiology and Biochemistry 38: 889-895.

Hayat, S. and Ahmad, A. (2007) Salicylic acid - A Plant Hormone. Springer, 410 pp.

Heath, R. L. and Packer, L. (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of biochemistry and biophysics 125: 189-198.

Idress, M., Naeem, M., Nasir Khan, M., Aftab T., Masroor, A. and Moinuddin, K. H. (2011) Alleviation of salt stress in lemongrass by salicylic acid. Protoplasma 10: 314-330.

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

Kaya, C., Tuna, L. and Higgs, D. (2006) Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water- stress condition.Journal of Plant Nutrition 29: 1469-1480.

Kiyosue, T., Yoshiba, Y., Yamagueji-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. (1996) Anuclear genecncoding mitochonal proline metabolism, is. Upregulated by proline butdown regulated by dehydration in Arabidopsis. The Plant Cell 8: 1323-1335.

Korkmaz, A., Uzunlu, M. and Demirkairan, A. R. (2007) Treatment with acetylsalicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiologia Plantarum 29: 503-508.

Koyro, H. W. (2000). Effect of high NaCl-salinity on plant growth, leaf morphology, and ion composition in leaf tissues of *Beta vulgaris* ssp. *maritima*. Angewandte Botanik 74: 67-73.

Koyro, H. W. (2006) Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). Environmental and Experimental Botany 56: 136-149.

Li, T., Hu, Y., Du, X., Tang, H., Shen, C. and Wu, J. (2014) Salicylic Acid alleviates the adverse effects of Salt stress in *Torreya grandis* cv. Merrillii seedlings by activating photosynthesis and enhancing antioxidant systems. PloS One 9: 1-9.

Lichtenthaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology 148: 350–382.

Lutts, S., Kinet, J. M. and Bouharmont, J. (1996) NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of botany 78: 389-398.

Manchanda, G. and Garg, N. (2008) Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiologia Plantarum 30: 595-618.

Nasir Khan, M., Siddiqui, M. H., Mohammad, F., Masroor, M., Khan, A. and Naeem, M. (2007) Salinity induced changes in growth, enzyme activities, photosynthesis, proline accumulation and yield in *Linseed* genotypes. World Journal of Agricultural Sciences 3: 685-695.

Netondo, G. W., Onyango, J. C. and Beck, E. (2004) Sorghum and salinity: I. Response of growth, water relation, and ion accumulation to NaCl salinity. Crop Science 44: 797-805.

Oliviera-Neto, C. F., Silva-Lobato, A. K., Goncalves-Vidigal, M. C., Costa, R. C. L., Santos Filho B.G., Alves, G. A. R., Silva-Maia, W. J. M., Cruz, F. J. R., Neres, H. K. B. and Santos Lopes, M. J. (2009) Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. Journal of Science and Technology 7: 588-593.

Parida, A. K. and Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.

Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. (2002) Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Plant Science 162: 897- 904.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunnm, E. and Dixon, K. (2000) Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. Plant Growth Regulation 30: 157-161.

Shaaban, M. M., Amk, A. E. A. and Ahmed, F. F. (2011) Insight into the effect of salicylic acid on apple trees growing under sandy saline. Soil Research Journal of Agricultural and Biological Science 7: 150-156.

Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bozrutkova, M. V.,.Fatkhutdinova, R. A. and Fatkhutdinova, D. R. (2003) Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.

Sultana, N., Ikeda, T. and Itoh, R. (1999) Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environmental and Experimental Botany 42: 211-220.

Szepesi, A., Csiszár, J., Gémes, K., Horváth, E., Horvath, F., Simon, M. and Tari, I. (2009) Salicylic acid improves acclimation to salt stress by stimulating abscisic aldhyde oxidase activity and abscisic acid accumulation, and increase Na^+ content in leaves without toxicity symptoms in *Solanum lycopersicum* L. Journal Plant Physiology 166: 914-925.

Zhou, Z. S., Guo, K., Abdou-Elbaz, A. and Yang, Z. M. (2009) Salicylic acid alleviates mercury toxicity by preventing oxidative stress in roots of *Medicago sativa*. Environmental and Experimental Botany 65: 27-34.15.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.30.2] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]