تاثیر اسید سالیسیلیک بر برخی صفات فیزیولوژیک گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) تحت تنش کلرید سدیم

زهره دهقان، محسن موحدی دهنوی*، حمیدرضا بلوچی و امین صالحی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۱/۲۳)

چکیده

به منظور بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر برخی صفات فیزیولوژیک گیاه خرفه تحت تنش کلرید سدیم (NaCl) آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ٦ سطح شوری با کلرید سدیم (۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲٤۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl) و ۳ سطح اسید سالیسیلیک (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر ساده شوری و اسید سالیسیلیک و برهم‌کنش آنها بر کلروفیل، نسبت Fv/Fm، پروتئین محلول، پرولین، قندهای محلول، گلایسین بتائین برگ، و وزن خشک ریشه و اندام هوایی معنی‌دار گردید. تنش شوری تا ۳۰۰ میلی‌مولار، میزان پرولین برگ (۱/۷ برابر) و گلایسین بتائین برگ (٤/٤٦ برابر) را افزایش داد. در غالب سطوح شوری کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش قندهای محلول و پرولین و افزایش گلایسین بتائین شد. افزایش شوری و کاربرد اسید سالیسیلیک نیز در سطوح شوری پروتئین برگ را کاهش داد. شوری وزن خشک ریشه (۷۵ درصد) و اندام‌هوایی (۷۲ درصد) را کاهش داد، و در سطوح بالای شوری نسبت ریشه به اندام‌هوایی نیز کاهش یافت. کاربرد اسید سالیسیلیک در سطوح شوری پائین وزن خشک ریشه را کاهش و در شوری بالا افزایش داد. وزن خشک اندام هوایی از سالیسیلیک اسید متأثر نشد. بطور کلی با توجه به نمک‌دوست بودن خرفه، سالیسیلیک اسید تنها در سطوح بالای شوری توانسته با اثر مثبت بر تجمع گلایسین بتائین و افزایش وزن خشک ریشه بر رشد خرفه اثر بگذارد.

واژگان کلیدی: پرولین، قندهای محلول، گلایسین بتائین، فلورسانس کلروفیل

مقدمه

تنش‌های غیر زنده، از جمله خشکی و شوری، از عوامل اصلی کاهش عملکرد محصولات کشاورزی در سراسر جهان به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک بوده و قابلیت باروری گیاهان این نواحی را کاهش می‌دهند (Song *et al.*, 2008). وجود عرصه‌های وسیع شور و محدودیت‌های این اراضی در جهت توسعه کشت گیاهان زراعی یکی از مشکلات جدی در کشاورزی به شمار می‌آید (قنبری و همکاران، ۱۳۸۵).

امروزه گیاهان داروئی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند. گیاه درمانی و اعلام ممنوعیت سازمان بهداشت جهانی مبنی بر عدم استفاده از رنگ‌ها و اسانس‌های مصنوعی و عوارض جانبی داروهای مصنوعی در سال‌های اخیر باعث رونق کشت و صنعت گیاهان داروئی شده است. خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* L.

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Movahhedi1354@yu.ac.ir

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

گیاهی پهن‌برگ و یکساله تابستانه از خانواده Portulacacea می‌باشد که در بوم‌نظام‌های مختلف جهان می‌روید. دلیل این گسترش مکانی و پراکنش زمانی را باید در بهره‌مندی از سامانه فتوسنتزی چهارکربنه و همچنین مقاومت به خشکی، شوری و گرما جستجو کرد، که خرفه را به خوبی با مناطق مختلف سازگار کرده است.

اسید سالیسیلیک متعلق به گروهی از ترکیبات فنلی است که به طور وسیعی در گیاهان وجود دارد و امروزه به عنوان ماده شبه هورمونی محسوب می‌گردد (Raskin, 1992). این گروه از ترکیبات به عنوان تنظیم کننده رشد عمل می‌کنند. در مورد تأثیر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد گیاهان شواهد متعددی در دست است. بنابراین این ماده می‌تواند به عنوان یک راهکار ارزشمند به ویژه در عرصه فعالیت‌های نوین کشاورزی در خصوص گیاهان داروئی مطرح گردد. مشاهدات Zhu (۲۰۰۱) نشان داد اسید سالیسیلیک معمولا با اثر بر هورمون‌های آبسیزیک اسید و اتیلن بسیاری از روندهای فیزیولوژیک و رشد گیاه را تنظیم می‌کند؛ از جمله با اثر بر هورمون آبسیزیک اسید و تجمع این هورمون در گیاه، باعث سازگاری گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی می‌شود. همچنین در یک مطالعه نشان داد ه شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت محلول‌پاشی برگی می‌تواند از بسته شدن روزنه‌ها جلوگیری کند (Noreen and Ashraf, 2008). پژوهشگران متعددی کاهش مقدار پروتئین و افزایش نیترات، آمونیوم و اسیدهای آمینه آزاد را تحت شرایط شور گزارش کرده‌اند (Yonis *et al.*, 1993). مطالعات نشان داد اسید سالیسیلیک در سنتز پروتئین‌های خاصی به نام پروتئین کیناز نقش دارد (Yamada and Fukutoku, 1986). این پروتئین‌ها نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت‌زایی سلول بازی می‌کنند. گیاهان برای مقابله با تنش شوری از روش‌های متنوعی استفاده می‌کنند تا تأثیرات ناشی از تنش را تخفیف دهند. افزایش سنتز و انباشتگی اسمولیت‌ها یکی از اینروش‌ها است که موجب تداوم جذب آب شده، تنش اسمزی را کاهش می‌دهد. از جمله اسمولیت‌ها با وزن مولکولی کم می‌توان به پرولین و گلایسین بتائین اشاره کرد (Rhoads and McIntosh, 1991).

اندازه‌گیری میزان فلورسانس کلروفیل وسیله‌ای برای بررسی تغییرات در سامانه نوری۲ و تعیین بازدارندگی نوری فتوسنتز است که به عنوان شاخص خسارت به سامانه فتوسنتزی توسط تنشهای محیطی و تنش اکسیداتیو مورد توجه قرار گرفته است (Backhausen *et al.*, 2005). از راهکارهای دیگر گیاهان در مقاومت به تنش شوری، تجمع یون‌های فلزی ضروری مانند پتاسیم و قندهای محلول شامل: ساکاروز، فروکتوز، گلوکوز، ترهالوز و رافینوز می‌باشد (Prabijot, *et al.*, 2001). افزایش در غلظت ساکارز و سطح قندهای محلول تحت شرایط تنش شوری احتمالا در سازگاری و ایجاد تحمل به شوری نقش دارد و از بین ترکیبات آلی مختلف، قندها بیش از ۵۰ درصد مجموع مواد متشکله پتانسیل اسمزی را تشکیل می‌دهند (Geholt *et al.*, 2005) محلول‌های سازگار در تنظیم اسمزی سلول، در حفاظت پروتئین یا تجمع زیاد یون‌های آمونیوم نقش ایفا می‌کنند. سازگاری گیاهان با تنش شوری وابسته به تعدیل اسمزی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی نظیر پتاسیم، قندهای محلول و پرولین است (Sanchez *et al.*, 2007). ثابت شده است که استفاده از سالیسیلات موجب مصرف قندهای محلول جهت تشکیل اجزای جدید سلولی به عنوان سازوکاری برای تحریک رشد در گیاهان ذرت است. همچنین تیمار سالیسیلات احتمالا مانع فعالیت سامانه آنزیمی هیدرولیز کننده‌ی پلی‌ساکاریدها شده و از سوی دیگر ترکیب قندهای محلول و تشکیل پلی‌ساکاریدها را تسهیل می‌کند (Popova *et al.*, 1997). تغییر محتوای پرولین یکی از غالب‌ترین پدیده‌های گزارش شده می‌باشد که بوسیله تنش‌های شوری و آب در گیاهان القاء می‌شود و اغلب پذیرفته شده است که در سازوکارهای تحمل به تنش دخیل می‌باشد (Lutts *et al.*, 1999).

از دیگر تاثیرات تنش شوری، اثر بر وزن ریشه و اندام هوایی است. نشان داده شده که تنش شوری سبب کاهش وزن ریشه و اندام هوایی می‌شود (شیدایی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن خشک گیاهچه‌های گندم می‌شود (Sing and)

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

Usha, 2003. به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش وزن ساقه چه در پتانسیل آب پائین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه‌ها به محور جنینی باشد (Zhang *et al*,. 2003). آزمایشات زیادی افزایش وزن خشک ساقه‌چه را در شرایط پیش تیمار با اسید سالیسیلیک (برای نمونه در گندم Hanan,) (2007 گزارش کرده‌اند. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی برخی واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه خرفه به تنش شوری در شرایط محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تغییرات محتوای پرولین آزاد، کلروفیل، حداکثر عملکرد کوانتوم سامانه نوری ۲ (Fv/Fm)، پروتئین محلول، قندهای محلول، گلیسین بتائین و محتوای آب نسبی برگ خرفه آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اول شامل ٦ سطح شوری با کلرید سدیم (۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲٤۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl و به ترتیب معادل ۱/۳، ۵/۰۲، ۸/۷٤، ۱۲/٤٦، ۱٦/۱۸ و ۱۹/۹ دسی زیمنس بر متر) و عامل دوم محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در ۳ سطح (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) در نظر گرفته شدند. واحدهای آزمایش شامل گلدان‌هایی با وزن ماسه نرم و شسته شده ٦ کیلوگرم بود. درون هر گلدان تعداد ۱۰ عدد بذر خرفه در عمق ۱ سانتی‌متری کشت شد. گلدان‌ها از مرحله کاشت تا مرحله جوانه‌زنی با آب به مقدار یکسان برای همه گلدان‌ها، آبیاری شد و پس از ثبت تاریخ دقیق سبز شدن، گلدان‌ها با یک چهارم محلول هوگلند (Hoagland and Arnon, 1950) آبیاری شدند. در مرحله۷-٦ برگی اعمال تنش شوری شروع شد. اعمال شوری با کلریدسدیم انجام شد به نحوی که ابتدا در هر نوبت آبیاری ٦۰ میلی‌مولار شوری در محلول هوگلند اعمال شد و در نوبت‌های بعدی به طور متناوب٦۰ میلی‌مولار این مقادیر افزایش پیدا کرد و در نهایت به سطوح شوری مورد نظر رسید. هر هفته گلدان‌ها یک نوبت با سطح شوری ٦۰ میلی مولار (بجز سطح شاهد) برای جلوگیری از تجمع نمک آبشویی گردید. حجم آب در هر بار آبیاری طوری انتخاب شد که با آبیاری کامل گلدان، زهکش عمقی وجود نداشت. اعمال تیمارهای شوری از مرحله ٦ برگی شروع و تا زمان نمونه‌گیری (شروع گلدهی) ادامه داشت. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت‌های مذکور در مرحله ٦ برگی و قبل از اعمال شوری با حجم پاشش به‌طور یکسان برای گلدان‌های مورد نظر تنها یک بار صورت گرفت. برای تیمار صفر اسید سالیسیلیک از آب مقطر استفاده شد.

در مرحله گلدهی، از هر گلدان سه بوته انتخاب و نمونه‌گیری از گلدان‌ها انجام شد. به منظور جلوگیری از تغییر میزان پرولین، پروتئین محلول و قندهای محلول برگ، نمونه‌ها پس از قرارگرفتن در ظرف حاوی یخ، به سرعت به آزمایشگاه منتقل شده و تا زمان استفاده در دمای ٤۰- درجه‌سانتی‌گراد نگهداری شدند.

مقدار پرولین آزاد برگ به روش Paquin and Le chasseur (۱۹۷۹) و قندهای محلول به روش Irigoyen و همکاران (۱۹۹۲) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پرولین و قندهای محلول ابتدا از ۰/۵ گرم از بافت برگی عصاره الکلی تهیه شد. سپس میزان پرولین با کمک معرف نین‌هیدرین و بنزن و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد. برای قندهای محلول با استفاده از آنترون و اسید سولفوریک ۷۲٪ و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین محلول برگ به روش Bradford (۱۹۷٦) استفاده شد که مقدار ۰/۲ گرم از بافت برگ تر در هاون چینی سرد و در ظرف یخ با ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار با اسیدیته ٦/۸ هموژن و سانتریفیوژ گردید. محلول روئین بدست آمده برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین محلول مورد استفاده قرار گرفت و جذب نمونه در طول موج ۵۹۵ با دستگاه اسپکتوفتومتری قرائت گردید. برای اندازه‌گیری میزان گلایسین‌بتائین به روش Grattan and Grieve (۱۹۹۲) و از ۰/۵ گرم بافت خشک گیاهی و معرف یدید پتاسیم و اسید سولفوریک ۲ نرمال و ۱و۲دی‌کلرواتان و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۳٦۵ نانومترقرائت گردید.

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

اندازه‌گیری کلروفیل برگ با استخراج از طریق استون سرد ۸۰ درصد انجام گرفت (Arnon, 1949). همزمان با برداشت نمونه‌های برگ جهت اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک، پارامترهای میزان F_v/F_m نیز با استفاده از دستگاه فلوریمتر مدل (OS1-FL) قرائت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل تجزیه واریانس توسط نرم افزار SAS انجام شد و با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل، برش‌دهی انجام و مقایسه میانگین با آزمون L.S.Means انجام شد.

نتایج و بحث:

کلروفیل: برهم‌کنش شوری و اسید سالیسیلیک بر روی کلروفیل معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین برهم‌کنش، تا سطح شوری ۱۸۰ میلی‌مولار، کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش محتوای کلروفیل شد (جدول ۲). مقایسه عددی مقدار کلروفیل در سطح صفر اسید سالیسیلیک نشان از افزایش محسوس کلروفیل با تنش شوری می‌باشد. اما Heidari و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تاثیر تنش شوری بر گیاه دارویی اسفرزه مشاهده کردند که افزایش سطح تنش شوری موجب کاهش محتوای کلروفیل گردید. تنش شوری معمولا منجر به افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد مانند اسید آبسیزیک و اتیلن می‌شود که تحریک کننده آنزیم کلروفیلاز هستند و به این ترتیب کلروفیل‌ها تحت تاثیر این آنزیم تجزیه می‌شوند، اما در این تحقیق افزایش کلروفیل با تنش شوری مشاهده شد. افزایش میزان کلوفیل در اثر شوری در برخی مطالعات گزارش شده است (صالحی و همکاران ۱۳۸۳). علت این افزایش می‌تواند به کاهش سطح برگ و تجمع کلروفیل در سطح کمتر برگ نسبت داده شود. از آن جا که سالیسیلیک بازدارنده سنتز اتیلن بوده و در بهبود بخشی فرایندهای ساخت کلروفیل نقش دارد، بر میزان کلروفیل موثر است (شعاع و میری، ۱۳۹۱). اسید سالیسیلیک نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف در خلال رشد و نمو گیاه مثل جذب یون و فتوسنتز بسته به غلظت بکار رفته، گونه‌ی گیاهی، دوره‌ی رشدی و شرایط محیطی ایفاء می‌کند. این ماده همچنین به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (رمضان‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

اسکندری زنجانی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی بر گیاه دارویی درمنه نشان دادند که تأثیر سالیسیلیک اسید، تنش شوری و همچنین اثر متقابل آنها بر محتوای کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. کاربرد سالیسیلیک اسید تأثیر مثبت و معنی‌داری بر صفت کلروفیل داشت که موجب افزایش میزان ۱۱ درصدی کلروفیل گردید.

Fayez and Bazaid (۲۰۱٤) نشان دادند که محلولپاشی اسیدسالیسیلیک سبب افزایش رنگدانه فتوسنتزی برگ به میزان ۱۲ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد شد. در این پژوهش به‌طور کلی، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها به‌طور قابل توجهی با افزایش نمک کاهش یافت.

حداکثر عملکرد کوانتوم سامانه نوری ۲ (Fv/Fm): برهم‌کنش شوری و اسید سالیسیلیک بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱). با وجودی که با شوری میزان این صفت کاهش یافت، اما اثر اسید سالیسیلیک خیلی مشخص و یکسان نبود. در برخی سطوح شوری، اسید سالیسیلیک موجب افزایش و در برخی موجب کاهش Fv/Fm گردید. (جدول ۲). بیشترین میزان Fv/Fm (۰/۷۳٤) در سطوح بدون شوری با ۰/۵ میلی-مولار اسید سالیسیلیک و کمترین (۰/۱٦۱) در سطح شوری ۱۲۰ با ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک بر نسبت F_v/F_m تحت تنش‌های مختلف در گیاهان خیار تحت تنش گرما (Shi و همکاران، ۲۰۰٦)، گیاه کنف تحت تنش کادمیوم (Shi و همکاران، ۲۰۰۹) و لوبیا تحت تنش خشکی (Nelson and Maria ، ۲۰۰٦) گزارش شده است. شوری فعالیت زنجیره انتقال الکترون فتوسنتزی و فتوسیستم‌ها به‌ویژه فتوسیستم دو را نیز متأثر می‌سازد و آسیب به فتوسیستم ۲ باعث افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. شوری بر بسیاری از آنزیم‌های دخیل در مراحل گلیکولیز و آنزیم‌های تنفسی و زنجیره انتقال الکترون میتوکندریایی تأثیر می‌گذارد و متابولیسم کربن تحت تأثیر

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک بر صفات فیزیولوژیک گیاه خرفه تحت تنش‌شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل	Fv/Fm	پروتئین برگ	پرولین برگ	قندهای محلول برگ	گلایسین‌بتائین برگ
شوری	۵	۰/۰۰۲۶*	۰/۱۸**	۸/۳۲ **	۵۷۰۹**	۲۲/۹**	۱۸۰۷**
اسید سالیسیلیک	۲	۰/۰۵۱**	۰/۰۰۰۴^{ns}	۵۷/۶ **	۵۰۲۱۳**	۱۹۳**	۷۷۴۵*
شوری×اسیدسالیسیلیک	۱۰	۰/۰۲۸**	۰/۰۵۸۳**	۱/۹۶**	۱۱۴۰۹ **	۸۱/۱**	۲۵۹۵**
خطا	۳۶	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۴۶	۰/۲۸۷	۱۱۹۳	۱/۳۹	۱/۴
ضریب تغییرات		۱۱/۳۴	۱۶/۳۹	۱۹/۸	۱۴/۸۴	۱۱/۷۲	۱۲/۴

**، * و ns= به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار را نشان می‌دهند.

شوری قرار می‌گیرد (Parida and Das, 2005). یکی از دلایل عمده در کاهش میزان Fv/Fm را می‌توان به متاثر شدن کارایی فتوشیمیایی سامانه نوری ۲ در اثر تنش شوری و تنش اسمزی و اکسیداتیو حاصل از آن دانست که به علت بازدارندگی نوری کاهش می‌یابد (Baker and Rosenqvist, 2004).

پروتئین محلول برگ: برهم‌کنش تنش شوری و اسید سالیسیلیک برای پروتئین محلول برگ معنی‌دار شد (جدول۱). مقایسه میانگین نشان داد (جدول ۲) که در همه سطوح تنش افزایش اسید سالیسیلیک باعث کاهش مقدار پروتئین محلول برگ شد. در این آزمون اسید سالیسیلیک نتوانست در شرایط تنش شوری کمبود پروتئین را جبران کند. به‌طوری که با افزایش اسید سالیسیلیک میزان پروتئین کاهش یافت. این کاهش می‌تواند به دلیل کاهش سنتز پروتئین، تسریع پروتئولیز، کاهش در اسیدهای آمینه و یا واسرشته شدن آنزیم‌های درگیر در سنتز پروتئین باشد (Muthukumarasamy *et al.*, 2000). بطور کلی با تنش شوری روند کاهشی در پروتئین برگ مشاهده می‌شود. با توجه به مشاهدات Parida and Das (۲۰۰۵) تنش شوری و تنش کم‌آبی با تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن سبب تخریب ساختار پروتئین‌ها و اسیدآمینه‌ها می‌شوند. همچنین رادیکال‌های آزاد اکسیژن میل ترکیبی بالایی با پروتئین داشته و سبب اکسید شدن آن‌ها می‌شوند و این خود باعث کاهش میزان پروتئین محلول برگ می‌گردد. در تحقیقات بسیاری از محققان نیز گزارش شده که پروتئین‌های محلول برگ در پاسخ به تنش شوری کاهش می‌یابند (Parida *et al.*, 2002). مطالعات انجام شده توسط Agastian و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد که پروتئین محلول برگ در شدت شوری پائین افزایش و در شوری بالاتر کاهش یافت. رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولید شده طی تنش شوری نیز به دلیل میل ترکیبی زیادی که با پروتئین‌ها و لیپیدها دارند، باعث تخریب غشای سلولی، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین سلول می‌شوند. (Peltzer *et al.*, 2002).

اسید سالیسیلیک در تولید پروتئین‌های دفاعی و انواع متفاوتی از کینازها و روبیسکو تأثیرگذار می‌باشد (Popova *et al.*, 2009). با توجه به کاهش میزان پروتئین در اثر تیمار با اسید سالیسیلیک در این گیاه به نظر می‌رسد در غلظت به کار رفته برای محلول‌پاشی، تخریب پروتئین‌ها تشدید شده است.

محتوای پرولین برگ: تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان پرولین گیاه خرفه معنی‌دار است. مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که در سطوح شوری ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌مولار کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش میزان پرولین شده است. روند افزایشی پرولین در شرایط تنش شوری تا شوری ۲۴۰ میلی‌مولار دیده می‌شود. پرولین یکی از اسمولیت‌های سازگار گیاهان در هنگام تنش است که با توجه به این نتایج می‌توان گفت که گیاه خرفه تحت تنش شوری بدون نیاز به اسید سالیسیلیک پرولین زیادی تولید می‌کند. به نظر می‌رسد در گیاهانی که تحت تنش شوری هستند، افزایش اسید آمینه پرولین باعث حفظ فشار آماس و ادامه رشد سلول می‌گردد و یک نقش آنتی اکسیدانی در حفاظت از غشاهای زیستی را دارد

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح اسید سالیسیلیک در هر سطح شوری، برای صفات اندازه‌گیری شده گیاه خرفه

شوری (mM)	اسید سالیسیلیک (mM)	کلروفیل برگ (mg/gr_{fw})	نسبت Fv/Fm	پروتئین محلول برگ (mg/gr_{fw})	پرولین برگ ($\mu mol/gr_{fw}$)	قندهای محلول برگ (mg/gr_{fw})	گلایسین بتائین برگ(mg/gr_{dw})
	۰	۰/۲۹^{b}	۰/٦٤^{b}	٦/۹۸^{a}	۱۲٤ ^{a}	۱۹/٦ ^{a}	۸۹/٥^{a}
۰	۰/٥	۰/۳۱^{b}	۰/۷۳^{a}	٤/۷۲ ^{b}	۱٦٤^{a}	٦/٥٤^{b}	۲۸/۱^{b}
	۱	۰/٦^{a}	۰/٤٥^{c}	۱/۰۸ ^{c}	۱۱۱^{a}	٤/٤۱ ^{c}	۱۷/٥^{b}
	میانگین	۰/٤	/٦۰	٤/۲٦	۱۳۳	۱۰/۱۸	٤٥/۰۳
	۰	۰/۳^{c}	۰/٤۳^{b}	٤/٤۱ ^{a}	۲٥۷^{a}	۱٦/۸ ^{a}	۷٦/٦^{a}
٦۰	۰/٥	۰/۳۸^{b}	۰/۷۲^{a}	۲/٤۳ ^{b}	۱٥٦ ^{b}	٤/۹۹^{c}	٥۹/٦^{a}
	۱	۰/٤۸^{a}	۰/٦۲^{a}	۱/۳ ^{b}	۱٤۱ ^{b}	۱۳/۸ ^{b}	۷۸/ ۱ ^{a}
	میانگین	۰/۳۹	۰/٥۹	۲/۷۱	۱۸٤/٦۷	۱۱/۸٦	۷۱/٤۳
	۰	۰/۳٤^{b}	۰/٤^{a}	٤/۷۸ ^{a}	۲٥٥ ^{a}	۱٦/۱۱^{a}	۹۱/٦ ^{b}
۱۲۰	۰/٥	۰/۳۷^{b}	۰/۱٦^{b}	۳/۳٥ ^{b}	۲۰٤ ^{a}	٥/۹۱ ^{c}	۱٥٤ ^{a}
	۱	۰/٥^{a}	۰/٤۱^{a}	۱/٤٥ ^{c}	۱۳۳ ^{b}	۱۲ ^{b}	٥۲/٤^{c}
	میانگین	۰/٤۰	۰/۳۲	۳/۱۹	۱۹۷/۳۳	۱۱/۳٤	۹۹/۳۳
	۰	۰/۳۱^{b}	۰/۳۲^{a}	۳/٦ ^{a}	۳٥۷^{a}	۱٥/۹٤^{a}	۸۰/۹^{b}
۱۸۰	۰/٥	۰/٤۲^{a}	۰/۳۲^{a}	۲/۰٥ ^{b}	۱۳۹^{c}	٦/۱۸^{c}	۱۰۸^{a}
	۱	۰/٤۳^{a}	۰/۳۳^{a}	۰/۷۸^{c}	۲۱٥^{b}	۱۰/۱۷^{b}	٦۸/۸^{b}
	میانگین	۰/۳۹	۰/۳۲	۲/٤۸	۲۳۷	۱۰/۷٦	۸٥/۹
	۰	۰/٤٤^{a}	۰/۳٥^{b}	٤/۷۷ ^{a}	٤۰٤ ^{a}	۸/۰٥ ^{a}	۸۸/۹^{b}
۲٤۰	۰/٥	۰/٥۱^{a}	۰/۲۳^{c}	۱/۰۳ ^{b}	۱٦٦ ^{c}	۷/۱ ^{a}	۱۲۷ ^{a}
	۱	۰/۳^{b}	۰/٥٥^{a}	۱/۱ ^{b}	۲۷۹ ^{b}	۹/۳ ^{a}	۱۰۱ ^{b}
	میانگین	۰/٤۲	۰/۳۸	۲/۳	۲۸۳	۸/۱٥	۱۰٥/٦
	۰	۰/٤۳^{a}	۰/۳٥^{a}	۳/۰۱ ^{a}	۳٦۲^{a}	٦/٤۱^{b}	۱۸۸ ^{b}
۳۰۰	۰/٥	۰/٤۲^{a}	۰/۳۲^{ab}	۰/۸۷ ^{b}	۳۸٦ ^{a}	۱٥/٤^{a}	٤۲۱^{a}
	۱	۰/٤۳^{a}	۰/۱۲^{b}	۰/٥٦ ^{b}	۳۲٦ ^{a}	۲/٦٦ ^{c}	۱۳۰^{c}
	میانگین	۰/٤۳	۰/۲٦	۱/٤۸	۳٥۸	۸/۱٦	۲٤٦

در هر ستون و هر سطح شوری حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون L.s.Means می‌باشد.

(Patakas *et al.*, 2002). افزایش پرولین ناشی از مقدار کلرید سدیم را می‌توان چنین توجیه کرد که آنزیم‌های مسیر گلوتامات تحت تنش شوری کلرید سدیم، فعال شده و سنتز پرولین افزایش می‌یابد، زیرا کلرید سدیم موجب تحریک ژن های سنتز کننده این آنزیم‌ها می‌شود. درباره تجمع پرولین در گیاه دلایل مختلف ارائه شده است. برخی آن را به دلیل اثر تنظیمی اسید آبسیزیک بر فرایندهای نوری در متابولیسم پرولین (Serraj and Sinclair, 2002) و برخی آن را به دلیل وجود ترکیبات پرانرژی حاصل از فتوسنتز می‌دانند که سبب تحریک سنتز پرولین می‌شود (Mattioni, 1997).

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

Rahdari و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی بر گیاه دارویی خرفه دریافتند که سطح پرولین در برگ‌های خرفه با افزایش سطح شوری به صورت معنی‌داری افزایش یافت که بالاترین مقدار مشاهده شده در سطح پرولین ۲۰۰ میلی‌مولار و کمترین غلظت پرولین در تیمار شاهد بدست آمد. Nouri و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که با افزایش شوری، میزان پرولین در ساقه بابونه شیرازی افزایش یافته و بیشترین میزان پرولین در تیمار شوری ۹/۵ دسی زیمنس بر متر و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده گردید.

غلامی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی بر گیاه دارویی مریم‌گلی به این نتیجه رسیدند که سطوح متفاوت شوری، اسیدسالیسیلیک و برهمکنش آنها تفاوت معنی‌داری بر میزان پرولین بر مریم گلی داشتند. میزان پرولین با افزایش شوری و اسیدسالیسیلیک در برگ گونه *limbata* افزایش یافت. بالاترین برهمکنش (۲۵/۵۵ میکرومول بر میلی‌گرم وزن تر) و در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با سطح اسیدسالیسیلیک ۳۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین میزان آن (۲/۷٦ میکرومول بر میلی‌گرم وزن تر) در تیمار بدون شوری و اسیدسالیسیلیک مشاهده شد. بالاترین مقایسه میانگین به ترتیب، در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار شوری و ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک (۱۸/۹۷ و ۱٤/۹۳ میکرومول بر میلی گرم وزن تر) مشاهده شد.

کاهش در تجمع پرولین در گیاهچه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک شاید در رابطه با هر دو آنزیم‌های چرخه بیوسنتز پرولین و یا تنظیم آنزیم‌های کاهش دهنده پرولین باشد. که در گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری نیز موجب کاهش پرولین شده است (Sakhabutdinova *et al*,. 2003).

قندهای محلول: برهم‌کنش شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان قندهای محلول در گیاه خرفه معنی‌دار شد (جدول۱). در همه سطوح شوری به جز ۳۰۰ میلی‌مولار کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش قندهای محلول شد. به طور کلی با افزایش شوری میزان قندهای محلول کاهش یافت؛ که با نتایج Ashraf and McNeilly (۲۰۰٤) هم‌خوانی داشت. آن‌ها بیان کردند که قندهای محلول کل در گونه‌های مقاوم به شوری براسیکا کاهش پیدا می‌کند. همچنین پیشنهاد کردند که غلظت ساکارز برگی و نشاسته می‌تواند به عنوان شاخص انتخابی در غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل به شوری استفاده شود. در سطح ۳۰۰ میلی‌مولار کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش قندهای محلول شد. میزان قندهای محلول کل در تیمار با اسید سالیسیلیک در برگ تربچه به صورت معنی‌دار افزایش یافت (حسین‌زاد بهبود و همکاران، ۱۳۹۱).

می‌توان چنین نتیجه گرفت که اسید سالیسیلیک اثر دوگانه-ای بر متابولیسم گیاه دارد. این ترکیب در غلظت‌های پایین به صورت یک آنتی‌اکسیدان، با فعال نمودن و افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، گونه‌های فعال حاصل از تنش اکسیداتیو را جاروب کرده و منجر به بهبود وضعیت حاصل از تنش می-گردد (شبانی و احسان‌پور، ۱۳۸۸؛ Parviz and Satyawati, 2008). اما در مقابل، در غلظت‌های بالا، نه تنها به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل نمی‌کند، بلکه به عنوان یک اکسیدان با ایجاد تنش اکسیداتیو و تأثیر بر اجزای سلولی به نتایج منفی در گیاه منتهی می‌گردد (Gimeno *et al.*, 2009). به‌طوری که کاربرد اسید سالیسیلیک نیز موجب کاهش میزان قندهای محلول شد. در گزارش‌هایی که اسید سالیسیلیک به عنوان عامل بهبود دهنده آمده است، گمان می‌رود افزایش قند به دلیل افزایش میزان کلروفیل و متعاقب آن افزایش بازده دستگاه فتوسنتزی باشد (Mahajan and Tuteja, 2005).

غلامی و همکاران (۱۳۹۲) در گیاه دارویی مریم گلی نشان دادند که بالاترین برهمکنش میزان قندهای محلول در تیمار بدون شوری و اسیدسالیسیلیک (۱٤٤/۳۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و کمترین مقدار آن در برگ تیمار شده با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک (۸۵/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) نسبت به شاهد مشاهده شد. بالاترین میانگین میزان قندهای محلول در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار شوری و سطح ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک (۱۲۰/۰۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک) بود.

اما در این پژوهش با توجه به آثار منفی اسید سالیسیلیک، افزایش میزان قندهای محلول را با اثر تحریکی اسید سالیسیلیک بر آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته شاید بتوان توجیه نمود.

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک بر وزن خشک ریشه، اندام هوایی و نسبت ریشه به اندام هوایی گیاه خرفه تحت تنش‌شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه به اندام هوایی
شوری	۵	۰/۰۷۸**	۰/۱۲۱*	۰/۰۲*
اسید سالیسیلیک	۲	۰/۳٤۸**	۲/۷۹**	۰/۰۷**
شوری×اسید سالیسیلیک	۱۰	۰/۰۷**	۰/۰۵*	۰/۰٤**
خطا	۳٦	۰/۰۰٦۳	۰/۰۳٦	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات		۲۲/۱۸	۱۷/۵۷	۲۱/۹

**و*، ns= به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار را نشان می‌دهند.

گلایسین‌بتائین: برهم‌کنش شوری و اسید سالیسیلیک بر گلایسین بتائین معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که در سطوح شوری ۱۲۰، ۱۸۰، ۲٤۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک موجب افزایش گلایسین بتائین شد. بیشترین مقدار را سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و کمترین را سطح شوری صفر با ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به خود اختصاص داد. بطور کلی در سطوح بالای شوری گلایسین بتائین افزایش یافت. جوادی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند که افزایش شوری در گلرنگ افزایش سبب افزایش گلایسین بتائین شد. گلایسین بتائین با بحران تنش در گیاه افزایش یافته و به عنوان یک محلول تنظیم اسمزی موثر در گیاهان محسوب می‌شود و با افزایش گلایسین بتائین، رشد گیاهان در محیط‌های خشک و شور افزایش می‌یابد (Hanson, 2007). از آنجا که گلایسین بتائین یک محلول سازگار کننده یا اسمولیت اسمزی است و کار آن تثبیت پروتئین و غشاء در برابر اثرات تخریبی غلظت بالای نمک می‌باشد (Munns, 2000)، به نظر می‌رسد گیاه خرفه با استفاده از این سازوکار از اثرات تخریبی ناشی از شوری می‌کاهد.

وزن خشک ریشه و اندام‌هوایی: برهم‌کنش تنش شوری و اسید سالیسیلیک برای وزن خشک ریشه و اندام هوایی معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد (جدول ٤) در سطوح ۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار شوری، کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش وزن خشک ریشه و در سطح ۳۰۰ میلی‌مولار شوری باعث افزایش وزن خشک ریشه شد. Usha and Singh (۲۰۰۳) گزارش کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک در گندم تحت تنش شوری باعث افزایش وزن خشک ریشه شد. برهم‌کنش تنش شوری و اسید سالیسیلیک برای وزن خشک اندام هوایی نیز معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد (جدول ٤) در اولین سطح شوری، کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی شد، اما در سایر سطوح شوری تفاوت معنی‌داری بین سطوح اسید سالیسیلیک مشاهده نشد. بطور کلی افزایش شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی شد. Mohammad و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که وزن خشک ساقه جو در اثر شوری کاهش می‌یابد. این کاهش رشد ممکن است به خاطر اثرات منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک باشد که جذب آب و املاح را کاهش داده و در نهایت باعث کاهش رشد اندام هوایی می‌شود. نتایج بدست آمده در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار، با مشاهدات khodari (۲۰۰٤) مبنی بر این که اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ذرت در شرایط تنش شوری شده است مطابقت دارد. مطالعات Martin-Mex and Larqué-Saavedra (۲۰۰۱) نشان داد که در گیاهان زینتی گلوکسینیا و بنفشه اسید سالیسیلیک تعداد برگ‌های تشکیل شده را افزایش داد، به طوریکه سطح برگ گیاهان تیمار شده ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان شاهد بود.

چهارلنگ بدیل و همکاران (۱۳۹٤) با بررسی بر نیشکر گزارش کردند که با افزایش تنش شوری وزن خشک کل کاهش

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

جدول ٤- مقایسه میانگین سطوح اسید سالیسیلیک در هر سطح شوری، برای صفات اندازه‌گیری شده گیاه خرفه

شوری (mM)	اسید سالیسیلیک (mM)	وزن خشک ریشه (gr/p)	وزن خشک اندام هوایی (gr/p)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی
	۰	۱[a]	۱/۹۳[a]	۰/۵۲ [a]
۰	۰/۵	۰/٤۱[b]	۱/۹[a]	۰/۲۱ [b]
	۱	۰/۵۱[b]	۲/۰٤[a]	۰/۲۵ [b]
	میانگین	۰/٦۵	۲/۰۰	۰/۳۳
	۰	۰/٤[a]	۱/۳۵[b]	۰/۲۹ [a]
٦۰	۰/۵	۰/۵۲[a]	۱/۵۲[ab]	۰/۳۵ [a]
	۱	۰/۵۲[a]	۱/۸۳[a]	۰/۲۸ [a]
	میانگین	۰/۵۰	۱/۵٦	۰/۳۱
	۰	۰/۵۷[a]	۰/۹۳[a]	۰/٦۲ [a]
۱۲۰	۰/۵	۰/۳۲[b]	۰/۸[a]	۰/٤ [b]
	۱	۰/٤۳[b]	۱/۰٤[a]	۰/٤۲ [b]
	میانگین	۰/٤۵	۰/۹۲	۰/٤۸
	۰	۰/۳۸[a]	۰/۹۱[a]	۰/٤۳ [a]
۱۸۰	۰/۵	۰/۲٤[b]	۰/٦۹[a]	۰/۳۵ [b]
	۱	۰/۱۹[b]	۰/٦٤[a]	۰/۲۷ [b]
	میانگین	۰/۲۷	۰/۷٤	۰/۳۵
	۰	۰/۱۲[a]	۰/۸٤[a]	۰/۱٤ [b]
۲٤۰	۰/۵	۰/۱٦[a]	۰/۵٦[a]	۰/۲۹ [a]
	۱	۰/۱۳[a]	۰/۷۱[a]	۰/۱۸ [b]
	میانگین	۰/۱۳	۰/۷۰	۰/۲۰
	۰	۰/۰۸[b]	۰/۵۱[a]	۰/۱۷ [b]
۳۰۰	۰/۵	۰/۱۲[b]	۰/٤۹[a]	۰/۲۵ [b]
	۱	۰/۳[a]	۰/٦۸[a]	۰/٤٤ [a]
	میانگین	۰/۱٦	۰/۵٦	۰/۲۹

در هر ستون و هر سطح شوری حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون L.s.Means می‌باشد.

یافت. همچنین آنها نشان دادند که بیشترین میزان وزن خشک گیاه در تیمار یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و شرایط ECW< 1 دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. کاهش سطح برگ و کاهش تعداد برگ منجر به کاهش فتوسنتز شده و در نتیجه تولید گیاه کاهش می‌یابد. از سوی دیگر پدیده تحمل به شوری یک پدیده انرژی‌خواه است.

سازوکاری که اسید سالیسیلیک رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد به خوبی شناخته نشده است، اما احتمال داده می‌شود که اسید سالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

نماید. تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک می‌تواند به افزایش جذب CO_2 و سرعت فتوسنتز و افزایش جذب مواد معدنی به وسیله گیاه تنش دیده تحت تیمار اسید سالیسیلیک نسبت داد. کمالی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که در گیاه گل تکمه‌ای شوری باعث کاهش وزن خشک بخش هوایی و ریشه شد و در سطوح شوری ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار، تیمار اسیدسالیسیلیک وزن خشک بخش هوایی و ریشه را افزایش داد. آنها علت این کاهش وزن را جلوگیری از جذب آب و ایجاد تنش خشکی ناشی از اثر اسمزی تنش شوری که به علت کاهش پتانسیل آب جهت آماس سلول‌ها می‌باش، گزارش کردند. از طرفی، غلظت‌های بالای نمک باعث مسمومیت گیاه شده و فعالیت فتوسنتزی را مختل می‌کند. اما تیمار اسیدسالیسیلیک فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی را افزایش می‌دهد، که این آنزیم‌ها در تنظیم سیستم فتوسنتزی و به دنبال آن رشد موثر می‌باشند.

نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی: برهم‌کنش اسید سالیسیلیک و شوری بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (جدول ٤) نشان داد که در سطوح شوری ۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار، کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی شد و در سطح شوری۲٤۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی شد. بطور کلی روند کاهشی در نسبت مذکور مشاهده می‌شود. اما اثرهای متفاوت اسید سالیسیلیک در تیمارهای مختلف شوری موجب شده این نسبت در سطوح شوری کم کاهش و در سطوح شوری بالا افزایش یابد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی می‌توان گفت که در گیاه نمک دوست و C_4 خرفه شوری باعث افزایش کلروفیل می‌شود و همچنین سالیسیلیک اسید در سطوح شوری کلروفیل را افزایش می‌دهد. شوری هچنین پروتئین محلول برگ و Fv/Fm را کاهش، ولی سالیسیلیک اسید در سطوح شوری بالا Fv/Fm را افزایش، ولی پروتئین محلول برگ را در همه سطوح شوری کاهش می‌دهد. پرولین، قندهای محلول و گلایسین بتائین برگ با شوری افزایش یافته، اما کاربرد سالیسیلیک اسید در غالب سطوح شوری پرولین و قندهای محلول را کاهش ولی گلایسین بتائین را افزایش داد. شوری وزن خشک ریشه و اندام هوایی را کاهش و در سطوح بالا نسبت ریشه به اندام هوایی را کاهش می‌دهد. سالیسیلیک اسید در سطوح شوری پائین وزن خشک ریشه را کاهش و در شوری بالا افزایش داد. وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر سالیسیلیک اسید قرار نگرفت. نسبت ریشه به اندام هوایی در شوری های پائین با سالیسیلیک اسید کاهش و در شوری بالا افزایش یافت.

منابع

اسکندری‌زنجانی، ک.، شیرانی‌راد، ا. مرادی اقدم، ا. و طاهرخانی، ت. ۱۳۹۱. اثر کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia annua* L.). مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ٦(٤):٤٢٨-٤١٥.

جوادی‌پور، ز.، موحدی‌دهنوی. م. و بلوچی، ح. ر. (۱۳۹۱) تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول، گلایسین‌بتائین و پروتئین محلول برگ شش رقم گلرنگ بهاره. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱(۲) :۲٤-۱۳.

چهارلنگ بدیل، ف.، براری، م. شمیلی، م. و طهماسبی، ز. ۱۳۹٤. بررسی تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر بهبود رشد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نیشکر (*Saccharum afficinarum* L.) تحت تنش شوری. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۸(۲): ۳۱۷-۳۰۷.

حسین‌زادبهبود، ع.، چاپارزاده. ن. و دیلمقانی. ک. (۱۳۹۱) اثر اسید سالیسیلیک بر پارامترهای رشد، اسمولیت‌ها و پتانسیل اسمزی در گیاه تربچه تحت تنش شوری. مجله پژوهش‌های گیاهی. ۲۷(۱) : ٤۰-۳۲.

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

رمضان‌نژاد، ر. لاهوتی، م. و گنجعلی، ع. ۱۳۹۲. اثر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک روی برخی از شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام حساس و مقاوم نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، ۵(۱۲): ۳۶-۲۴.

شبانی، ل. و احسان پور، ع. ا. (۱۳۸۸) القاء آنزیمهای آنتی اکسیدان، ترکیبات فنولیک و فلاونوئید در کشت در شیشه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.)با استفاده از متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک. مجله زیست شناسی ایران، ۲۲ (٤): ٦٩١- ۷۰۳.

شعاع، م. و میری، ح. ر. ۱۳۹۱. کاهش اثرات سوء تنش شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گندم از طریق کاربرد اسید سالیسیلیک. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵(۱):۸۸-۷۱.

شیدایی، س.، زاهدی، م. و میرمحمدی میبدی، ع. م. ۱۳۸۹. اثر تنش شوری بر تجمع ماده خشک و الگوی توزیع یونی در پنج ژنوتیپ گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ٤١(٤):٨١٩-٨١١.

صالحی، م.، کوچکی، ع. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۳. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش شوری در گندم. پژوهشهای زراعی ایران، ۲ (۱):۳۳-۲۵ .

غلامی، ر.، کاشفی، ب. و سعیدی سار، س. ۱۳۹۲. تأثیر محلولپاشی اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات تنش شوری بر صفات رشدی گیاه مریم گلی (*Salvia limbata* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، ۵(۱۵): ۷۳-۶۳.

قنبری، ا.، حیدری، م. فخیره، ا. و . سارانی، ش. ا. (۱۳۸۵) بررسی تحمل شوری ٤ گونه *Atriplex* در شرایط اکولوژیکی زاهدان. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ١٤(٤) :٢٥٠-٢٤١.

کمالی، م.، خرازی، م. سلاح‌ورزی، ی. و تهرانی‌فر. ع. ۱۳۹۱. اثر سالیسیلیک اسید بر رشد و برخی صفات مورفولوژیک گل تکمه‌ای (*Gomphrena globosa* L.) در شرایط تنش شوری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ٢٦(١):١١٢-١٠٤.

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

Agastian, P., Kingsley, S.J. and Vivekanandan, M. (2000) Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. Photosynthetica 38: 287-290.

Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in beta vulgaris. Plant Physiology, 24: 1-15.

Ashraf M. and McNeilly, T. (2004) Salinity tolerance in *Brassica* oilseeds. Plant Science 23, 157-174.

Backhausen, J. E., Kelin, M., Klocke, M., Jung, S. and Scheibe, R. (2005) Salt tolerance of potato (Solanum tuberosum L. var. Desiree) plants depends on light intensity and air humidity. Plant Science 169: 229-237.

Baker, N. R. and Rosenqvist, E. (2004) Application of chlorophyll flurescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. Journal of Experimental Botany 55: 1607- 1621.

Bezrukova, M., Sakhabutdinova, V., Fatkhutdinova, R., Kyldiarova, R. A., Shakirova, I. and Sakhabutdinova, F.A.R. (2001) The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. Agrochemiya (Russ) 2:51-54.

Bradford, M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantization of protein utilizing the principle of protein- day binding. Analytical Biochemistry 72: 248- 254.

Fayez, K. A. and Bazaid, S. A. 2014. Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 13: 45–55.

Geholt, H. S., Purohit, A. and Shekhawat, N. S. (2005) Metabolic changes and protein patterns associated with adaptation to salinity in Sesamun indicum cultivars. Journal of Cell and Molecular Biology 4: 31-39.

Gimeno, V., Syvertsen, J. P., Nieves, M., Simo, I., Martınez V. and Garcıa-Sanchez, F. (2009) Additional nitrogen fertilization affects salt tolerance of lemon trees on different rootstocks. Scientia Horticulture. 121: 298–305.

Grattan, S. R. and Grieve, C. M. (1992) Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. Agriculture Ecology and Environment 38: 275-300.

Grieve, C. M. and Suarez, D. L. (1997) Purslane (Portulacea oleracea L.): A halophytic crop for drainage water reuse systems. Plant and Soil 192: 277–283.

Hanan, E. D.(2007) Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and Hordeum vulgare. Biological Research 1: 40- 48.

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

Hanson, A.D., May, A.M., Grumet, R., Bode, J., Jamieson, G. C. and Rhodes, D. (2007) Betaine synthesis in chenopods: Localization in chloroplasts. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America. 82: 3678-3682.

Heidari, M., Abdolzadeh, A. and Farzaneh, F. (2011) Effect of different salt levels and three nitrogen nutritions on growth and biochemical reactions of *Plantago ovate*. *Iranian Journal of Crop Science* 42 (1): 199-207. (In Persian).

Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. (1950) The water- culture for growing plants without soil. Berkely, California: College of Agriculture. University of California 347: 36-39.

Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez- Diaz, M. (1992) Water stress induced changes in concentrations of prolins and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum 84: 55- 60.

Khan M.A., Ungar, I.A. and Showalter, A.M. (2000) Effect of sidium chloride treatments on growth and accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum*.Communication in Soil science and Plant Analysis 31: 2763-2774.

Khodary, S. E. A. (2004) Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. International Journal Agriculture Biology 6: 5- 8.

Lutts, S., Majerus, V. and Kinet, J. M. (1999) NaCl effects on proline metabolism in rice seedlings. An International Journal for Plant Biology: Physiologia Plantarum 105: 450- 458.

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

Martin-Mex, R., and Larqué-Saavedra, A. (2001). Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July ,5-1pp. 99-97.

Mattioni, C. 1997. Water and salt stress–induced alterations in proline metabolism of *Triticum durum* seedlings. Plant Physiology 101: 387-792.

Mishra, A., and Choudhuri, M. A. (1999) Effects of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. Biologia Plantarum 42: 409-415.

Mohammad, M., Malkawi, H. and Shibili, R. (2003) Effects of arbuscular mycorrhrizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. Journal Plant Nutrition, 26(1): 125- 137.

Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment 25: 239-250.

Muthukumarasamy, M., Dutta Gupta, S. and Panneerselvam, R. (2000) Influence of triadimefon on the metabolism of NaCl stressed radish. Biologia Plantarum .43:67-72

Nelson, B.M.N. and Maria, A.B.D. (2006) Physiological and biochemical response of common bean varieties treated with salicylic acid under water stress. Crop Breeding and Applied Biotechnology 6: 269-277.

Noreen, S. and Ashraf, M. (2008) Alleviation of adverse effects of salt stress on (*Helianthus annuus* l.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. Pakistan Journal of Botany. 40(4): 1657- 1663.

Nouri, K., Omidi, H., Naghdi badi, H. A., Torabi, H. and Fotokian, M. H. (2013) Effects of soil and water salinity on flower yield, soluble compounds, content of saline elements and essential oil quality of *German chamomile* (*Shirazian Babooneh, Matricaria recutita* L.). Journal Water Reserch Agriculture 26(4): 367-379.

Paquin. R. and Le chasseur, P. (1979) Observation surune method dosage Labrie dans lesde plants. Canadian Journal of Botany. 57: 1851- 1854.

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

Parida, A.K., Das, A.B. and Das, P. (2002) NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. Journal of Plant Biology 45: 28–36.

Parvaiz, A. and Satyawati, S. (2008) Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. Plant Soil and Environment.54: 89-99.

Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, K. and Noitsakis, B. (2002) The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought stressed grapevines. Plant Science 163(2): 361-374.

Peltzer, D., Dreyer, E. and Polle, A. (2002) Differential temperature dependencies of and oxidative enzymes in two contrasting species. Plant Physiology and Biochemistry 40: 141-150.

Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A., (1997) salicylic acid: Properties, Biosynthesis and Physiological role. Plant Physiology 23: 85-93.

Popova, L. P., Maslenkova, L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Krantev, A. P., Szalai, G. and Jand, T. (2009) Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 47:224-231.

Prabijot, K. G., Arun, D. S., Prabhjeet, S. and Singh, B. (2001) Effect of various abiotic stresses on the growth, soluble sugar and water relations of sorghum seedling grown in light and darkness. Bulgarian Journal of Plant Physiology 27: 72-84.

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

Rahdari, P., Tavakoli, S. and Hosseini, S. M. (2012) Studying of salinity stress effect on germination, proline, sugar, protein, lipid and chlorophyll content in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) leaves. Journal Stress Physiology Biochemistry 8(1): 182- 193.

Raskin, I. (1992) Role of salicylic acid in plants. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology 43:439-463.

Rhoads, D. M. and McIntosh, L. (1991) Isolation and characterization of a cDNA clone encoding an alternative oxidase protein of Sauromatum guttatum (Schott). Proceedings of the National Academy of Science of the USA 88: 2122-2126.

Sakhabutdinova, A. R., Fatkhutdinova, D. R., Bezrukova, M. V. and Shakirova, F. M. (2003) Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulgaria Plant Physiology, (Special Issue): 314- 319.

Sanchez, D. H., Siahpoosh, M. R. Rosener, U., dvard, U. and Kopka, J. (2007) Plant metabolomics reviels conserved and divergent metabolic response to salinity. Physiology Plantarum 132:209-214.

Serraj, R., and Sinclair, T. R. (2002) Osmolyte accumulation: Can it really help increase crop yield under drought covfition? Plant Cell Environment 25:333-341.

Shakirova, F.M., and Bezrukova, M.W. (1997) Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin 24:109-112.

Shi, G. R., Cai, Q. S., Liu, Q. Q. and Wu. L. (2009) Salicylic acid-mediated alleviation of cadmium toxicity in hemp plants in relation to cadmium uptake, photosynthesis, and antioxidant enzymes. Acta Physiologia Plantarum 31:969–977.

Shi, Q., Bao, Z., Zhu, Z., Ying, Q. and Qian. Q. (2006) Effects of different treatments of salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll flurescence and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. Plant Growth Regulation 48:127-135.

Singh, B. and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regular 39: 137- 141.

Singh, B. and Usha, K. (2003) Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regular 39: 137- 141.

Song, J., Fan, H., Zhao, Y., Jia, Y., Du, X. and Wang, B. (2008) Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an inter-tidal zone and on saline inland. Aquatic Botany 88: 331–337.

Yamada, Y. and Fukutoku, Y. (1986) Effect of water stress on soybean stress. Soybean in tropical and sub tropical cropping system. The anion vegetable research and development center shanbue Taiwan, China chapter 48: 373-382.

Yonis, M. E., Abbas, M. A. and Shukry, W. M. (1993) Effect of salinity on growth and metabolism of Phaseolus vulgaris. Biologia Planetarium. 35: 417-424.

Zhang, Y., Chen, K., Zhang, Sh. and Fergusen, I. (2003) The role of salicylic acid in postharvest ripening of Kiwifruit. Postharvest Biology and Technology 28: 67-74.

Zhu, J. K. (2001) Plant salt tolerance. Trends in Plant Science 6: 66-71.

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]

Effect of salicylic acid on some physiological characteristics of common purslane (*Portulacea oleracea* L.*)*

Zohre Dehghan[1], Mohsen Movahhedi Dehnavi[2]*, Hamidreza Balouchi[2], and Amin Salehi[3]

1, 2 , 3 respectively, MS.c student, associate and assistant professor of agronomy and plant breeding department, College of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.

(Received: 12/12/ 2016, Accepted: 12/04/2017)

Abstract:

In order to evaluate the effects of salicylic acid on some physiological characteristics of common purslane *(Portulacea oleracea* L.*)* under NaCl stress, a factorial experiment based on completely randomized design with three replications was conducted in 2013 in research greenhouse of Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran. Treatments were included six levels of NaCl salinity (0, 60, 120, 180, 240 and 300 mM) and 3 levels of salicylic acid foliar application (0, 0.5 and 1 mM). In this experiment leaf proline, protein, chlorophyll, glycine betaine and total soluble sugars content, Fv/Fm and root to shoot weight were measured. Simple and interaction effects of salinity and salicylic acid were statistically significant for Fv/Fm, leaf protein, proline, soluble sugars, glycinebetaine and root and shoot dry weights. Salinity stress to 300 Mm, increased leaf proline (1.7 times) and glycine betaine (4.46 times). The use of salicylic acid decreased soluble sugars, proline whereas increased glycine betaine in most of the salinity levels. Salinity and salicylic acid in salinity levels decreased leaf protein. Salinity decreased root (75%) and shoot (72%) dry weights and also root to shoot ratio in higher salinity levels. Salicylic acid in lower salinity levels decreased root dry weight, but increased in higher salinity levels. Shoot dry weight was not affected by salicylic acid. Generally, regarding to halophyte behavior of purslane, salicylic acid could positively effect on glycine betaine and root dry weight only in higher salinity levels.

Keywords: Chlorophyll fleurescence, Glycine betaine, Proline, Total soluble sugars

*Corresponding Author: movahhedi1354@yu.ac.ir

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

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.23.2.5]