



اثر سالیسیلیک اسید بر بهبود ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک ریحان در شرایط تنش شوری کلرید سدیم

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۴، شماره ۴، صفحات ۳۳-۴۳
(زمستان ۱۳۹۷)

حسن نورافکن[✉]؛ فریناز انگوتی

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران hassannourafcan@gmail.com ✉ (مسئول مکاتبات)

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۴

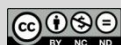
تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۹

واژه‌های کلیدی

- ◆ تنش غیرزیستی
- ◆ تنظیم کننده رشد
- ◆ شبه هورمون
- ◆ محرک رشد

چکیده شوری از مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش‌های محیطی وارده بر گیاهان می‌باشد. از طرفی، سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی در القای سازوکارهای افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی مؤثر است. بر این اساس، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی جهت ارزیابی اثر سالیسیلیک اسید بر بهبود شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک ریحان تحت تنش شوری انجام گرفت. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با رقت‌های ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار در مرحله ۶ تا ۸ برگی گیاهچه قبل از اعمال تنش شوری انجام شد و سه هفته متوالی ادامه یافت. تنش شوری با آبیاری گیاهان با رقت‌های ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم اعمال شد. در مرحله گلدهی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول و عرض برگ، تعداد برگ و گل‌آذین، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، طول بلندترین گل‌آذین و ریشه، فاصله بین دو میانگره، تعداد گره در شاخه، درصد ماده خشک ساقه، برگ و ریشه درصد نشت الکترولیت برگ، محتوای نسبی آب، شاخص کلروفیل برگ، شاخص سطح برگ و سطح ویژه برگ اندازه‌گیری شد. تنش شوری باعث کاهش طول و عرض برگ، شاخص سطح برگ، تعداد گره در شاخه، قطر ساقه، وزن تر و خشک ریشه، وزن خشک ساقه، سطح ویژه برگ و افزایش نشت الکترولیت و تعداد برگ گردید. در مقابل، مصرف سالیسیلیک اسید توانست در کاهش اثرات سوء تنش شوری در بیشتر صفات مورد ارزیابی مؤثر باشد. همچنین، محلول‌پاشی با رقت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در برابر تنش شوری اثر بهتری داشت. بنابراین، محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید می‌تواند به‌عنوان راه‌کاری برای جلوگیری از اثرات سوء شوری در ریحان توصیه شود.



این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.545918

در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلفی مانند رشد و نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی ایفاء می‌کند.^[۱۷] سازوکار عمل سالیسیلیک‌اسید در برابر تنش‌ها به نقش آن در تنظیم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات دارای گونه‌های اکسیژن فعال در گیاه مربوط است. این ماده سبب افزایش ترکیبات دفاعی همچون پرولین^۲، بتائین^۳ و گلايسين^۴ در گیاه می‌شود.^[۱۴] به طور کلی سالیسیلیک‌اسید اثرات کلیدی در جذب عناصر غذایی، پایداری غشا، روابط آبی، عملکرد روزنه‌ها، بازدارندگی سنتز اتیلن و افزایش رشد گیاهان دارد.^[۱۴] سالیسیلیک‌اسید گسترش، تقسیم و مرگ سلولی را تنظیم کرده و در واقع بین رشد و پیری تعادل ایجاد می‌نماید. همچنین، به دلیل داشتن گروه هیدروکسیل آزاد روی حلقه‌ی بنزوئیک اسید^۵ قادر به شلاته‌کردن فلزات می‌باشد و از این رو با شلاته‌کردن آهن موجود در آنزیم ACC اکسیداز^۶ موجب بلوکه کردن این آنزیم و در نهایت مهار بیوسنتز اتیلن می‌شود. علاوه بر این سالیسیلیک‌اسید بر ACC سنتتاز^۷ اثر می‌گذارد. اثر سالیسیلیک‌اسید بر تنش وابسته به آن در

² proline

³ betaine

⁴ glycine

⁵ benzoic acid

⁶ aminocyclopropanecarboxylate oxidase

⁷ ACC synthase

مقدمه ریحان^۱ از تیره نعناعیان، گیاهی یکساله و علفی است که از آن به‌عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و نیز به صورت تازه‌خوری مورد استفاده قرار می‌گیرد.^[۱] همچنین، این گیاه در معالجه نفخ شکم، برخی بیماری‌های قلبی، بزرگ شدن طحال و نیز کمک به هضم غذا مؤثر گزارش شده است.^[۲] شوری پس از خشکی مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش محیطی در سطح جهان و از جمله ایران می‌باشد.^[۳] شوری آب و خاک مانع حصول عملکرد مطلوب گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و موجب تغییر در الگوی رشد و کاهش عملکرد در بسیاری از گیاهان می‌شود. شوری در غلظت بیش از حد یون‌های سدیم و کلر، با ایجاد تنش اسمزی، کاهش جذب عناصر غذایی و افزایش هورمون اتیلن در گیاه، موجب کاهش رشد ریشه و وزن خشک گیاه می‌شود.^[۴] به دلیل کمبود منابع آبی یا وجود منابع آبی با کیفیت پایین و شور، مدیریت تولید گیاهان در شرایط شور بسیار مورد توجه می‌باشد.^[۵] نمک‌های محلول اضافی در تمام خاک‌ها برای اکثر گیاهان مضر می‌باشند و در واقع هیچ ماده سمی رشد گیاه را بیشتر از نمک محدود نمی‌کند.^[۶] تنش شوری می‌تواند بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه اثرگذار باشد.^[۷] اثرات شوری در مقیاس سلولی، شامل اثر منفی بر فرآیند تقسیم و طولیل شدن سلولی و کارایی فتوسنتز می‌باشد که منجر به عدم تعادل در وضعیت هورمونی، باز شدن روزنه‌ها و در نتیجه تأثیر بر رابطه آب و گیاه می‌باشد.^[۸] اثر سوء شوری زیاد بر گیاهان را در مقیاس بزرگ‌تر می‌توان به صورت مرگ گیاه و یا کاهش محصول مشاهده کرد.^[۹] شوری باعث تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش میزان کلروفیل و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه - پروتئین می‌شود.^[۹] با افزایش تنش شوری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند.^[۱۰]

سالیسیلیک‌اسید یک ترکیب فنلی و شبه‌هورمونی است و نقش آن به‌عنوان یک مولکول علامتی در پاسخ‌های گیاهان به عوامل محیطی شناخته شده است. تأثیر سالیسیلیک‌اسید بستگی زیادی به گونه گیاهی، شرایط کاربرد و غلظت مصرف دارد.^[۱۱] این ماده، به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد بر خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه اثر گذاشته و در القای سازوکارهای حمایتی افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی نقش دارد.^[۱۸] سالیسیلیک‌اسید نقش اساسی

¹ *Ocimum basilicum* L.

پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر انجام شد.^[۱۳] پس از سبز شدن بذرها، تنک کردن بوته‌های اضافی انجام و در هر گلدان چهار بوته حفظ شد. تا یک ماه پس از کاشت بذر و در مرحله شش تا هشت برگی بوته‌ها، گلدان‌ها به طور یکنواخت آبیاری و از این مرحله به بعد محلول‌های شوری به صورت آبیاری با رقت‌های ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار هفته‌ای دو بار و به مدت سه هفته انجام گرفت. محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار هفته‌ای یک بار از روز قبل از تیمار شوری روی گیاهان انجام شد.

در مرحله گلدهی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، طول و عرض برگ، تعداد گل‌آذین، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، درصد نشت الکترولیت برگ^[۱۳]، محتوای نسبی آب^[۱۵]، شاخص کلروفیل برگ با استفاده از کلروفیل‌سنج دستی^۵، طول بلندترین گل‌آذین و ریشه، فاصله بین دو میان‌گره، تعداد گره در شاخه، شاخص سطح برگ^۶ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج^۷، سطح ویژه‌ی برگ^۸ (نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ بر حسب سانتی‌متر مربع بر گرم)^[۲۱]، درصد ماده‌ی خشک ساقه، برگ و ریشه اندازه‌گیری شد.

مه‌ار اتیلن است. اتیلن در پاسخ به تغییرات شرایط محیطی مثل زخم‌ها، حمله عوامل بیماری‌زای گیاهی و تنش خشکی افزایش می‌یابد.^[۱۶]

محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی جو، باعث تحمل گیاه به شوری و کاهش اثر منفی شوری و افزایش عملکرد دانه آن می‌شود.^[۲۴] با کاربرد سالیسیلیک‌اسید میزان تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ انگور بیدانه سفید کاهش یافت. همچنین، سالیسیلیک‌اسید برخی اثرات منفی تنش شوری را به‌ویژه در رقت‌های کمتر از ۵۰ میلی‌مولار تعدیل می‌نماید.^[۱] شوری باعث کاهش معنی‌دار رشد ساقه و ریشه، کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، همچنین کاهش کلروفیل و کاروتنوئید شد، در حالی‌که در گیاهان پیش‌تیمار شده با سالیسیلیک‌اسید، مقدار این کاهش تعدیل می‌شود.^[۱۳] تنش شوری در سیاهدانه، کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ و آنتوسیانین و افزایش معنی‌دار نشت یونی، مالون دی‌آلدئید^۱، پرولین، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز^۲ و آسکوربات پراکسیداز^۳ را باعث شد. در حالی‌که شرایط تنش شوری، تیمار سالیسیلیک‌اسید افزایش محتوای نسبی آب برگ، مالون دی‌آلدئید، آنتوسیانین، پرولین، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز را موجب شد.^[۸] استفاده از سالیسیلیک‌اسید در شرایط تنش شوری، موجب افزایش مقاومت گل‌تکمه‌ای به تنش شوری می‌گردد.^[۱۱] همچنین، محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید روی برگ‌های خیار، ذرت، گندم و جو باعث افزایش میزان رشد شاخساره و ریشه می‌شود.^[۱۴] تیمار گیاهان با سالیسیلیک‌اسید تقسیم یاخته‌ای را در مرستیم رأس ریشه افزایش داده و بر رشد گیاه می‌افزاید.^[۱۶]

با توجه به اهمیت استفاده از روش‌های نوین برای کاهش اثرات شوری، هدف این پژوهش تعیین اثر بازدارنده و تخفیف‌دهنده سالیسیلیک‌اسید در برابر تنش شوری از طریق اندازه‌گیری خصوصیات مورفوفیزیولوژیک در گیاه ریحان بود.

مواد و روش‌ها این پژوهش گلدانی به منظور ارزیابی سالیسیلیک‌اسید بر شاخص‌های رشدی ریحان در شرایط تنش شوری کلرید سدیم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. کاشت بذر ریحان در گلدان‌های

⁴ Relative water content (RWC)

⁵ SPAD 502, Minolta, Japan

¹ leaf area index

² li-Cor, Model Li-1300 SA

⁸ Specific leaf area

¹ malondialdehyde

² catalase

³ ascorbate peroxidase

اندازه ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید بدون نمک موجب افزایش طول برگ ریحان گردد. سالیسیلیک‌اسید در تمام غلظت‌ها به استثنای ۰/۵ میلی‌مولار می‌تواند موجب افزایش عرض برگ ریحان شود. با افزایش شوری در غلظت‌های ۰، ۰/۱ و ۱ میلی-مولار سالیسیلیک‌اسید و کاهش شوری در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش تعداد گل‌آذین ریحان شد. کاربرد غلظت‌های کمتر از ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید توانست وزن تر برگ ریحان را در غلظت‌های مختلف شوری افزایش دهد (جدول ۲).

در غلظت‌های صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید با افزایش غلظت شوری، وزن خشک برگ ریحان افزایش یافت. غلظت‌های صفر، ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش وزن تر ساقه ریحان شد. تیمار ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در شرایط بدون تنش شوری بالاترین میزان وزن تر ریشه را نشان داد (جدول ۲).

تیمار ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید توانست به ترتیب اثرات مضر شوری ۰، ۲۰، ۸۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم را از بین برده و بالاترین میزان وزن خشک خشک ریشه را نشان دهد (جدول ۲). تیمارهای ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید و

طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج شوری باعث کاهش شاخص‌هایی مانند طول و عرض برگ، سطح برگ، تعداد میانگره، قطر ساقه، وزن تر و خشک ریشه، وزن خشک ساقه، سطح ویژه برگ و افزایش نشت الکترولیت و تعداد برگ ریحان گردید. اثر شوری و سالیسیلیک‌اسید بر ارتفاع گیاه، تعداد گره در شاخه، فاصله دو میانگره، طول بزرگ‌ترین ریشه، شاخص کلروفیل برگ، رطوبت نسبی، درصد ماده‌ی خشک ساقه و ریشه و اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک‌اسید غیرمعنی‌دار بودند. با این حال، اثر ساده شوری بر شاخص سطح برگ و وزن خشک ساقه و اثر ساده سالیسیلیک‌اسید بر طول بزرگ‌ترین گل‌آذین اثر معنی‌داری داشت. (جدول ۱).

با افزایش غلظت نمک در شوری آب آبیاری حاصل از کلریدسدیم، وزن خشک ساقه ریحان کاهش یافته و در غلظت ۸۰ میلی‌مولار به کمترین میزان رسید. از طرفی، بین تیمار شاهد، ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار تنش شوری تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

شوری کلریدسدیم موجب کاهش شاخص سطح برگ در ریحان شد ولی بین غلظت‌های مختلف شوری تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). با افزایش غلظت محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید تا ۰/۵ میلی‌مولار طول بزرگ‌ترین گل‌آذین ریحان افزایش یافت ولی بین ۰/۵ و ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).

کاربرد ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید توانست تعداد برگ ریحان را در غلظت‌های مختلف شوری افزایش دهد. رقت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید توانست به ترتیب اثرات مضر ۸۰ و ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم را کاسته و بیشترین تعداد برگ را نشان دهد. کاربرد ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید قطر ساقه را در رقت‌های ۰ و ۸۰ میلی‌مولار شوری کلریدسدیم افزایش داد (جدول ۲).

رقت ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید اثر سوء کلریدسدیم ۲۰ میلی‌مولار، ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید اثر سوء ۴۰ میلی‌مولار کلریدسدیم را کاهش داده و به

جدول ۱) تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه ریحان تحت تنش شوری

Table 1) Variance analysis of foliar application of salicylic acid (SA) effect on some morphological and physiological parameters of basil under salinity stress

Source of variation	df	Mean of squares											
		plant height	leaf no.	leaf length	leaf width	leaf fresh weight	leaf dry weight	leaf area index	special leaf area	inflorescence no.	the largest inflorescence length	stem fresh weight	stem dry weight
Salicylic acid (a)	3	30.02ns	115.85**	0.52ns	0.08ns	0.02**	0.0021**	352091ns	104821416**	0.44*	31.19**	4.63**	0.49ns
Salinity stress (b)	3	8.06ns	95.19**	1.38*	1.17**	0.11**	0.0005**	7998225*	378901496**	0.23ns	18.36ns	6.09**	0.59*
a×b	9	18.97ns	241.70**	1.60**	0.59**	0.03**	0.0005**	1929596ns	100214564**	0.44**	10.08ns	4.79**	0.33ns
error	48	18.78	9.77	0.48	0.18	0.002	0.00002	1024051	3375283	0.15	10.08	0.98	0.19
CV (%)	-	14.28	12.30	11.46	13.63	16.56	13.71	26.97	11.86	29.81	22.4	21.66	25.08

*,** and ns denote significant differences at 0.05, 0.01% levels, and not significant respectively

*,** و ns تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ و ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار را به ترتیب نشان می‌دهند.

Table 1 continued

ادامه جدول ۱

Source of variation	df	Mean of squares											
		branch nodes no.	internode length	stem diameter	the largest root length	root fresh weight	root dry weight	leaf chlorophyll content	leaf electrolyte leakage	relative humidity	leaf dry weight (%)	stem dry weight (%)	root dry weight (%)
Salicylic acid (a)	3	2.35ns	0.29ns	14.39**	7.30ns	0.18ns	0.29*	25.80ns	1445**	90ns	291**	135ns	140ns
Salinity stress (b)	3	1.94ns	1.85ns	7.06**	17.65ns	0.82*	0.32**	7.09ns	420**	788ns	780**	149ns	109ns
a×b	9	2.45ns	0.49ns	2.39*	20.96ns	0.51*	0.23**	27.82ns	304**	177ns	276**	165ns	74ns
error	48	2.45	0.69	0.94	10.70	0.21	0.07	23.51	43	173	7	62	85
CV (%)	-	17.09	20.65	20.11	23.59	20.49	22.67	17.07	19.34	16.14	16.98	19.89	17.44

*,** and ns denote significant differences at 0.05, 0.01% levels, and not significant respectively

*,** و ns تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ و ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار را به ترتیب نشان می‌دهند.

جدول ۲) اثر سالیسیلیک اسید بر صفات مورفوفیزیولوژیک ریحان در تنش شوری کلرید سدیم

Table 2) Effect of salicylic acid on morpho-physiological traits of basil in salt stress of sodium chloride

Treatment		leaf no.	leaf length (cm)	leaf width (cm)	leaf fresh weight (g)	leaf dry weight (g)	special leaf area	inflorescence no.
Salicylic acid (mM)	NaCl Salinity (mM)							
0	0	14.74 g	6.63 bc	3.5 abc	0.24 de	0.026 b	13748 de	1.00 b
	20	18.50 fg	6.13 bc	2.88 bcd	0.38 ab	0.049 ab	12489 de	1.25 ab
	40	26.25 de	6.13 bc	2.75 bcd	0.37 ab	0.074 a	14487 de	1.75 a
	80	30.50 bcd	6.30 abc	3.23 a-d	0.20 def	0.048 ab	6483 f	1.50 ab
0.1	0	30.75 a-d	6.00 bc	3.25 a-d	0.21 def	0.033 ab	15649 d	1.75 a
	20	19.25 fg	6.65 ab	3.28 a-d	0.44 a	0.026 b	15905 d	1.00 b
	40	20.00 fg	5.88 bc	2.78 bcd	0.22 def	0.021 b	19518 c	1.25 ab
	80	36.25 a	6.00 bc	3.00 bcd	0.16 ef	0.028 b	12417 de	1.75 a
0.5	0	17.25 fg	5.88 bc	2.88 bcd	0.22 def	0.025 b	23405 b	1.75 a
	20	33.00 abc	5.63 bc	3.10 bcd	0.37 ab	0.026 b	19630 c	1.25 ab
	40	34.50 ab	6.53 ab	3.18 bcd	0.05 g	0.025 b	15370 de	1.00 b
	80	29.50 cd	5.75 bc	2.83 bcd	0.18 def	0.036 ab	11927 e	1.00 b
1	0	28.25 cd	7.50 a	4.00 a	0.32 bc	0.017 b	32703 a	1.00 b
	20	27.50 cde	5.63 bc	3.55 ab	0.25 cd	0.024 b	13988 de	1.00 b
	40	22.25 ef	5.00 c	2.68 cd	0.15 f	0.022 b	13195 de	1.00 b
	80	18.00 fg	5.50 bc	2.45 d	0.18 def	0.036 ab	7009 f	1.25 ab

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می باشد.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan test at 5% level

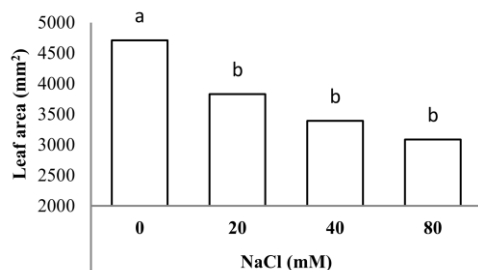
Table 2 continued

ادامه جدول ۲

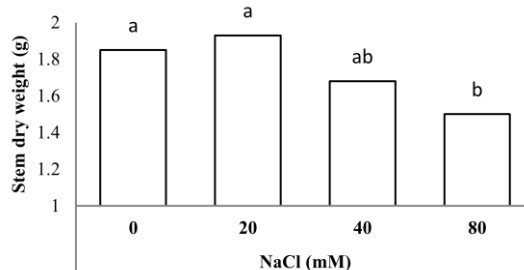
Treatment		stem fresh weight (g)	stem diameter (mm)	root fresh weight (g)	root dry weight (g)	leaf electrolyte leakage	leaf dry weight (%)
Salicylic acid (mM)	NaCl Salinity (mM)						
0	0	3.32 de	5.00 cd	2.14 a-d	1.03 bcd	28.83 cde	11.03 gh
	20	4.86 bcd	3.50 d	2.20 a-d	1.06 bcd	30.00 cde	13.24 fg
	40	5.37 abc	4.75 cd	2.33 a-d	1.15 bcd	11.98 f	20.75 bc
	80	6.47 a	4.25 cd	1.91 bcd	0.94 cd	33.25 bcd	24.37 b
0.1	0	6.37 ab	6.75 ab	2.89 a	1.50 ab	38.25 bc	13.98 efg
	20	3.15 de	5.50 bc	2.12 a-d	1.14 bcd	41.25 bc	5.98 ij
	40	2.88 e	4.75 cd	1.46 d	0.69 d	55.42 a	9.69 ghi
	80	5.46 a-d	8.00 a	2.38 abc	1.65 a	43.75 b	18.36 cde
0.5	0	5.40 abc	4.75 cd	2.75 ab	1.63 a	23.42 de	11.26 gh
	20	4.57 b-e	4.00 cd	2.33 a-d	1.31 abc	30.83 cde	7.04 hij
	40	4.71 b-e	4.50 cd	2.16 a-d	1.15 bcd	19.38 ef	45.54 a
	80	5.26 abc	4.00 cd	2.34 a-d	1.20 a-d	30.83 cde	19.55 bcd
1	0	3.71 cde	5.50 bc	2.10 a-d	1.07 bcd	29.75 cde	5.17 j
	20	4.13 cde	3.25 d	2.72 abc	1.12 bcd	33.93 bcd	9.65 ghi
	40	3.20 de	4.00 cd	1.84 cd	0.95 cd	37.08 bc	15.75 def
	80	4.42 cde	4.75 cd	2.13 a-d	1.18 a-d	57.58 a	18.54 cd

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می باشد.

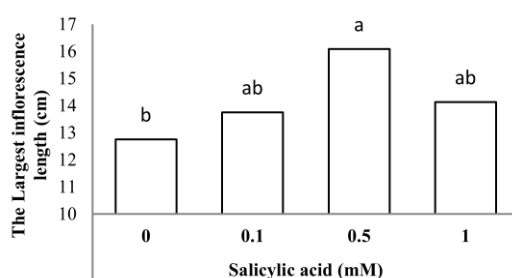
Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan test at 5% level



شکل ۲) اثر شوری کلرید سدیم بر شاخص سطح برگ ریحان
Figure 2) Effect of sodium chloride salinity on leaf area index of basil



شکل ۱) اثر شوری کلرید سدیم بر وزن خشک ساقه ریحان
Figure 1) Effect of sodium chloride salinity on stem dry weight of basil



شکل ۳) اثر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر طول بزرگ‌ترین گل‌آذین ریحان
Figure 3) Effect of Salicylic acid on the largest inflorescence length of basil

جنبه‌های مختلفی از متابولیسم گیاهان تأثیر گذاشته و تغییراتی را در رشد، متابولیسم، فیزیولوژی، مورفولوژی و بیوشیمی آنها ایجاد می‌کند.^[۲۳] تنش شوری باعث ایجاد بسیاری از واکنش‌ها در گیاهان می‌شود که به آب‌زدایی سلولی همراه با تغییرات اسمزی منجر می‌شود. تنش شوری دارای اثرات سه‌گانه‌ای شامل کاهش پتانسیل آب، عدم تعادل یونی و سمیت می‌باشد. شوری رشد گیاه را به‌علت تغییر در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مثل فتوسنتز، تغییر در طیف جذبی کلروپلاست‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد.^[۹] تخریب ساختار کلروپلاست،

۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بیشترین درصد نشت الکترولیت برگ ریحان را نشان داد (جدول ۲). تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بدون تنش شوری بیشترین سطح ویژه‌ی برگ ریحان را نشان داد. تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بیشترین درصد ماده‌ی خشک برگ ریحان را نشان داد (جدول ۲).

بحث در ارزیابی اثر متقابل سالیسیلیک اسید در مقابله به تنش شوری کلرید سدیم در گیاه ریحان مشخص شد که در بیشتر صفات مورد ارزیابی، کاربرد سالیسیلیک اسید می‌تواند در کاهش اثرات سوء حاصل از شوری مؤثر باشد. با این حال، اثرات متفاوتی در کاربرد غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید در مقابله با تنش شوری مشاهده شد و فقط در صفاتی مانند سطح ویژه‌ی برگ، درصد ماده‌ی خشک برگ و درصد نشت الکترولیت اثر آنها به‌طور مشخص بیان گردید. در اثرات ساده نیز اثر سوء شوری بر وزن خشک ساقه و سطح برگ و اثر مثبت سالیسیلیک اسید بر طول بزرگ‌ترین گل‌آذین مشخص گردید. شوری بر

بالای آب می تواند مسؤول ثبات هدایت روزنه ای و در نتیجه تعرق و فتوستتز بالای گیاه شود. آب برگ با هدایت روزنه ای و تعرق اثر متقابل دارد. کاهش پتانسیل آب مانع از تقسیم سلولی، رشد اندام، فتوستتز خالص و ستتز پروتئین شده و تعادل هورمونی بافت های گیاه را تغییر می دهد. طی تنش، محتوای نسبی آب، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول ها کاهش می یابد.^[۲۷]

نتیجه گیری کلی بررسی پاسخ های مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی ریحان به محلول پاشی سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری کلرید سدیم نشان داد که و در بیشتر صفات مورد اندازه گیری، مصرف سالیسیلیک اسید می تواند در کاهش اثرات سوء حاصل از تنش شوری مؤثر باشد. با این حال، اثر محلول پاشی غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید در مقابله با تنش شوری متفاوت بود. در اثرات ساده سالیسیلیک اسید و شوری کلرید سدیم نیز، اثر سوء شوری بر وزن خشک ساقه و سطح برگ و اثر مثبت سالیسیلیک اسید بر طول بزرگ ترین گل آذین نشان داده شد.

تجزیه کلروفیل و تغییر در محتوای کارتنوئیدها از اثرات شوری می باشد.^[۲۳] کلروفیل ها، مولکول های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم های فتوستتزی هستند.^[۲۷] کاهش کلروفیل گیاه می تواند به علت فعال شدن مسیر کاتابولیکی کلروفیل و یا عدم ستتز کلروفیل باشد.^[۲۵] در محیط های شور، درصد جوانه زنی کاهش، رشد رویشی ضعیف و رشد زایشی گیاه به تأخیر می افتد.^[۹] تنش شوری باعث عدم تعادل پتانسیل آبی بین آپوپلاست و سیمپلاست و کاهش فشار تورگر می شود که نتیجه آن کاهش رشد است.^[۲۵] به منظور بهبود وضعیت رشدی گیاه از خسارت وارده از تنش، راه کارهای مختلفی مورد استفاده قرار می گیرد که از جمله آنها می توان به تغذیه تکمیلی با سلنیوم، محلول پاشی با پلی آمین ها، سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید اشاره کرد.^[۲۳]

سالیسیلیک اسید می تواند به عنوان یک تنظیم کننده ی رشد بالقوه برای بهبود رشد گیاه تحت تنش مورد استفاده واقع شود.^[۲۷] بسته به غلظت، گونه گیاهی، دوره ی رشدی و شرایط محیطی، سالیسیلیک اسید اثرات متفاوتی روی فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی نظیر شروع برخی فرآیندها و ممانعت برخی دیگر دارد. سالیسیلیک اسید طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از جمله اکسین تنظیم می نماید.^[۲۰]

کاربرد سالیسیلیک اسید، سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه را افزایش می دهد.^[۲۹] این تأثیر مثبت سالیسیلیک اسید می تواند به افزایش میزان فتوستتز، تولید ماده خشک و نیز جذب بیشتر مواد معدنی توسط گیاه مربوط باشد.^[۶]

سالیسیلیک اسید با افزایش محتوای نسبی آب، سرعت فتوستتز، هدایت روزنه ای و محتوای کلروفیل برگ می تواند باعث افزایش عملکرد گیاه شود.^[۲۷] از طرفی، سالیسیلیک اسید باعث افزایش اکسین و سیتوکینین شده و بر رشد و فتوستتز اثر گذاشته و در نتیجه روی عملکرد و اجزای عملکرد اثر بگذارد.^[۲۹] محتوای نسبی

References

1. Amiri J (2018) Impact of exogenous salicylic acid on leaf mineral composition of grapevine (*Vitis vinifera* L.cv Bidaneh Sefid) subjected to salinity. *Applied Soil Research* 6(2): 119-130. [in Persian with English Abstract]
2. Bahari Saravi SH, Pirdashti HA, Yaghoubiyan Y (2018) Response of chlorophyll fluorescence and physiological parameters of basil (*Ocimum basilicum* L.) to plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) under salinity stress. *Journal of Plant Process and Function Iranian Society of Plant Physiology* 6(16): 89-104. [in Persian with English Abstract]
3. Bakhshi Khaniki Gh, Mohsennejad F (2008) Survey on fatty acids of seed oil in some populatins of *Ocimum basilicum* L. in Iran. *Pajouhesh and Sazandegi* 78: 99-107. [in Persian with English Abstract]
4. Doulatabadian A, Modarres Sanavy SAM, Etemadi F (2008) Effect of pretreatment of salicylic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination under salt stress. *Iranian Journal of Biology (Biological Science Promotion)* 21(4): 692-702. [in Persian with English Abstract]
5. Emaratpardaz J, Hami A, Ghohari Gh (2016) Evaluation of growth characteristics and essential oil yield of *Satureja hortensis* L. under salinity and Zn foliar spraying. *Agricultural Science and Sustainable Production* 26(4): 157-166. [in Persian with English Abstract]
6. Eshghi S, Moharami S, Jamali B (2017) Effect of salicylic acid on growth, yield and fruit quality of strawberry cv. 'Paros' under salinity conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 7(4): 163-174. [in Persian with English Abstract]
7. Farzaneh A, Ghani A, Azizi M (2010) The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Plant Production* 17(1): 103-111. [in Persian with English Abstract]
8. Fazeli A, Zarei B, Tahmasebi Z (2018) The effect of salinity stress and salicylic acid on some physiological and biochemical traits of black cummin (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Plant Biology* 9(4): 68-83. [in Persian with English Abstract]
9. Ganjeali A, Abrishamchi P, Shooryabi M (2016) Interaction effects of salinity and salicylic acid on germination, growth and some morpho-physiological characteristics of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Pulses Research* 7(2): 78-94. [in Persian with English Abstract]
10. Gholizade F (2012) Effects of salt stress in germination stage in rice genotypes (*Oryza sativa* L.). *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal* 2(6): 75-81. [in Persian with English Abstract]
11. Kamali M, Kharrazi SM, Selahvarzi Y, Tehranifar A (2012) Effect of salicylic acid on growth and some morphophysiological characteristics of gomphrena (*Gomphrena globosa* L.) under salinity stress. *Journal of Horticultural Science* 26(1): 104-112. [in Persian with English Abstract]
12. Kumar PA, Bandhu DA (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.
13. Mahdavian K (2018) Effect of different concentrations of salicylic acid on salinity tolerance of barley seedling (*Hordeum vulgare* L.). *Crop Physiology Journal* 9(36): 121-136. [in Persian with English Abstract]
14. Mardani H, Bayat H, Azizi M (2011) Effects of salicylic acid application on morphological and physiological characteristics of cucumber seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought stress. *Journal of Horticultural Science* 25(3): 320-326. [in Persian with English Abstract]
15. Masoumi A, Kafi M, Nabati J, Khazaei HR, Davari K, Zare Mehrgerdi M (2012) Effect of drought stress on leaf water status, electrolyte leakage, photosynthesis parameters and chlorophyll fluorescence of two kochia ecotypes (*Kochia scoparia*) irrigated with saline water. *Iranian Journal of Field Crops Research* 10(3): 476-484. [in Persian with English Abstract]
16. Mazaheri Tirani M, Kalantari KM (2007) The effects of salicylic acid on some growth and biochemical parameters of *Brassica napus* L. under water stress. *Research Journal of University of Isfahan Science* 28(2): 55-66. [in Persian with English Abstract]
17. Moradi R, Rezvani Moghaddam P (2010) The effects of seed pre-priming with salicylic acid under salinity stress on germination and growth characteristics of *Foeniculum vulgare* Mill (Fennel). *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(3): 489-500. [in Persian with English Abstract]

18. Naghizadeh M, Kabiri R (2017) Effect of foliar application of salicylic acid on some of physiological characteristics of corn (*Zea mays* L.) under drought stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 9(4): 315-327. [in Persian with English Abstract]
19. Nazabeygi E, Baliuchi N (2011) Effect of salicylic acid and sodium chloride on the activity of catalase and peroxidase enzymes in two rapeseed cultivars. *Journal of Crop Ecophysiology* 3(3): 196-204. [in Persian with English Abstract]
20. Nourafcan H (2018) Effect of salicylic acid on morpho-physiological characteristics of lemon verbena in *in vitro* and field conditions. *Journal of Crop Ecophysiology* 12(2(46)): 303-316. [in Persian with English Abstract]
21. Panahi P, Pourhashemi M, Hasaninejad M (2013) Comparison of specific leaf area in three native oaks of zagros in national botanical garden of Iran. *Iranian Forests Ecology* 1(2): 12-26. [in Persian with English Abstract]
22. Panahinia M, Sanikhani M, Kheiri A (2016) Morphological characteristics and essential oil production of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under application of nitrogen and iron. *Agricultural Science and Sustainable Production* 26(4): 157-166. [in Persian with English Abstract]
23. Pashangeh Z, Shamili M (2018) Ameliorating negative impacts of salinity on physiological characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) by application of gibberellic acid. *Journal of Plant Process and Function Iranin Society of Plant Physiology* 7(23): 85-96. [in Persian with English Abstract]
24. Pirasteh-Anosheh H, Emam Y, Rousta MJ, Hashemi SE (2017) Effect of salicylic acid on biochemical attributes and grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Nosrat) under saline conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences* 18(3): 232-244. [in Persian with English Abstract]
25. Rezayatmand Z, Ali Khavari-Nejad R, Asghari Gh (2013) The effect of salicylic acid on some of physiological and biochemical parameters of *Artemisia aucheri* Boiss. under salt stress. *Iranian journal of plant biology* 5(16): 57-70. [in Persian with English Abstract]
26. Seyed Sharifi R, Kamari H; Nagafi Gh (2017) Effects of nano zinc oxide and soil salinity on contribution of stem reserves in grain yield, leaf appearance rate and some growth indices of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences* 10(1): 119-137. [in Persian with English Abstract]
27. Shekari F, Pakmehr A, Rastgoo M, Vazayefi M, Goreishi Nasab MJ (2010) Effect of salicylic acid seed priming on some physiological traits of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit at podding stage. *Journal of Crop Ecophysiology* 4(13): 13-30. [in Persian with English Abstract]
28. Shokouhfar AR, Haji Sharafi GH (2009) Effect of salt stress on yield and growth parameter of sugarcane. *Journal of agronomy and plant breeding* 5(1): 19-30. [in Persian with English Abstract]
29. Tohidi M, Falahi R (2016) Evaluation of yield and yield components of maize by foliar application of salicylic acid. *Journal of Crop Ecophysiology* 10(3): 645-656. [in Persian with English Abstract]

Effect of salicylic acid on improving morpho-physiological traits of basil under salinity stress



Agroecology Journal

Vol. 14, No. 4 (33-43)
(winter 2019)

Hassan Nourafcan[✉]; Farinaz Angooti

Department of Horticulture, College of Agriculture, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

✉ hassannourafcan@gmail.com (corresponding author)

Received: 04 July 2018

Accepted: 09 January 2019

Abstract Salinity is one of the most important and common environmental stresses on plants. On the other hand, salicylic acid is effective as a plant growth regulator on inducing mechanisms in plant resistance enhancement against biotic and abiotic stresses. A pot experiment was conducted as factorial based on completely randomized design to evaluate the effect of salicylic acid on improving morpho-physiological indices of basil under salt stress. Seedlings with six to eight leaves were sprayed by salicylic acid at concentrations of 0.1, 0.5 and 1 mM before salinity stress application and continued for three weeks. The salinity stresses were applied by irrigation of plants with saline solutions at concentrations of 20, 40 and 80 mM of sodium chloride. At flowering stage, plant height, stem diameter, leaf length and width, leaf and inflorescence number, leaf, stem, and root fresh and dry weight, the longest inflorescence and root and internode length, stem node number, leaf, stem and root dry weight percentage, leaf electrolyte leakage, relative humidity, leaf chlorophyll index, leaf area index and special leaf area were measured. Salinity stress reduced leaf length and width, leaf area index, branch nodes number, stem diameter, root fresh and dry weight, stem dry weight, special leaf area and increased leaf electrolyte leakage and leaf number. In contrast, using salicylic acid was effective in reducing of the adverse impacts of salinity stress in most of the traits. Also, salicylic acid spraying had more compensatory effect on salinity stress at concentrations of 0.1 and 0.5 mM. Therefore, salicylic acid spraying can be recommended as a constructive approach to prevent adverse impacts in basil under salinity stress conditions.

Keywords

- ◆ Abiotic stress
- ◆ elicitor
- ◆ growth regulators
- ◆ hormones like materials

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.545918

