اثرات کاربرد خارجی سالیسیلیک‌اسید بر رشد و برخی صفات مرفوفیزیولوژیک نیشکر تحت شرایط شوری

فاطمه چارلنگ‌بدیل[۱]، مهرشاد براری*[۲]، محمود شمیلی[۳] و زهرا طهماسبی[۴]

۱) دانش آموخته گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۳) استادیار گروه به‌زراعی، مؤسسه تحقیقات آموزش و توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، اهواز، ایران.
۴) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

* **نویسنده مسئول:** Bararym@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۰۶ **تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۰۸**

چکیده

در این تحقیق اثر سالیسیلیک‌اسید بر رشد و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) واریته CP69-1062 تحت تنش شوری مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تحت شرایط گلخانه‌ای در مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر خوزستان، در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح شوری آب آبیاری (۱>، ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) و چهار غلظت سالیسیلیک‌اسید (صفر، ۰/۵، یک و ۱/۵ میلی‌مولار) بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد سالیسیلیک‌اسید در فاز رویشی به‌صورت محلول‌پاشی موجب بهبود وزن خشک اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ، محتوای کلروفیل، و کاهش سدیم و کلر گردید. تیمار محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید با غلظت یک میلی‌مولار به‌ترتیب موجب افزایش ۶/۷۰، ۵/۰۵ و ۵۵/۸۰ درصدی وزن خشک اندام هوایی، درصد محتوای نسبی آب برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ و کاهش ۱۵ و ۱۵/۷۸ درصدی سدیم برگ و کلر برگ در مقایسه با عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید (شاهد) شد. نسبت پتاسیم به سدیم برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن خشک اندام هوایی ($r = ۰/۷۸^{**}$)، محتوای نسبی آب برگ ($r = ۰/۶۶^{**}$)، کلسیم برگ ($r = ۰/۷۰^{**}$)، همبستگی منفی و معنی‌داری با سدیم برگ ($r = -۰/۸۵^{**}$)، کلر برگ ($r = -۰/۸۰^{*}$)، داشت. سالیسیلیک‌اسید در غلظت ۱/۵ میلی‌مولار به دلیل تغییر صفات فیزیولوژیک گیاه نسبت به تیمار ۰/۵ و یک میلی‌مولار اثر مثبت کم‌تری در شرایط تنش شوری داشت. نتایج نشان می‌دهد که کاربرد سالیسیلیک‌اسید با غلظت یک میلی‌مولار در لیتر در کاهش عوارض تنش شوری مؤثر بوده و در شرایط آب و خاک مشابه کاربرد آن در نیشکر به‌صورت محلول‌پاشی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سالیسیلیک‌اسید، شوری، محلول‌پاشی، نیشکر.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

مقدمه

بر اساس پیش‌بینی‌ها، جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ به ۸ میلیارد نفر و تا سال ۲۰۵۰ به ۸/۹ میلیارد نفر می‌رسد. سالانه حدود ۸۰ میلیون نفر به جمعیت جهان افزوده می‌شود و ۹۷ درصد افزایش جمعیت جهان در کشورهای در حال توسعه خواهد بود. بنابراین، تا سال ۲۰۲۵ نیاز به تولید غذا دو برابر خواهد شد. این پدیده موجب افزایش فشار به محیط زیست می‌شود. افزایش جمعیت جهان با افزایش تقاضا برای آب همراه است و منابع آب جهان در اثر پدیده‌هایی چون گرم شدن زمین، خشکسالی‌ها و دلایل مختلف دیگر روبه کاهش است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش‌های غیرزنده عامل کاهش ۷۱ درصدی عملکرد محصولات زراعی در سطح جهان بوده و در این خصوص تنش خشکی ۱۷ درصد، شوری ۲۰ درصد، دمای بالا ۴۰ درصد، دمای پایین ۱۵درصد، و سایر عوامل ۸ درصد، کاهش در عملکرد را سبب می‌شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). بر اساس آمار موجود، در سطح جهانی، ایران پس از چین، هند و پاکستان بیش‌ترین درصد اراضی شور را به خود اختصاص داده است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش شوری اثر متفاوتی بر فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان مانند افزایش میزان تنفس، سمیت یونی، تغییر در رشد گیاه، توزیع عناصر، بی‌ثباتی غشا، نفوذپذیری غشا و کاهش فتوسنتز دارد که می‌تواند مربوط به تجمع یون‌ها و سمیت مربوط باشد (Munns and Tester, 2008). نیشکر گیاه زراعی مختص مناطق گرمسیری مرطوب می‌باشد، اما به دلیل تقاضای روز افزون برای شکر، کشت و کار آن به سرعت به مناطق نیمه‌گرمسیری خشک و نیمه‌خشک گسترش یافته است. در این مناطق به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی خاک و شور بودن آب آبیاری و بر اثر تبخیر، نمک در سطح خاک تجمع یافته و منجر به شور شدن خاک می‌شود (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۸). Nelson و Ham (۲۰۰۰) معتقدند که نیشکر جزء گیاهان نسبتاً حساس به شوری با حد آستانه ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. Raskin و همکاران (۱۹۹۰) گزارش دادند که سالیسیلیک‌اسید ($C_7H_6O_3$) باید در زمره هورمون‌های گیاهی دسته‌بندی شود. سالیسیلیک‌اسید یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید[1] یک تنظیم‌کننده رشد درونی طبیعی می‌باشد، و به گروهی از ترکیبات فنلی تعلق داشته و از نام Salix (بید) مشتق شده است (Hayat *et al*., 2010). گزارش شده است که سالیسیلیک‌اسید در گیاهانی که تحت تنش‌های محیطی قرار دارند نقش حفاظتی دارد و یک ترکیب فنلی شبه هورمون می‌باشد که به‌عنوان یک تنظیم‌کننده داخلی نقش مهمی را در سازوکارهای دفاع در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده بازی می‌کند (Hayat *et al*., 2010; Dawood *et al*., 2012). هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد خارجی سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت مانند کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسیدازدیسموتاز در پاسخ به شوری در گیاهان شده است (Yusuf *et al*., 2008). برخی از مواد شیمیایی از جمله سالیسیلیک‌اسید به‌عنوان

[1] Orto-hydroxy benzoic acid

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

مولکول‌های علامت‌دهنده اثر گذاری‌های مطلوبی بر رشد و گسترش گیاهان داشته است. راهکارهای مختلفی برای به حداکثر رساندن رشد نیشکر تحت شرایط تنش شوری به کار گرفته شده است از جمله: آب‌شویی نمک‌ها، مدیریت زراعی و افزایش تحمل به شوری از طریق شیوه‌های نوین اصلاح مولکولی. هم‌چنین روش‌های دیگری برای غلبه بر این تنش شوری در نظر گرفته شده است که شامل مدیریت مناسب در کاربرد خارجی تنظیم کننده‌های رشد می‌باشد (Ghorbani *et al*., 2011). هدف از اجرای این تحقیق بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید بر برخی ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک و استقرار گیاهچه نیشکر تحت تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ در یکی از گلخانه‌های مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر صنایع جانبی خوزستان واقع در ۴۵ کیلومتری جاده اهواز- خرمشهر، با عرض جغرافیایی °۳۱ و ´۳۰ شمالی و طول جغرافیایی °۴۸ و ´۴۵ شرقی با ارتفاع ۱۵ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه شیمیایی خاک و آب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های خاک مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	رس(درصد)	سیلت (درصد)	شن(درصد)	pH	هدایت الکتریکی خاک (دسی‌زیمنس بر متر)
لوم رسی شنی	۲۳	۱۷	۶۰	۷/۶۳	۱/۸۶

جدول ۲: ویژگی‌های کیفی آب استفاده شده در آبیاری

بیکربنات (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	سولفات (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	کلر (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	پتاسیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	سدیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	منیزیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	کلسیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	pH	EC آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)
۰/۸	۲/۵	۳	۰/۵۱	۸/۳	۱/۹	۲/۰۲	۷/۳۱	< ۱
۱/۶	۵/۳۴	۱۲	۰/۴۴	۲۵/۵	۳/۹	۵/۶۸	۷/۴	۳
۴/۲	۱۹/۱۴	۲۷	۱/۲۷	۸۲/۲	۴/۷۲	۶/۴۰	۷/۵	۶

میزان روشنایی در گلخانه محل انجام آزمایش معادل ۱۲۰۰ لوکس و میزان رطوبت نسبی حدود ۷۰ درصد و دما بین ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد بود. به منظور فراهم کردن زهکش مناسب، گلدان‌ها ابتدا با مقداری شن درشت و سپس با خاک پر شدند. پس از پر کردن گلدان‌ها و آماده‌سازی گلدان‌ها، در هر گلدان سه گیاهچه کاشته شد. ارتفاع گلدان‌های مورد استفاده ۴۸ سانتی‌متر با قطر فوقانی ۳۵ سانتی‌متر و دارای حجم ۲۵ لیتر بودند .(Hussein *et al*., 2007) گیاهچه‌های مورد نیاز از طریق کشت بافت و در مدت شش ماه تولید شدند. تولید گیاهچه ها شامل مراحل زیر بود: ۱) کشت جوانه‌های جانبی ۲) انتقال به محیط کشت تکثیری ۳) انتقال شاخساره‌ها به محیط ریشه‌زایی ۴) انتقال به فضای گلخانه‌ای ۵) انتقال به گلدان‌های اصلی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

مرحله اعمال تیمارها به شرح ذیل انجام شد: الف) سطوح شوری با استفاده از زه‌آب‌های کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب اهواز و پس از رقیق کردن با آب آبیاری و رساندن آن به شوری مورد نظر تهیه شد. توضیح آن که دلیل استفاده از زه‌آب مزارع نیشکر در حال آب‌شویی، داشتن ترکیب شیمیایی مشابه با شوری خاک‌های منطقه بود. شوری زه‌آب خروجی از گلدان‌ها در هر بار آبیاری با آب شور به‌وسیله EC متر اندازه‌گیری شد. در این آزمایش سه سطح شوری آب آبیاری شامل (S_0) ECw <۱، (S_1) ECw = ۳ و (S_2) ECw = ۶ دسی‌زیمنس بر متر بعد از استقرار گیاه اعمال شد. مدت اعمال تنش شوری از اوایل آذر ماه ۱۳۹۱ لغایت پایان تیر ماه ۱۳۹۲ بوده است. میزان آب آبیاری بعد از به‌دست آوردن میزان FC و PWP خاک که به‌ترتیب برابر با ۲۰ و ۱۱ درصد بود و با دستگاه صفحات فشاری[1] اندازه‌گیری شد، به‌دست آمد.

ب) تیمار سالیسیلیک‌اسید (شرکت مرک[2] آلمان) (با جرم مولکولی ۱۳۸/۱۲ و چگالی ۱/۴۴۳ گرم بر سانتی‌متر معکب)، به‌صورت محلول‌پاشی برگی در چهار غلظت صفر، ۰/۵، یک و ۱/۵ میلی‌مولار، به کمک پاشش دستی دو بار ، در مرحله دو برگی و دومی هم دو هفته بعد انجام شد (Khan *et al*., 2010). بوته‌های هر گلدان تا خیس شدن کامل سطح برگ گیاهان پاشیده شد. لازم به ذکر است به منظور افزایش قدرت جذب سطحی به هر محلول مورد استفاده چند قطره توین-۲۰[3] به‌عنوان مویان[4] نیز اضافه شد. ۴۸ ساعت بعد از تیمار تنش شوری تیمار سالیسیلیک‌اسید به‌صورت کاربرد برگی در مرحله دو برگی اعمال شد (Hussein *et al*., 2007).

ارتفاع و وزن خشک گیاه

ارتفاع گیاه در مرحله قبل از به ساقه رفتن به‌وسیله خط‌کش و از سطح خاک تا انتهای جوانه انتهایی اندازه‌گیری شد. وزن خشک نیز در همین مرحله و با قطع تمام اندام‌های هوایی از سطح خاک و پس از اینکه در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۵ درجه خشک شدند با ترازوی دیجیتال و با دقت یک هزارم انجام شد.

اندازه‌گیری یون‌های سدیم، پتاسیم، کلر و کلسیم

برای بررسی جذب عناصر غذایی ابتدا اندام هوایی گیاه برداشت شده و سپس نمونه‌ها درون پاکت کاغذی قرار داده شد. نمونه‌های گیاهی را برای مدت ۴۸ ساعت جهت خشک شدن در آون و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس توسط دستگاه آسیاب پودر کرده و پس از گذراندن از الک ۰/۲ میلی‌متری پودر حاصله برای اندازه‌گیری عناصر یونی سدیم، کلر و کلسیم، استفاده شد. سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و میزان کلر با روش تیتراسیون به‌وسیله نیترات نقره و کلسیم با روش تیتراسیون با EDTA[5] اندازه‌گیری گردید. (Shomeili *et al*., 2010).

[1] Pressure plates
[2] Merck
[3] Tween- 20
[4] Surfactant
5 Ethylene diamine tetra acetic acid

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

اندازه‌گیری کلروفیل a و کلروفیل b

برای تعیین محتوای کلروفیل برگ از استون استفاده شد میزان جذب نور عصاره با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (که روی طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۴ نانومتر برای کلروفیل b تنظیم شده بود) اندازه‌گیری شد، در نهایت میزان کلروفیل a و کلروفیل b بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر نمونه از روابط زیر به‌دست آمد (Arnon, 1967).

رابطه ۱: کلروفیل a = ۱/۰۷ ($A_{۶۶۳}$) – ۰/۰۹۴ ($A_{۶۴۴}$)

رابطه ۲: کلروفیل b = ۱/۷۷ ($A_{۶۴۴}$) – ۰/۲۸۰ ($A_{۶۶۳}$)

محتوای نسبی آب برگ

برای تعیین محتوای نسبی آب برگ، بعد از جدا نمودن برگ‌ها (یک گرم) از گیاه توزین شدند (وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر (جهت آب‌گیری کامل) در محیط آزمایشگاهی با دمای تقریبی ۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید و مجدداً توزین شدند (وزن اشباع). پس از آن برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون الکتریکی قرار داده شدند و مجدداً توزین شدند تا وزن خشک به‌دست آید و درصد محتوای نسبی آب برگ از رابطه ۳ محاسبه گردید (Diaz-Perez *et al*., 2006).

رابطه ۳: درصد محتوای نسبی آب برگ = (وزن تر – وزن خشک) / (وزن اشباع – وزن خشک) ×۱۰۰

محاسبه‌های آماری

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور شوری آب و سالیسیلیک‌اسید در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. محاسبه‌های آماری به کمک نرم‌افزار SAS نسخه‌ی ۹/۵ و گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. ضرایب همبستگی به‌وسیله نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید. هم‌چنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

اثر تنش شوری بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش تنش شوری ارتفاع گیاه کاهش یافت. اثر سالیسیلیک‌اسید بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت در سطح پنج درصد آماری معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان ارتفاع گیاه با میانگین ۳۷/۶۰ سانتی‌متر در تیمار یک میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید و شرایط شوری آب

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

آبیاری ۱> EC_W دسی‌زیمنس بر متر و کم‌ترین میزان آن با میانگین ۲۵/۲۰ سانتی‌متر در تیمار ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید و شرایط شوری آب آبیاری شش دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد. در این تحقیق با افزایش تنش شوری ارتفاع گیاه کاهش یافت (جدول ۴).

جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سالیسلیک‌اسید و سطوح مختلف شوری بر صفات اندازه‌گیری شده CP69-1062 در نیشکر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته	وزن خشک اندام هوایی	محتوای نسبی آب بر گ	کلروفیل a	کلروفیل b
شوری	۲	۱۹۶/۳۵**	۱۳۷۸۹/۱۱**	۳۴۷/۲۵**	۰/۱۸۲ **	۰/۰۴۵ **
سالیسیلیک‌اسید	۳	۲۷/۲۳**	۲۱۱/۵۹**	۲۵۴/۹۱**	۰/ ۰۱۴ **	۰/۰۰۴ **
شوری * سالیسیلیک‌اسید	۶	۲/۹۲*	۹۸/۴۷**	۲۵/۹۱*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
خطای آزمایشی	۲۴	۱/۲۰	۱۶	۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۳/۵۴	۵/۲۲	۴/۰۹	۸/۳۵	۷/۹۴

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۴: نتایج برهمکنش سطوح مختلف شوری و سالیسلیک‌اسید بر صفات مختلف نیشکررقم CP69-1062

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	کلروفیلa (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	سدیم برگ (درصد از وزن خشک)	پتاسیم برگ (درصد از وزن خشک)	کلسیم برگ (درصد از وزن خشک)	کلر برگ (درصد از وزن خشک)	نسبت پتاسیم به سدیم برگ
SA1S0	۳۲/۹۰b	۰/۷۷a	۰/۳۸ab	۰/۱۹bcd	۲/۶۰bcd	۰/۲۷a	۰/۶۶abc	۱۳/۶۵d
SA2S0	۳۴/۵۰b	۰/۸۱a	۰/۴۰a	۰/۱۶ab	۲/۹۰ab	۰/۲۷a	۰/۵۷ab	۱۸/۶۵b
SA3S0	۳۷/۶۰a	۰/۸۳a	۰/۴۱a	۰/۱۴a	۳/۱۵a	۰/۲۸a	۰/۵۴a	۲۳/۰۱a
SA4S0	۳۳/۷۰b	۰/۷۸a	۰/۳۹a	۰/۱۷abc	۲/۹۶ab	۰/۲۷a	۰/۵۴a	۱۷/۶۶b
SA1S1	۳۰/۱۰c	۰/۶۳cd	۰/۳۲cd	۰/۲۱d	۲/۰۵ef	۰/۲۳ab	۰/۷۴edc	۹/۹۷f
SA2S1	۳۲/۹۰b	۰/۶۷bc	۰/۳۴bc	۰/۲۰cd	۲/۶۰bcd	۰/۲۶a	۰/۵۹ab	۱۳/۳۳d
SA3S1	۳۳/۷۰b	۰/۷۴ab	۰/۳۷ab	۰/۱۷abc	۲/۶۴bc	۰/۲۶a	۰/۵۸ab	۱۵/۶۳c
SA4S1	۲۹/۵۰c	۰/۵۷de	۰/۲۸de	۰/۲۰cd	۲/۳۳cde	۰/۲۴ab	۰/۷۰bcd	۱۱/۷۵e
SA1S2	۲۵/۵۰ef	۰/۵۵ed	۰/۲۷de	۰/۲۲d	۱/۸۰f	۰/۲۰b	۰/۸۸f	۸/۲۱g
SA2S2	۲۸/۶۰cd	۰/۶۱cde	۰/۳۰cde	۰/۲۱d	۲/۳۶cde	۰/۲۴ab	۰/۷۷cdef	۱۱/۴۷e
SA3S2	۲۷/۳۰de	۰/۵۴de	۰/۲۷de	۰/۲۱d	۲/۲۵de	۰/۲۳ab	۰/۸۲def	۱۰/۹۵ef
SA4S2	۲۵/۲۰f	۰/۵۱e	۰/۲۵e	۰/۲۰cd	۲/۱۸e	۰/۲۰b	۰/۸۴ef	۱۰/۰ef

(S0) EC_W< 1 dS/m، (S1) EC_W = 3 dS/m و (S2) EC_W = 6 dS/m

SA1= 0 mM، SA2 = 0.5 mM ، SA3 = 1 mM و SA4 = 1.5 mM

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می‌باشد.

کاهش ارتفاع در شرایط شوری احتمالاً به دلیل کاهش پتانسیل آب گیاه و هم‌چنین کاهش ارتفاع گیاه بر اثر شوری در اثر کوتاه شدن میان‌گره‌ها بوده است که این کاهش در اثر کم شدن رشد سلولی و تعداد سلول‌ها در اثر شوری می‌باشد و با گزارش Hussain و همکاران (۲۰۰۴) و Akhtar و همکاران (۲۰۰۳) در گیاه نیشکر مطابقت دارد. تحت تنش شوری تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها کاهش می‌یابد، و موجب کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد، به نظر می‌رسد که سالیسیلیک‌اسید طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم می‌کند و سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش ارتفاع شده است (Hussain *et al*., 2004). نسبت آبسزیک‌اسید به اکسین یک شاخص بسیار مهم در تحمل

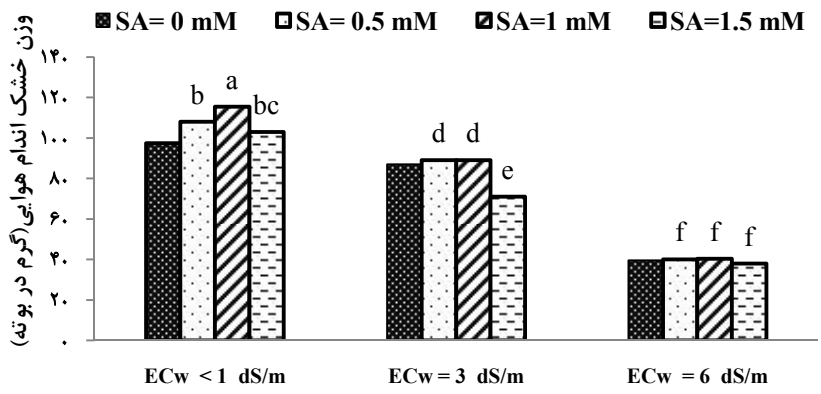
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

به تنش شوری می‌باشد. این نسبت تحت شرایط شوری بیش‌تر است، اما احتمالاً کاربرد سالیسیلیک‌اسید به‌طور معنی‌داری باعث کاهش نسبت آبسزیک‌اسید به اکسین شده است. به نظر می‌رسد نسبت پایین آبسزیک‌اسید به اکسین ناشی از تعادل بین دو هورمون می‌باشد که به‌وسیله سالیسیلیک‌اسید تنظیم شده است و باعث افزایش رشد تحت شرایط تنش شده است (Fahad and Bano, 2012). گزارش شد، که کاربرد خارجی سالیسیلیک‌اسید در ذرت تحت شرایط شور و یا غیرشور به‌طور معنی‌داری رشد را افزایش داده است (Gunes *et al*., 2007). کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید در افزایش رشد گندم بهاره و محصول گندم تحت تنش شوری مؤثر است (Afzal *et al*., 2006; Arfan, 2009).

وزن خشک اندام هوایی

اثر تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید و هم‌چنین برهمکنش آن‌ها بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳؛ شکل ۱). گزارش شده است در اثر تنش شوری ارتفاع گیاه، رشد برگ و سطح برگ کاهش می‌یابند زیرا تجمع ماده خشک حاصل از فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتزکننده گیاهی می‌باشد. کاهش وزن اندام هوایی ممکن است در اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی باشد (Fahad and Bano, 2012).



شکل ۱: برهمکنش سطوح مختلف شوری (EC_w) و سالیسیلیک‌اسید (SA) بر وزن خشک اندام هوایی نیشکر رقم CP69-1062

افزایش غلظت یون سدیم و کاهش یون پتاسیم در برگ گیاهان زراعی تحت اثر تنش شوری و اثر منفی این فرآیند بر فتوسنتز و وزن خشک گیاه نیشکر توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Akhtar *et al*., 2001; Gandonou *et al*., 2011). گزارش شده است در گیاهان تیمارشده با سالیسیلیک‌اسید میزان فتوسنتز کل گیاه افزایش یافته و باعث تجمع ماده خشک در گیاه شده است (Singh and Usha, 2012). اثرات بهبوددهنده با سالیسلیک‌اسید در تحمل به شوری

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

در خیلی از گیاهان مانند لوبیا، جو و ذرت دیده شده است (Azooz, 2009; El-Tayeb, 2009; Gunes *et al.*,2007). تحقیقات مشابه نشان داده است که همبستگی منفی و معنی‌داری بین صفت وزن خشک اندام هوایی با صفاتی مانند کلر برگ، سدیم برگ، نسبت سدیم به پتاسیم وجود دارد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به جدول ۵، وزن خشک اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی‌داری با محتوای نسبی آب برگ (r=۰/۶۴**)، نسبت پتاسیم به سدیم برگ (r = ۰/۷۸ **) و همبستگی منفی و معنی‌داری با سدیم برگ (r =-۰/۵۸ **) و کلر برگ (r = -۰/۷۷ **) دارد (جدول ۵).

جدول ۵: همبستگی صفات مورد بررسی نیشکر رقم CP69-106

صفات	ارتفاع	وزن خشک اندام هوایی	محتوای نسبی آب برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	سدیم برگ	پتاسیم برگ	کلسیم برگ	کلر برگ
وزن خشک اندام هوایی	۰/۹۲**								
محتوای نسبی آب برگ	۰/۷۴**	۰/۶۴**							
کلروفیل a	۰/۸۲**	۰/۸۰**	۰/۸۸**						
کلروفیل b	۰/۸۳**	۰/۸۱**	۰/۸۸**	۰/۹۹**					
سدیم برگ	-۰/۶۴**	-۰/۵۸**	-۰/۶۶**	-۰/۸۶**	-۰/۸۶**				
پتاسیم برگ	۰/۸۵**	۰/۷۸**	۰/۴۸**	۰/۶۰**	۰/۶۱**	-۰/۴۷**			
کلسیم برگ	۰/۶۶**	۰/۶۰**	۰/۸۳**	۰/۸۶**	۰/۸۶**	-۰/۸۴**	۰/۴۱**		
کلر برگ	-۰/۸۰**	-۰/۷۷**	-۰/۷۸**	-۰/۹۲**	-۰/۹۲**	۰/۸۶**	-۰/۵۸**	-۰/۸۸**	
نسبت پتاسیم به سدیم برگ	۰/۸۷**	۰/۷۸**	۰/۶۶**	۰/۸۳**	۰/۸۴**	-۰/۸۵**	۰/۸۴**	۰/۷۰**	-۰/۸۰**

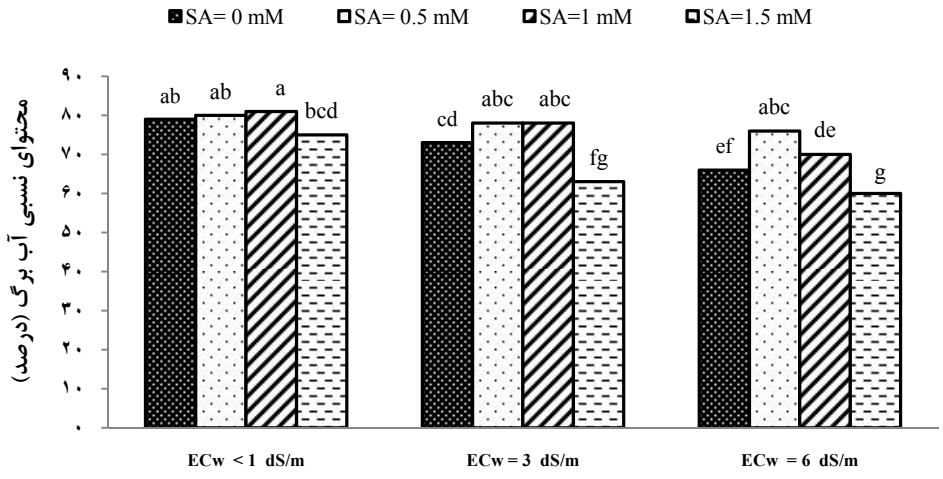
ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

محتوای رطوبت نسبی برگ

اثر تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC) در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). هم‌چنین برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت در سطح پنج درصد آماری معنی‌دار شد (شکل ۲). یکی از شاخص‌های نشان‌دهنده وضعیت آب گیاه، محتوای نسبی آب بافت گیاهی می‌باشد. گزارش شده است تیمار سالیسیلیک‌اسید به تولید اسمولیت‌ها جهت حفظ فشار اسمزی گیاه در تنش شوری کمک می‌کند. تولید اسمولیت‌ها منجر به کاهش فشار اسمزی داخل سلول شده که هم به حفظ آب داخل سلول کمک کرده و مانع پسابیدگی (دهیدراسیون) سلول می‌شود و هم با کمک به جذب آب از محلول خاک باعث افزایش فشار آماس و میزان محتوای نسبی آب برگ می‌شود. کاهش میزان محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش مربوط به انسداد روزنه‌ها می‌باشد و علت انسداد روزنه‌ها را تجمع هورمون آبسزیک‌اسید می‌دانند که در شرایط تنش در ریشه ساخته شده و در سلول‌های روزنه‌ای تجمع می‌یابد (Levent Tuna *et al.*, 2007). گزارش شده است کاربرد سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش محتوای رطوبت نسبی برگ شده است که به نظر می‌رسد دلیل احتمالی آن افزایش محلول‌های سازگار و در نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی گیاهان که سبب افزایش جذب آب در محیط‌های نامساعد می‌شود، باشد (Levent Tuna *et al.*, 2007). این موضوع با نتایج Hussain و همکاران (۲۰۱۰) در ارزن مرواریدی و Levent Tuna و همکاران (۲۰۰۷) در ذرت مطابقت دارد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]



شکل ۲: برهمکنش سطوح مختلف شوری (EC_W)و سالیسیلیک‌اسید (SA) بر محتوای رطوبت نسبی برگ نیشکر رقم CP69-1062

تغییرات کلروفیل a برگ

اثر تنش شوری بر میزان کلروفیل a برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش تنش شوری میزان کلروفیل a در برگ‌ها کاهش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل a برگ با میانگین ۰/۸۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر، و کم‌ترین میزان آن با میانگین ۰/۵۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌ترتیب در شرایط تنش $EC_W < ۱$ dS/m و $EC_W = ۶$ dS/m به‌دست آمد (جدول ۶).

جدول ۶: نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف گیاه نیشکر رقم CP69-1062 تحت اثر سطوح مختلف سالیسیلیک‌اسید و سطوح مختلف تنش شوری

تیمارهای آزمایشی	سدیم برگ (درصد از وزن خشک)	کلر برگ (درصد از وزن خشک)	کلسیم برگ (درصد از وزن خشک)	پتاسیم برگ (درصد از وزن خشک)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
سطوح مختلف شوری (دسی‌زیمنس بر متر)						
کوچکتر از ۱	۰/۱۶^{a}	۰/۵۷^{a}	۰/۲۷^{a}	۲/۹۰^{a}	۰/۸۰^{a}	۰/۴۰^{a}
۳	۰/۱۹^{b}	۰/۶۵^{b}	۰/۲۴^{b}	۲/۴۰^{b}	۰/۶۵^{b}	۰/۳۳^{b}
۶	۰/۲۱^{b}	۰/۸۲^{c}	۰/۲۱^{c}	۲/۱۴^{c}	۰/۵۵^{c}	۰/۲۸^{c}
سطوح مختلف سالیسیلیک‌اسید (میلی‌مولار)						
۰	۰/۲۰^{b}	۰/۷۶^{b}	۰/۲۳^{a}	۲/۱۵^{b}	۰/۶۵^{ab}	۰/۳۲^{ab}
۰/۵	۰/۱۹^{a}	۰/۶۴^{a}	۰/۲۵^{a}	۲/۶۲^{a}	۰/۷۰^{a}	۰/۳۵^{b}
۱	۰/۱۷^{a}	۰/۶۴^{a}	۰/۲۵^{a}	۲/۶۸^{a}	۰/۷۰^{a}	۰/۳۵^{b}
۱/۵	۰/۱۹^{ab}	۰/۶۹^{ab}	۰/۲۳^{a}	۲/۴۹^{a}	۰/۶۲^{b}	۰/۳۱^{a}

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان کلروفیل a برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیش‌ترین میزان کلروفیل a برگ با میانگین ۰/۷۰ میلی‌گرم درگرم وزن تر در تیمار ۰/۵ میلی‌مولار، به‌دست آمد که از لحاظ آماری اختلاف

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

معنی‌داری با یک میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید نداشت و کم‌ترین میزان آن با میانگین ۰/۶۲ میلی‌گرم درگرم وزن تر در تیمار ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید به‌دست آمد (جدول ۶). برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۴).

تغییرات کلروفیل b برگ

اثر تنش شوری بر میزان کلروفیل b برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش تنش شوری میزان کلروفیل b در برگ‌ها کاهش یافت. اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان کلروفیل b برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۳). برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۳). تنش شوری تأثیرات متفاوتی بر فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان مانند افزایش میزان تنفس، سمیت یونی، تغییر در رشد گیاه، توزیع عناصر، بی‌ثباتی غشا، نفوذپذیری غشا و کاهش فتوسنز دارد. میزان کلروفیل به‌عنوان وضعیت متابولیک سلولی در نظر گرفته می‌شود و کاهش در میزان کلروفیل تحت تنش شوری می‌تواند مربوط به تجمع یون‌ها و سمیت مربوطه باشد (Munns and Tester, 2008). بررسی غلظت کلروفیل در شرایط تنش شوری یکی از سازوکارهای انتخاب ارقام متحمل به شوری گیاهان زراعی است (Munns, 2002). کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم مؤثر در میزان ظرفیت فتوسنتزی گیاه به شمار می‌رود و افزایش شوری موجب کارایی ضعیف برگ‌ها در انجام فتوسنتز و تشدید صدمات تنش می‌شود. بنابراین، کاهش صفات رویشی را می‌توان به کاهش میزان مواد فتوسنتزی برای تأمین رشد سبزینه‌ای نسبت داد. تنش شوری منجر به افزایش غلظت آبسزیک‌اسید و اتیلن می‌شود که تحریک‌کننده آنزیم کلروفیلاز هستند و به این ترتیب کلروفیل تحت تأثیر این آنزیم تجزیه می‌شود (Orabi *et al*., 2010). از مهم‌ترین دلایل کاهش کلروفیل در اثر تخریب آن‌ها به‌وسیله گونه‌ها ی فعال اکسیژن[1] می‌باشد از طرف دیگر رقابت و پیشی گرفتن آنزیم گلوتامیل‌کیناز به هنگام تنش شوری از آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) باعث می‌شود تا پیش ساز گلوتامات بیش‌تر به مصرف اسید آمینه‌ها به‌ویژه پرولین برسد. بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود (Gibon *et al*., 2000). هم‌چنین یکی از عوارض تنش شوری کاهش جذب عناصر است. از جمله این عناصر می‌توان به آهن و منیزیم و نیتروژن اشاره کرد که در ساختمان کلروفیل نقش حیاتی دارند. Fahad و Bano (۲۰۱۲) اظهار داشتند کاربرد سالیسلیک‌اسید سبب افزایش در میزان کلروفیل شده است. سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌ها مانند سوپراکسیداز دیسموتاز و پراکسیداز شده است و سبب افزایش تحمل گیاه به تنش اکسیداتیو ایجاد شده توسط گونه‌های فعال اکسیژن شده است (Fahad and Bano, 2012).

[1] Reaction Oxygen Species

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

سدیم برگ

اثر تنش شوری بر سدیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان سدیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۷). سدیم یکی از عناصری است که در اثر شوری غلظت آن هم در خاک و هم در گیاه افزایش می‌یابد. با افزایش تنش شوری میزان سدیم در برگ افزایش یافت. افزایش میزان سدیم در برگ در اثر شوری توسط محققان زیادی گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به Gandonou و همکاران (۲۰۱۱) و Plaut و همکاران (۲۰۰۰) در نیشکر اشاره کرد. Ashraf و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند، که محتوای یون سدیم گیاهان نیشکر با افزایش شوری افزایش یافت و واریته‌هایی که سدیم بیش‌تری را تجمع داده بودند کاهش بیش‌تری را در رشد و تجمع ماده خشک داشتند. واریته‌های متحمل کم‌ترین تجمع سدیم در برگ و بیش‌ترین تجمع ماده خشک را داشتند (Ashraf *et al*., 2007). گزارش شده است که تنش شوری به دلیل افزایش غلظت یون سدیم در برگ سبب کاهش کلروفیل و فتوسنتز گیاه شده و سالیسیلیک‌اسید از طریق افزایش کلروفیل و فعالیت آنزیم روبیسکو میزان فتوسنتز کل را افزایش داده است (Gautam and Sing, 2009).گزارش شده است کاربرد سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط شور سبب کاهش سدیم شده است و از انتقال بیش‌تر سدیم به بخش هوایی گیاه تحت تنش شوری جلوگیری کرده است (Khan *et al*., 2010).

جدول ۷: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سالیسلیک‌اسید و سطوح مختلف شوری بر صفات اندازه‌گیری شده رقم CP69-1062 در نیشکر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		سدیم برگ	کلر برگ	کلسیم برگ	پتاسیم برگ
شوری	۲	۰/۰۰۶۳**	۰/۱۹۸**	۰/۰۰۹۱**	۱/۷۶۷۷**
سالیسیلیک‌اسید	۳	۰/۰۰۱۶**	۰/۰۲۷**	۰/۰۰۱۴^{ns}	۰/۵۰۵۵**
شوری × سالیسیلیک‌اسید	۶	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۲۶۵^{ns}
خطای آزمایشی	۲۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۴۰۰
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۵۳	۱۰/۵۱	۱۰/۷۶	۸/۰۵

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

کلر برگ

اثر تنش شوری بر کلر برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). با افزایش تنش شوری میزان کلر برگ افزایش یافت. اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان کلر برگ در سطح یک درصد آماری معنی‌دار شد (جدول ۷). برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۷). گزارش شده است که با افزایش تنش شوری میزان کلر در نیشکر افزایش یافت که این افزایش در رقم حساس بیش‌تر بود. کلر به‌عنوان عامل سمیت در متابولیسم سلولی شناخته شده است و سمیت یونی کلر تحت تنش شوری اثر زیان‌باری در کاهش رشد نیشکر داشته است

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

(Gandonou *et al*., 2011). Wahid و همکاران (۲۰۰۴) تفاوت معنی‌داری را برای افزایش کلر در شرایط شوری در گیاه نیشکر گزارش کردند که غلظت یون کلر برگ با افزایش شوری در ارقام مختلف نیشکر افزایش یافت. ژنوتیپ‌های متحمل دارای محتوای یون کلر کم‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس می‌باشند، و تجمع میزان کم‌تر کلر باعث افزایش در رشد و پنجه زنی شده است (Wahid, 2004). گزارش شده است که رقم متحمل به شوری به‌طور ژنتیکی این توانایی را دارد که میزان کلر کم‌تری را به سمت اندام هوایی انتقال دهد (Shomeili *et al*., 2011). در اثر کاربرد سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط شور کاهش کلر برگ گزارش شده است (Khan *et al*., 2010). Syeed و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند کاربرد سالیسیلیک‌اسید میزان کلر را تحت تنش شوری کاهش داده است (Syeed *et al*., 2011). Arfan و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک‌اسید میزان کلر را تحت تنش شوری در گندم کاهش داده است.

کلسیم برگ

اثر تنش شوری بر کلسیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). اثر سالیسیلیک‌اسید و برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۷). گزارش شده است که میزان کاهش در کلسیم تحت تنش شوری به رقم بستگی دارد. کمبود کلسیم در شرایط شوری باعث کاهش سطح فتوسنتزی هر گیاه می‌شود که خود منجر به کاهش نسبی بیش‌تر عملکرد می‌شود. در این مطالعه با افزایش سطوح شوری میزان جذب سدیم افزایش یافت، درحالی‌که محتوای کلسیم کاهش یافت. گزارش شده است کاربرد سالیسلیک‌اسید اثر معنی‌داری در تجمع کلسیم نداشته است (Hussain *et al*., 2010). ضریب همبستگی منفی بین محتوای سدیم و کلسیم در ارقام نیشکر وجود رابطه آنتاگونیسم بین سدیم و کلسیم گیاه نیشکر را نشان می‌دهد (جدول ۵).

پتاسیم برگ

اثر تنش شوری بر پتاسیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). با افزایش تنش شوری میزان پتاسیم برگ کاهش یافت. اثر سالیسیلیک‌اسید بر میزان پتاسیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۷). پتاسیم از عناصر غذایی پر مصرف می‌باشد که در نیشکر بیش‌تر از نیتروژن جذب می‌شود. با افزایش شوری میزان پتاسیم برگ کاهش می‌یابد که دلیل آن افزایش میزان سدیم و رابطه رقابتی بین سدیم و پتاسیم می‌باشد. Wahid و همکاران (۲۰۰۴) تفاوت معنی‌داری را برای کاهش پتاسیم در شرایط شوری در گیا ه نیشکر گزارش کردند و نشان دادتد غلظت یون پتاسیم برگ با افزایش شوری در ارقام مختلف نیشکر کاهش یافت و ژنوتیپ‌های متحمل دارای محتوای یون پتاسیم بیش‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس بوده است. یون پتاسیم، آثار سمی یون‌های سدیم و کلر را تعدیل کرده و ژنوتیپ متحمل را قادر به رشد بهتر در شرایط شور

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

می‌کند، که می‌تواند و به‌عنوان معیاری مناسب برای انتخاب گیاهان از نظر تحمل به تنش شوری به کار رود (Wahid, 2004). کاربرد سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط شور سبب افزایش پتاسیم برگ شده و پتانسیل اسمزی لازم برای جذب آب به‌وسیله سلول‌های گیاه فراهم می‌شود (Khan *et al*., 2010). هم‌چنین نقش مثبت پتاسیم در فتوسنتز، رشد و شاخص سطح برگ و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی گزارش شده است (Khan *et al*., 2010). گزارش شده است که کاربرد سالیسیلیک‌اسید میزان پتاسیم را تحت تنش شوری افزایش داده است (Arfan, 2009). محتوای پتاسیم بیش‌تر می‌تواند سمیت ناشی از یون‌های سدیم و کلر را تعدیل کند و منجر به رشد و تولید بیش‌تر تحت شرایط شوری شود (Gandonou *et al*., 2011). یکی از ملاک‌های تحمل گیاهان به شوری بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم برگ می‌باشد و بررسی نسبت پتاسیم به سدیم برگ را به‌عنوان صفت مناسب برای تعیین ارقام متحمل به شوری گزارش کرده اند. و شوری سبب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم برگ ذرت شده و ارقام متحمل به شوری از نسبت پتاسیم به سدیم بیش‌تری برخودار بودند (Fahad and Bano, 2012). بین نسبت پتاسیم به سدیم برگ با وزن خشک اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ همبستگی مثبت و با غلظت کلر و سدیم همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد که بیانگر اثر مثبت این صفت بر پایداری رشد در شرایط تنش شوری است (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده مقایسه میانگین اثر ساده نشان داد که سطح شوری آب آبیاری ۶ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب کاهش ۲۳/۱۳، ۶۲/۷۵ درصدی صفات مرفولوژیک مانند ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی و کاهش ۲۶/۲۱، ۴۳/۰۹ و ۱۳/۶۵ درصدی در صفاتی مانند پتاسیم برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ، محتوای نسبی آب برگ هم‌چنین سبب افزایش ۳۱/۲۵، ۴۳/۸۶، سدیم برگ، کلر برگ، نسبت به شاهد شد و محلول‌پاشی با غلظت یک میلی‌مولار در لیتر سالیسیلیک‌اسید در نیشکر موجب افزایش میزان ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ، پتاسیم برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ، و کاهش سدیم برگ و کلر برگ شد. نتایج بیانگر آن است که کاربرد سالیسیلیک‌اسید با غلظت یک میلی‌مولار در لیتر در کاهش عوارض تنش شوری تا سطح ۳ دسی‌زیمنس بر متر مؤثر بوده و در شرایط آب و خاک مشابه کاربرد آن در نیشکر به‌صورت محلول‌پاشی توصیه می‌گردد.

منابع

سلطانی‌حویزه، م.، میرمحمدی‌میبدی،م. و ارزانی، ا. ۱۳۸۸. بررسی همبستگی صفات مرفوفیزیولوژیک با عملکرد وزن خشک ارقام تجاری و امید بخش نیشکر تحت شرایط تنش شوری در ابتدای محله رشد رویشی. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱ (۲): ۲۶-۳۰.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژ ی تنش‌های محیطی در گیاهان. چاپ اول، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۲ ص.

Afzal, I., Basara, S.M., Farooq, M. and Nawaz, A. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. International Journal of Agriculture and Biology 8: 23-28.

Akhtar, S.A., Wahid, A., Akram, M. and Rasul, E. 2001. Some growth, photosynthetic and anatomical attributes of sugarcane genotypes under NaCl salinity. International Journal of Agriculture and Biology 4: 439-443.

Akhtar, S., Wahid, A. and Rasul, E. 2003. Emergence, growth and nutrient composition of sugarcane sprouts under NaCl salinity. Journal of Plant Biology 46 (1): 113-116.

Arfan, M.U. 2009. Exogenous application of salicylic acid through rooting medium modulates ion accumulation and antioxidant activity in spring wheat under salt stress. International Journal of Agricultural and Biological 11:437-442.

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal 23: 112-121.

Ashraf, M., Rahmatullah, S., Kanwar, M.A. and Tahir, A., Ali, L. 2007. Differential salt tolerance of sugarcane genotypes. Pakistan Journal of Agricultural Sciences 44 (1): 85-89.

Azooz, M. 2009. Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerant. International Journal of Agricultural and Biological 11: 343-350.

Dawood, M.G., Sadak. M.S. and Hosayen. M. 2012. Physiological role of salicylic acid in improving performance, yield and some biochemical aspects of sunflower plant growth under newly reclaimed sandy soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6 (4): 82-89.

Diaz-Perez, J.C., Shackel, K.A. and Sutter, E.G. 2006. Relative Water Content. Annals of Botany 97 (1): 85–96.

El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Journal of Plant Growth Regulation 42: 215-224.

Fahad, S.H. and Bano,A.S. 2012. Effect of salicylic acid on physiological and biochemical characterization of maize growth in saline area. Pakistan Journal of Botany 44(4): 1433-1438.

Gandonou, C., Bada, F., Gnancadja, S., Abrini, J. and Skali-Senhaji, N. 2011. Effects of NaCl on Na^+, Cl^- and K^+ ions accumulation in two sugarcane (*Saccharum sp*.) cultivars differing in their salt tolerance. International Journal of Plant Physiology and Biochemistry 3 (10): 155-162.

Gautam, S.H. and Sing, K. 2009. Salicylic acid –induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress. Acta Physiologiae Plantarum 31: 1185-1190.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F. and Modarres Sanavy, A. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. American Journal of Cultural Sociology 5 (6): 726-734.

Gibon, Y., Sulpice, R. and Larher, F. 2000. Proline accumulation in canola leaf discs subjected to osmotic related to stress is the loss of chlorophylls and to the decrease of mitochondrial activity. Plant Physiology 110: 469-476.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslam, M., Erslan, F., Bagsi, 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.

Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environmental and Experimental Botany 68: 14-25.

Hussain, A., Khan, Z., Ashraf, M., Hamid rashid, M. and Saeed Akhtar, M. 2004. Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and COJ-84. International Journal of Agricultural and Biological 6 (1): 188–191. 82.

Hussein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M.S. 2007. Salicylic acid salinity effect on growth of maize plants. Journal of Agriculture and Biology Science 3 (4): 321-328.

Hussain, K.H., Nawaz, K.H., Majeed, A.B., Khan, F.A., Lin, F.E. and Shahazad, A. 2010. Alleviation of salinity effects by exogenous applications of salicylic acid in pearl millet (*Pennistum glaucum* L.) seedling. African Journal of Biotechnology 9 (50): 8602-8607.

Khan, N.A., Shabian, S., Masood, A., Nazar, A. and Iqbal, N. 2010. Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mung bean and alleviates adverse effects of salinity stress. International Journal of Plant Biology 1: 1-8.

Levent Tuna, A., Kaya, C., Dikilitas,M., Yokas, I.B., Burun, B. and Altunlu, H. 2007. Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize (*Zea mays* L.) plants. Pakistan Journal of Botany 39 (3): 787-798.

Munir, N. and Aftab, F. 2011. Enhancement of salt tolerance in sugarcane by ascorbic acid pretreatment. African Journal of Biotechnology 10 (80): 18362-18370.

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

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. Annals Rev. Plant Biology 59: 651–681.

Nelson, P.N. and Ham, G.J. 2000. Exploring the response of sugarcane to sodic and saline conditions through natural variation in the field. Field Crop Research 66: 132-139.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]

Orabi, S.A. Salman, S.R. and Shalaby, A.F. 2010. Increasing resistance to oxidative damage in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. World Journal of Agricultural Sciences 6: 252-259.

Plaut, Z., Meinzer, F.C. and Federman, E. 2000. Leaf development, transpiration and ion uptake and distribution in sugarcane cultivars grown under salinity. Plant Soil 218: 59–69.

Raskin, I. Skubatz, H. Tang, W. and Meeuse, B.J.D. 1990. Salicylic acid levels in thermogenic and nonthermogenic plants. Ann. Botany 66:369-373.

Shomeili, M., Nabipour, M., Meskarbashee, M. and Rajabi Memari, H. 2011. Effects of gibberellic acid on sugarcane plants exposed to salinity under a hydroponic system. African Journal of Plant Science 5 (10): 609-616.

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

Syeed, S.H., Anjam, N.A., Nazar, R., Iqbal, N.O., Masood, A.S. and Khan, N.A. 2011. Salicylic acid–mediated changes in photosynthesis, nutrients, content and antioxidant metabolism in two mustard (*Brassica juncea* L.) cultivars differing in salt tolerance. Acta Physiologiae Plantarum 33: 877-886.

Yusuf, M., Hasan, S.A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q. and Ahmad, A. 2008. Effect of salicylic acid on salinity induced changes in *Brassica juncea*. Journal of Integrative Plant Biology 50 (8): 1–4.

Wahid, A. 2004. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. Botanical Bulletin of Academia Sinica 45: 133-141.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.7.3]