نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دوازدهم، شماره ۴۷، پاییز ۱۳۹۶ / صفحات: ۱۰۶-۹۳

تاثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید در تعدیل اثرات تنش کلرید سدیم بر روی پارامترهای رشد و رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

کبری مهدویان*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۵ تاریخ پذیرش:۹۶/۹/۱۲

چکیده

شوری خاک یک مسئله محیطی جدی است که آثار منفی بر رشد و تولید گیاهان دارد. از سوی دیگر سالیسیلیک اسید نقش مهمی در جلوگیری از آسیب‌های اکسیداتیو در گیاهان دارد، که به واسطه سم‌زدایی رادیکال‌های سوپراکسید در نتیجه شوری تولید می‌شود. در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید، کلرید سدیم و اثرات توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر پارامترهای مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان آفتابگردان مورد مطالعه قرار گرفت. کلرید سدیم با غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و سالیسلیک اسید با غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار در یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحقیقات نشان داد که کلرید سدیم باعث کاهش رشد ساقه، ریشه، وزن تر و خشک، کلروفیل و کاروتنوئید می‌شود، در حالی که در گیاهان پیش تیمار شده با سالیسیلیک اسید این کاهش تعدیل شده است. از طرف دیگر افزایش مقدار آنتوسیانین، کلروفیل و کاروتنوئید نشان دهنده نقش سالیسیلیک اسید بر افزایش تحمل پذیری این گیاه در برابر تنش کلرید سدیم است. نتایج فوق پیشنهاد می‌کند که کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش تحمل‌پذیری گیاه در برابر تنش کلرید سدیم می شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، آنتوسیانین، سالیسیلیک اسید، کلرید سدیم، کلروفیل.

مقدمه

شوری یک فاکتور محیطی است که تمام مراحل رشد و نمو گیاه را از جوانه‌زنی تا تولید زی‌توده، دانه و میوه، کم و بیش تحت تاثیر قرار می‌دهد. البته پاسخ گیاهان به شوری بسته به نوع گیاه، مراحل نموی گیاه، شدت و مدت تنش دارد (Manchanda and Garg, 2008). تنش کلرید سدیم از رشد گیاهان می‌کاهد و تولید محصول هم در نتیجه بر هم خوردن تعادل در جذب عناصر ضروری، آب و تنش اکسیداتیو کاهش می‌یابد (Parida and Das, 2005). اگر چه رشد گیاه نتیجه فرایندهای فیزیولوژیک منظم و کامل است و مهار رشد گیاه توسط عوامل محیطی را نمی‌توان تنها به یک فرایند فیزیولوژیک خاص نسبت داد، اما پدیده فیزیولوژیک غالب، فتوسنتز است (Parida and Das, 2005). رشد گیاه و تولید بیوماس به میزان فتوسنتز خالص بستگی دارد و تنش شوری بسته به شدت آن بر فتوسنتز تاثیر می‌گذارد.

تنش کلرید سدیم و خشکی نیز تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن و از بین بردن آنها را به هم می‌زنند. تنش کلرید سدیم با القای تنش آبی موجب

*نویسنده مسؤول: mahdavian.k@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

بسته شدن روزنه، کاهش غلظت CO_2 در سلول‌های مزوفیل برگ گیاهان تحت تنش می‌شود و موجب تجمع NADPH در کلروپلاست می‌گردد. در این شرایط مقدار $NADP^+$ در دسترس برای انجام واکنش‌های نوری فتوسنتز کاهش یافته، بنابراین اکسیژن به عنوان پذیرنده الکترون عمل کرده و منجر به تولید رادیکال سوپراکسید و به دنبال آن سایر گونه‌های فعال اکسیژن و در نهایت تنش اکسیداتیو می‌گردد (Abdul Jaleel et al., 2009; Sudhakar et al., 2001).

با توجه به نقش یون کلر در انتقال الکترون حاصل از اکسیداسیون آب، سمیت ناشی از تجمع کلر انتقال طبیعی الکترون و فتوسیستم I را برهم زده که این بی‌نظمی منجر به نشت الکترون و افزایش تولید ROS و القای تنش اکسیداتیو می‌گردد (Sudhakar et al., 2001).

برخی مواد از جمله سالیسیلیک اسید یا ارتو هیدروکسی بنزوئیک اسید باعث کاهش آثار سوء تنش کلرید سدیم در گیاهان می‌شوند (El-Tayeb, 2005). سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی و شبه هورمونی است و نقش آن به عنوان یک مولکول علامتی در پاسخ‌های گیاهان به عوامل محیطی نشان داده شده است. این ترکیب باعث افزایش فعالیت سیستم دفاع آنتی اکسیداتیو و تاثیر روی تنفس و تمامیت غشاها است (Nazar et al., 2011; Syeed et al., 2011; Khan et al., 2012). SA (Salicylic acid) می‌تواند به سرعت از نقطه اولیه استعمال به بافت‌های مختلف گیاه منتقل شود. علاوه بر آن‌ها سالیسیلیک اسید یک هورمون تنظیم کننده درونی است که نقش آن در مکانیسم‌های دفاعی بر علیه استرس‌های زیستی و غیر زیستی به خوبی شناخته شده است (Yalpani et al., 1994; Szalai et al., 2000). در این پژوهش با هدف تعدیل کاهش رشد و تحمل پذیری گیاه آفتابگردان به کلرید سدیم خاک، تاثیر سالیسیلیک اسید بر کاهش اثر تنش کلرید سدیم بر رشد و تغییرات بیوشیمیایی گیاه آفتابگردان بررسی شد.

مواد و روش‌ها

شرایط کشت گیاهان: بذرهای گیاه آفتابگردان از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. ابتدا بذرها با هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شده و سپس تعداد ۵ بذر در هر گلدان کاشته شده و در شرایط باز محیطی قرار داده شدند. سپس گلدان‌ها زمانی که گیاه به مرحله سه تا چهار برگی رسید، مرحله تیماردهی آغاز شد.

در این آزمایش از ۵ غلظت Nacl شامل ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار و ٤ غلظت سالیسیلیک اسید شامل ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار استفاده شد. که در یک آزمایش فاکتوریل شامل دو فاکتور غلظت NaCl در ۵ سطح و غلظت سالیسیلیک اسید در ٤ سطح با ۳ بار تکرار (در مجموع ٦۰ گلدان) صورت پذیرفت. در مرحله تیمار دهی، ابتدا سالیسیلیک اسید هر روز و به مدت یک هفته بر روی برگ‌ها اسپری شد و سپس تیمارهای کلرید سدیم هر روز به مدت یک هفته اعمال گردید.

تعیین وزن تر و خشک اندام‌هوایی و ریشه: پس از جدا کردن اندام هوایی و ریشه از یکدیگر، وزن هر یک بر حسب گرم با ترازوی Sartarius مدل BP211D با دقت ۰/۰۰۰۱ g اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، اندام هوایی و ریشه گیاه به طور جداگانه به مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری طول اندام هوایی و ریشه: در پایان تیماردهی، طول اندام هوایی و ریشه با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. طول اندام هوایی از یقه تا

Archive of SID

www.SID.ir

قسمت انتهای اندام هوایی و طول ریشه از یقه تا انتهای ریشه در نظر گرفته شد. برای هر تیمار بیش از ۳ تکرار در نظر گرفته شد و مقادیر بر اساس سانتی‌متر گزارش شد.

رنگدانه‌های فتوسنتزی: اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها با استفاده از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) انجام پذیرفت. ۰/۲ گرم از برگ‌های تازه گیاه با ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سائیده شده و پس از صاف کردن جذب آنها با دستگاه اسپکتروفتومتر (50 Carry استرالیا) در طول موج‌های ٦٤٦/٨، ٦٦٣/٢٠ و ٤٧٠ نانومتر خوانده شد و غلظت رنگیزه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید:

Chla= (12.25 A663.2-2.79 A646.8)
Chlb= (21.21 A646.8-5.1 A663.2)
ChlT= chla+chlb
Car= [1000 A470-1.8 chla-85.02 chlb] /198

در این فرمول chla، chlb، chlT و car به‌ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها (شامل کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها) می باشد (Lichtenthaler, 1987).

سنجش مقدار آنتوسیانین‌ها: جهت اندازه گیری مقدار آنتوسیانین‌ها، ۰/۱ گرم از اندام هوایی تازه گیاه در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (شامل الکل متیلیک ۹۹/۵ درصد و اسید کلریدریک خالص به نسبت ۹۹ به ۱) کاملاً سائیده و به مدت ٢٤ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس ۱۰ دقیقه در g ٤٠٠٠ سانتریفوژ و جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. با استفاده از ضریب خاموشی ۳۳۰۰۰ مول بر سانتی‌متر مکعب غلظت آنتوسیانین‌ها محاسبه و نتایج بر حسب میلی‌مولار بر گرم وزن تر ارائه شد. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد (Wanger, 1979).

تجزیه و تحلیل آماری

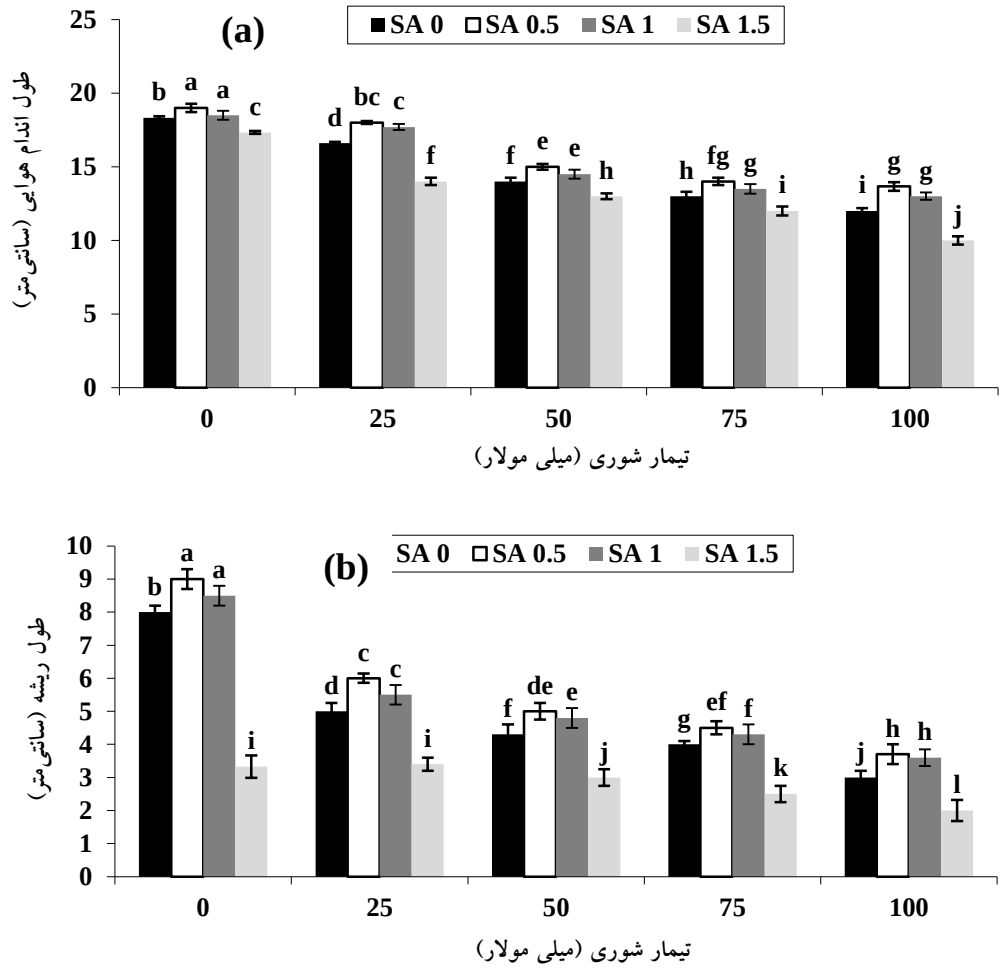
آنالیز آماری در این پژوهش بر اساس طرح کاملاً تصادفی انجام و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن با ضریب اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. برای ارزیابی اثر دو تیمار روی صفت اندازه گیری شده، همه داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS آنالیز واریانس دو طرفه شدند.

نتایج

طول اندام هوایی در تنش کلرید سدیم با غلظت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش یافته است. نتایج حاصل از تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان می‌دهد که تیمار توأم سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ میلی مولار و کلرید سدیم با غلظت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار باعث افزایش طول ساقه گیاه نسبت به گیاهانی که فقط با کلرید سدیم با غلظت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار تیمار شده‌اند می‌شود (شکل ۱a). از طرف دیگر همان‌طور که در شکل ۱b مشاهده می‌شود طول ریشه در تنش کلرید سدیم با غلظت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش یافته است. نتایج حاصل از تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان می‌دهد که تیمار توأم سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و کلرید سدیم با غلظت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار باعث افزایش طول اندام هوایی گیاه نسبت به گیاهانی که فقط با کلرید سدیم با غلظت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار تیمار شده‌اند می‌شود.

Archive of SID

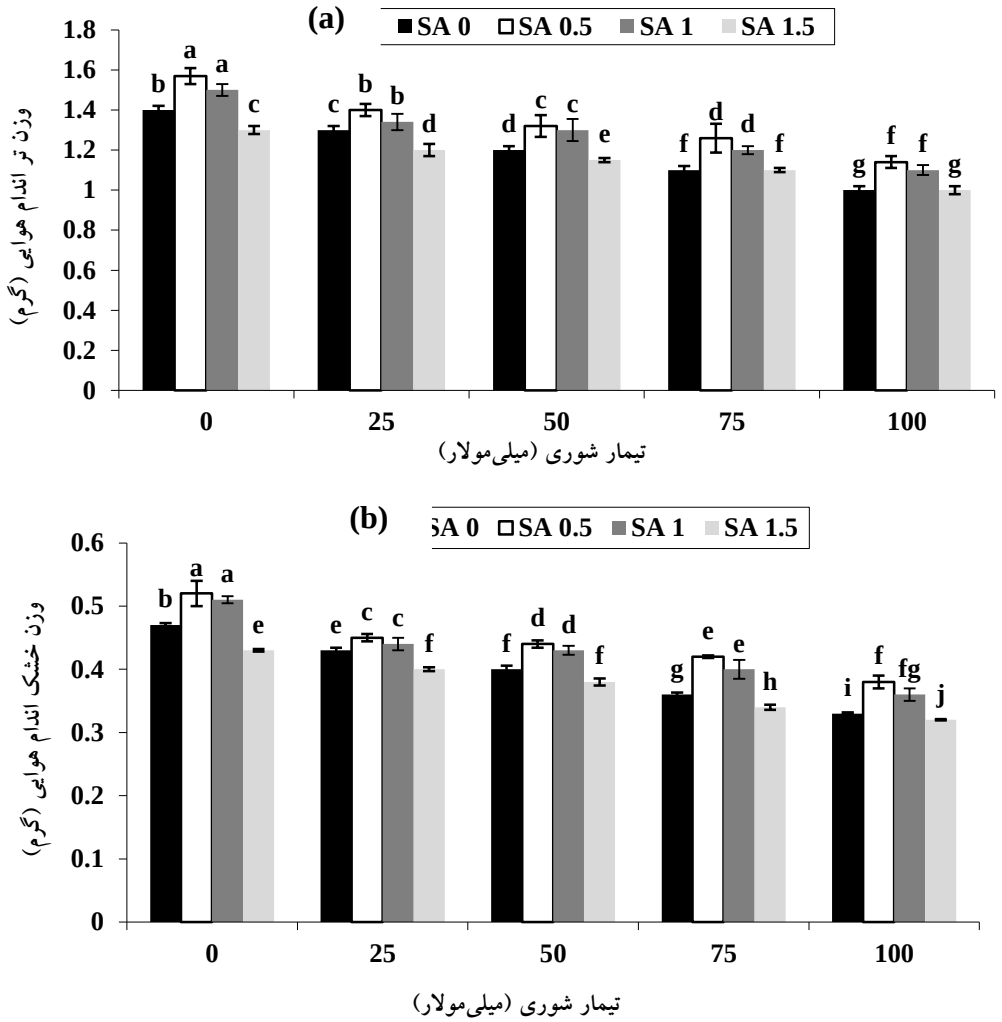
www.SID.ir



شکل ۱: اثر تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر طول اندام هوایی (a) و ریشه (b) در گیاه آفتابگردان. اعداد دارای حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار است.

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه آفتابگردان تحت تیمار غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار نشان داد که وزن تر و خشک ساقه تحت تیمار غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (شکل ۲a). نتایج حاصل از تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان می‌دهد که تیمار توأم سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و کلرید سدیم باعث افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه نسبت به گیاهانی که فقط با کلرید سدیم تیمار شده اند می‌شود. (شکل ۲b).

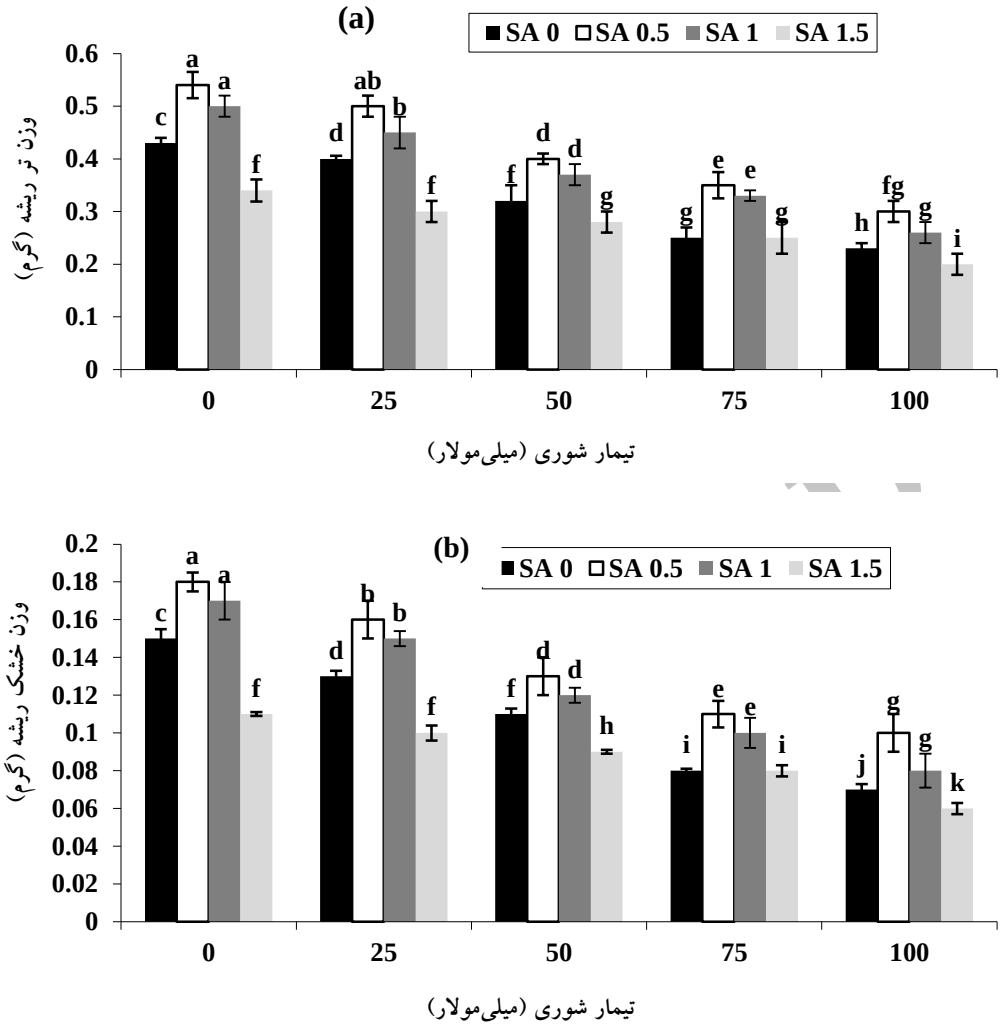
www.SID.ir



شکل ۲: اثر تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر وزن تر(a) و خشک (b) اندام هوایی در گیاه آفتابگردان. اعداد دارای حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار است.

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری وزن تر و خشک ریشه گیاه آفتابگردان تحت تیمار غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار نشان داد که وزن تر و خشک ریشه تحت تیمار غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (شکل a۳). نتایج حاصل از تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان می‌دهد که تیمار توأم سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و کلرید سدیم باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه گیاه نسبت به گیاهانی که فقط با کلرید سدیم تیمار شده‌اند می‌شود (شکل b ۳).

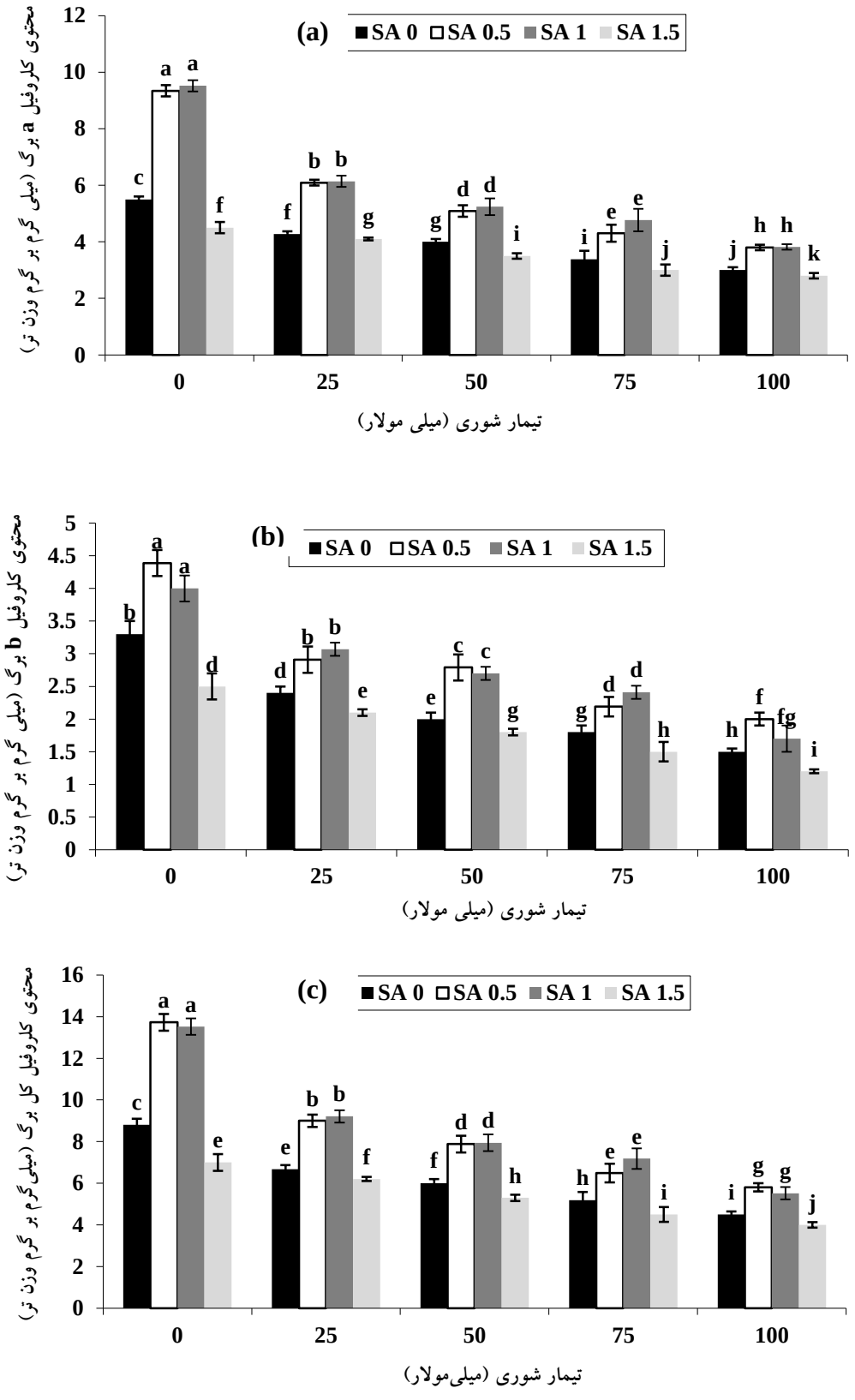
www.SID.ir



شکل ۳: اثر تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر وزن تر (a) و خشک (b) ریشه در گیاه آفتابگردان. اعداد دارای حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار است.

نتایج حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم نشان می‌دهد که کلروفیل a، b و کل در برگ گیاه در تیمار با غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان می‌دهند. نتایج حاصل از تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان می‌دهد که تیمار توأم سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ و ۱ میلی مولار و کلرید سدیم باعث افزایش مقدار کلروفیل a، b و کل نسبت به گیاهانی که فقط با کلرید سدیم تیمار شده‌اند می‌شود (شکل ٤).

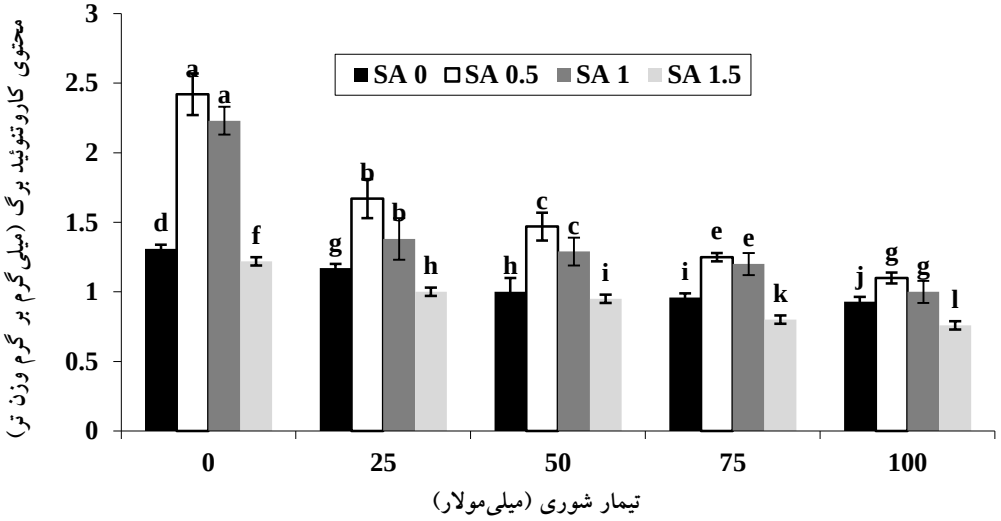
www.SID.ir



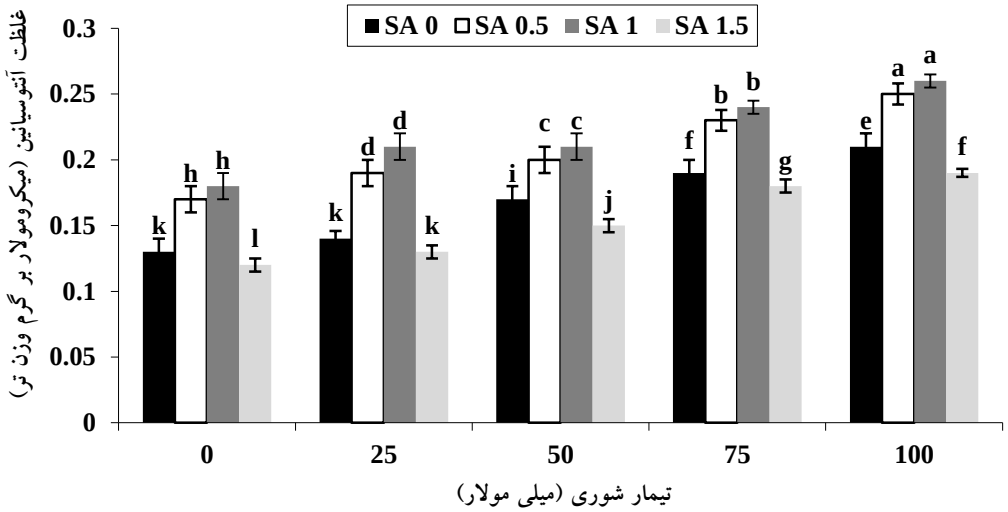
شکل ٤: اثر تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر مقدار کلروفیل a (a)، کلروفیل b (b) و کلروفیل کل (c) در گیاه آفتابگردان. اعداد دارای حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار است.

www.SID.ir

نتایج حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم نشان می‌دهد که کاروتنوئید در برگ گیاه در تیمار با غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان می‌دهند. نتایج حاصل از تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان می‌دهد که تیمار توأم سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ و ۱ میلی مولار و کلرید سدیم باعث افزایش مقدار کاروتنوئید نسبت به گیاهانی که فقط با شوری تیمار شده‌اند می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵: اثر تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر مقدار کاروتنوئید در گیاه آفتابگردان. اعداد دارای حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار است.



شکل ٦: اثر تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر مقدار آنتوسیانین در گیاه آفتابگردان. اعداد دارای حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار است.

نتایج حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم نشان می‌دهد که آنتوسیانین در برگ گیاه در تیمار با غلظت‌های مختلف کلرید سدیم ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد

www.SID.ir

نشان می‌دهند. نتایج حاصل از تیمار توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان می‌دهد که تیمار توأم سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و کلرید سدیم باعث افزایش مقدار آنتوسیانین نسبت به گیاهانی که فقط با شوری تیمار شده‌اند می‌شود. (شکل ٦).

بحث

خاک‌های شور یک مشکل جدی برای تولید محصولات کشاورزی و رشد گیاه شناخته شده است (Shannon and Grieve, 1999). تنش کلرید سدیم موجب کاهش رشد گیاهان می‌گردد. البته میزان کاهش بستگی به شدت و مدت تنش، نوع گیاه و مرحله زندگی گیاه دارد. کاهش پارامتر های رشد درگیاهان گوجه فرنگی (Juan et al., 2005; 2007., shibli et al)، عدس (Bandeoglu, 2004)، یونجه (Wang et al., 2009) در تنش کلرید سدیم گزارش شده است. مطالعات نشان داده‌اند که تیمار کلرید سدیم بعضی از پارامترهای رشد مانند وزن تر و خشک را در ریشه و ساقه گیاه خیار و آفتابگردان کاهش می‌دهد (Zhu et al., Chartzoulakis, 1994 ; Heidari et al., 2011;Yildirim, 2008; 2004). در این تحقیق نیز پارامترهای رشد تحت تنش کلرید سدیم کاهش یافتند.

مشخص شده است که در گونه‌های سویا با تحمل پذیری بالا به کلرید سدیم، پارامترهای رشد در تنش‌های کلرید سدیم ملایم کاهش نیافته و در تنش‌های شدید کلرید سدیم کاهش یافته است، در حالی‌که در گونه‌های نیمه حساس و حساس در تنش‌های کم کلرید سدیم نیز پارامترهای رشد کاهش یافته است (Kao et al., 2006).

مطالعات انجام شده توسط Gunes و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان داد که کاربرد برون‌زای سالیسیلیک اسید در گیاهان تحت تنش کلرید سدیم به‌طور معنی‌داری رشد را افزایش می‌دهد. در این مطالعه معین شده است که سالیسیلیک اسید پارامترهای رشد را در گیاه آفتابگردان در مقایسه با شاهد افزایش داد. مشابه این یافته‌ها توسط Yildirim (۲۰۰۸) برای خیار گزارش شده است که نشان می‌دهد سالیسیلیک اسید اثر مثبتی بر پارامترهای رشد ریشه و ساقه دارد. همچنین دراین مطالعه پیش تیمار با سالیسیلیک اسید موجب بهبود پارامترهای رشد گیاهان تحت تنش گردید. این نتایج مطابقت می‌کنند با نتایج گوجه فرنگی (Szepsi et al., Stevens et al., 2006 ; Gunes et al., ; Khodary, 2004)، ذرت (2005; 2007)، گندم (Jabeen et al., 2007 ،Shakirova et al., 2003 ;)، خردل (Yusuf et al., 2008)، جو (El-Tayeb, 2005) و نشان دادند که تیمار سالیسیلیک اسید اثرات منفی تنش کلرید سدیم بر وزن تر و خشک گیاهان را تعدیل می‌کند.

اثرات تحریکی سالیسیلیک اسید بر رشد می‌تواند به دلایلی چون افزایش میزان تقسیم در مناطق مریستمی و رشد سلولی باشد که موجب افزایش رشد می‌گردد و دلیل دیگر آن نیز تاثیر سالیسیلیک اسید بر سایر هورمون‌های گیاهی می‌باشد (Sakhabutdinova et al., 2003 ; Shakirova et al., 2003). Gunes (۲۰۰۷) گزارش کرد که سالیسیلیک اسید وزن ماده خشک را در گیاهان تحت تنش کلرید سدیم در پاسخ به سالیسیلیک اسید افزایش می‌دهد، که ممکن است در ارتباط با القاء پاسخ آنتی اکسیدانی و نقش حفاظتی غشاهایی که مقاومت گیاه به آسیب را افزایش می‌دهد باشد. همچنین گزارش شده است که طول ریشه و اندام هوایی در خردل (Yusuf et al., 2008) و گندم (Afzal, 2005) با کاربرد سالیسیلیک اسید افزایش یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی از اثرات تنش‌های محیطی نظیر کلرید سدیم و خشکی می‌باشد و این کاهش بستگی به نوع گیاه، مدت و شدت تنش و مرحله نموی گیاه دارد. در این بررسی نیز تنش کلرید سدیم موجب کاهش مقدار کلروفیل و کاروتنوئیدها درگیاه آفتابگردان گردید. کاهش مقدار کلروفیل و کاروتنوئید در شرایط تنش کلرید سدیم در گیاه گوجه فرنگی (Juan et al., ; Tari et al., 2002 2005) گزارش شده است و این کاهش در ارقام حساس بیشتر از ارقام مقاوم بود (Juan et al., 2005). گزارش‌هایی نیز وجود دارد که نشان دهنده افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در تنش کلرید سدیم می‌باشد (Abd-El Samad and Shaddad, 1997).

کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش کلرید سدیم می‌تواند عمدتاً به‌دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، واکنش آن‌ها با اکسیژن یکتایی، تخریب پیش ماده‌های سنتز کلروفیل و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات هورمونی باشد (Neocleus and El-Tayeb, 2005 ; Nasilakakis, 2007).

کاروتنوئیدها انرژی زیادی را از فتوسیستم I و II به‌صورت گرما یا واکنش‌های شیمیایی بی‌ضرر دفع کرده و می‌توانند غشاهای کلروپلاستی را حفظ نمایند (Juan et al., 2005).

Juan و همکاران (۲۰۰۵) مقدار کلروفیل و کارتنوئیدها را در هنگام تنش کلرید سدیم به عنوان یکی از شاخص‌های مقاومت به کلرید سدیم در گیاهان ذکر نموده‌اند (Juan et al., 2005). در این مطالعه پیش تیمار سالیسیلیک اسید موجب افزایش مقدار کلروفیل و محتوای کاروتنوئیدها در گیاهان تحت تنش گردید که نشان‌دهنده توانایی سالیسیلیک اسید برای بهبود رشد می‌باشد.

کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاهان ذرت (Khodary, 2004;Tuna et al., 2007)، جو (El-Deef, 2007; Tayeb, 2005)، گندم (Agarwal et al., 2005; Jabeen et al., 2007)، نخود (Popova et al., 2009)، گوجه فرنگی (Tari et al., 2002 ; Szepesi, 2006) موجب افزایش مقدار کلروفیل گردید. سالیسیلیک اسید در گیاه جو (El-Tayeb, 2005)، ذرت (Khodary, 2004) و گوجه فرنگی (Szepesi, 2006; Tari et al., 2002)، نیز موجب افزایش کاروتنوئید گردید.

در بسیاری از مطالعات گزارش شده است که سالیسیلیک اسید موجب افزایش مقاومت گندم و گوجه فرنگی به کلرید سدیم و تنش‌های اکسیداتیو می‌شود (Zahra et al., 2010; Sakhabutdinova et al., 2003 ; Arfan et al., 2007; Szepesi et al., 2006).

Parida و Das (۲۰۰۵) گزارش کردند که تنش کلرید سدیم محتویات کلروفیل و کاروتنوئید را در برگ‌های تعدادی از محصولات کاهش دادند. همچنین El-Tayeb (۲۰۰۵) و Gunes (۲۰۰۶) ثابت کردند که تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش محتوی کلروفیل در برگهای جو و ذرت تحت تنش کلرید سدیم شد. Tari (۲۰۰۲) بیان کرد که سالیسیلیک اسید محتوی کلروفیل برگ‌های گیاه گوجه فرنگی را تحت تنش کلرید سدیم افزایش داد. همچنین کلروفیل a و b تحت تنش کلرید سدیم در گندم کاهش یافت اما با کاربرد سالیسیلیک افزایش یافت (Hamid et al., 2010).

همچنین تجمع آنتوسیانین در ریشه‌های ذرت (Kaliamoorthy and Rao, 1994)، آرابیدوپسیس

Archive of SID

www.SID.ir

(Mita et al., 1997) و عشقه (Murray, 1994) تحت تنش کلرید سدیم گزارش شده است. در گیاه آفتابگردان به هنگام تنش کلرید سدیم مقدار آنتوسیانین‌ها افزایش نشان دادند که به نظر می‌رسد آنتوسیانین‌ها بتوانند در شرایط تنش کلرید سدیم به عنوان یک محلول سازگار کننده اسمزی عمل کنند. گزارش‌هایی حاکی از محتوای بالای آنتوسیانین در گیاهان بردبار به کلرید سدیم در دست است(Wdhid and Ghazanfar, 2006)

نتیجه‌گیری نهایی

سالیسیلیک اسید نقش مهمی در جلوگیری از آسیب‌های اکسیداتیو در گیاهان دارد، به واسطه سم‌زدایی رادیکال‌های سوپراکسید که در نتیجه کلرید سدیم تولید می‌شود. در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید، کلرید سدیم و اثرات توأم سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم بر پارامترهای مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان آفتابگردان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیقات نشان داد که کلرید سدیم باعث کاهش رشد ساقه، ریشه، وزن تر و خشک ، کلروفیل و کاروتنوئید می‌شود در حالی که در گیاهان پیش تیمار شده با سالیسیلیک اسید این کاهش تعدیل شده است. از طرف دیگر افزایش مقدار آنتوسیانین، کلروفیل و کاروتنوئید نشان دهنده نقش سالیسیلیک اسید بر افزایش مقاومت این گیاه در برابر تنش کلرید سدیم است. نتایج دلالت می‌کند که پیش تیمار گیاه آفتابگردان با سالیسیلیک اسید باعث افزایش مقاومت نسبت به تنش کلرید سدیم می‌شود. بنابراین می‌توان استفاده از این ماده را در تخفیف اثرات مخرب ناشی از تنش کلرید سدیم پیشنهاد کرد.

سپاسگزاری

نگارنده از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه پیام نور به خاطر حمایت مالی از پژوهش حاضر، صمیمانه سپاسگزاری می‌نماید.

References

Abd-El Samad, H.M. and Shaddad, M.A.K. (1997). Salt tolerance of soybean cultivars. Biologia Plantarum. 39 (2): 263-269.

Abdul Jaleel, C., Riadh, K., Gopi, R., Manivannan, P., Ines, J., Al-Juburi, H.J., Chang-Xing, Z., Hong-Bo, S. and Panneerselvam, R. (2009). Antioxidant defense responses: Physiological plasticity in higher plants under abiotic constrains. Acta Physiologiae Plantarum. 31: 427-436.

Afzal, I. (2005). Seed enhancements to induced salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Ph.D. Thesis, Agricultural University of Faisalabad, Pakistan, pp. 266 .

Agrawal, S., Sairam, P.K., Srivasta, G.C. and Meena, R.C. (2005). Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. Biologia Plantarum. 49 (4): 541-550.

Anderson, J.P., Thatcher, L.F. and Singh, K.B. (2005). Plant defence responses: conservation between models and crops. Functional Plant Biology. 32: 21-34.

Arfan, M., Athar, H.R. and Ashraf, M. (2007). Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? Journal of Plant Physiology. 164: 685-694.

Ashraf, M., Akram, N.A., Arteca, R.N. and Foolad, M.R. (2010). The physiological, Biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. Critical Reviews in Plant Sciences. 29: 162-190.

Bartosz, G. (1997). Oxidative stress in plants . Acta Physiologiae Plantarum. 19 (1): 47-64.

Archive of SID

www.SID.ir

Clarke, A., Mur, L.A.J., Darby, R.M. and Kenton, P. (2005). Harpin modulates the accumulation of salicylic acid by Arabidopsis cells via apoplastic alkalization. Journal of Experimental Botany. 56: 3129-3136.

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

Denby, K.J., Jason, L.J.M., Murray, S.L. and Last, R.L. (2005). Ups1, an Arabidopsis thaliana camalexin accumulation mutant defective in multiple defence signaling pathways. Plant Journal. 41: 673-684.

Downton, W.J.S., Grant, W.J.R. and Robinson, S.P. (1985). Photosynthetic and stomatal responses of spinach leaves to salt stress. Plant Physiology. 77: 85-88.

El-Tayeb, M.A. (2005). Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 45: 215–224.

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 Phsiology. 164: 728-736.

Hamid, M., Rehman, K.H. and Ashraf, M. (2010). Salicylic acid–induced growth and biochemical changes in salt-stressed wheat. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 41:373–389.

Heidari, A., Toorchi, M., Bandehagh, A and Shakiba, M.R. (2011). Effect of Nacl stress on growth, water relations, organic and inorganic osmolytes accumulation in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines. Universal Journal of Environmental Research and Technology. 1: 351-362.

Chartzoulakis, K.S. (1994). Photosynthesis, water relations and leaf growth of cucumber exposed to salt stress. Scientia Horticulturae. 59: 27–35.

Jabeen, S., Shahbaz, M. and Akram, N.A. (2007). Influence of exogenous application of salicylic acid on growth and gas exchange characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.) under control or saline conditions. International Journal of Life Sciences. 1: 425– 431.

Juan, M., Rivero, R.M., Romero, L., Rviz, J.M. (2005). Evaluation of some nutritional and biochemical indicators in selecting salt-resistant tomato cultivars. Environmental and Experimental Botany. 54: 193-201.

Kaliamoorthy, S. and Rao, A.S. (1994). Effect of salinity on anthocyanin accumulation in the root of maize. Indian Journal of Plant Physiology. 37: 169-170.

Kao, W.Y., Tsai, T.T., Tsai, H.C. and Shih, C.N. (2006). Response of three glycine species to salt stress. Environmental and Experimental Botany. 56: 120-125.

Khan, M.I.R., Syeed, S., Nazar, R. and Anjum, N.A. (2012). An insight into the role of salicylic acid and jasmonic acid in salt stress tolerance. In: Phytohormones and abiotic stress tolerance in plants (Eds. Khan, N.A., Nazar, R., Iqbal, N. and Anjum, N.A.) pp. 277-300. Springer, New York.

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

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

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

Masood, A., Shab, A., Zeeshan, M. and Abraham, G. (2006). Differential response of antioxidant enzymes to salinity stress in two varieties of Azolla (*Azolla pinnata* and *Azolla filiculcides*). Environmental and Experimental Botany. 58: 216-222.

Murray, Y. (1994). Ca^{2+} regulation of outward rectifying K^{+} channel in the plasma membrane of tobacco cultured cells in suspension: a role of the K+ channel in mitigation of salt-stress effects by external Ca+. Plant Cell Physiology. 39: 1039-1044

Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S. and Khan, N.A. (2011). Salicylic acid alleviates

Archive of SID

www.SID.ir

decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. Journal of Plant Physiology. 168: 807-815.

Neocleous, D. and Nasilakakis, M. (2007). Effects of Nacl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. "Autumn Bliss"). Scientia Horticulturae. 112: 282-289.

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

Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. (1997). Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. Bulgarian Journal of Plant Physiology. 23 (1-2): 85-93.

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

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. Bulgarian Journal of Plant Physiology. 1: 314-319.

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. Bulgarian Journal of Plant Physiology. 1: 314-319.

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

Shannon, M.C. and Grieve, C.M. (1999). Tolerance of vegetables to salinity. Scientia Horticulturae. 78: 5–38.

Shibli, R.A., Kushad, M., Yousef, G.G. and Lila, M.A. (2007). Physiological and biochemical responses of tomato micro shoots to induced salinity stress with associated ethylene accumulation. Plant Growth Regulation. 51: 159-169.

Shim, Ie-S., Momose, Y., Yamamoto, A., Kim, D.W. and Usui, K. (2003). Inhibition of catalase activity by oxidative stress and its relationship salicylic acid accumulation in plants. Plant Growth Regulation. 39: 285–292.

Shirasu, K., Nakajima, H., Rajshekar, K., Dixon, R.A., and Lamb, C. (1997). Salicylic acid potentiates an agonist-dependent gain control that amplifies pathogen signal in the activation of defence mechanism. Plant Cell. 9: 261-270.

Stevens, J., Seneratna, T. and Sivasithamparam, K. (2006). Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): Associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation. Plant Growth Regulation. 49: 77-83.

Sudhakar, C., Lakshmi, A. and Giridarakumar, S. (2001). Chages in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under Nacl salinity. Plant Science. 141: 613-619.

Syeed, S., Anjum, N.A., Nazar, R., Iqbal, N., Masood, A. 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.

Szalai, G., Tari, I., Janda, T., Pestenacz, A. and Paldi, E. (2000). Effects of cold acclimation and salicylic acid on changes in ACC and MACC contents in maize during chilling. Biologia Plantarum. 43: 637-640.

Szepesi, A. (2006). Salicylic acid improves the acclimation of *Lycopersicon esculentum* Mill. L. to high salinity by approximating its salt-stress response to that of the wild species *L. pennellii*. Acta Biologica Szegediensis. 50: 177.

Tari, I., Csiszar, J., Gabriella, S., Horvath, F., Pecsvaradi, A., Kiss, G., Szepsi, A., Szabo, M. and Erdei, L. (2002). Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. Acta Biologica Szegediensis. 46: 55–56.

Archive of SID

www.SID.ir

Tuna, A.L., Kaya, C., Dilkilitas, M., Yokas, I., Buruni, 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: 787–798.

Wahid, A. and Ghazanfar, A. (2006). Possible involvement of some secondary metabolites in salt tolerance of sugarcane. Journal of Plant Physiology 163: 723-730.

Wang, Y., Yang, Z.M., Zhang, Q.F. and Li, J.L. (2009). Enhanced chilling tolerance in *Zoysia matrella* by pre-treatment with salicylic acid, calcium chloride, hydrogen peroxide or 6-benzylaminopurine. Biologia Plantarum. 53: 179-182.

Wanger, G.J. (1979). Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology. 64: 88-93.

Yalpani, N., Enyedi, A..J., Leon, J., Raskin, I. (1994). Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid and pathogenesis related proteins and virus resistance in tobacco. Planta. 193: 373-376.

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

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: 1096–1102.

Zahra, S., Amin, B., Mohamad Ali, V.S., Ali, Y. and Mehdi, Y. (2010). The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). Journal of Biophysical Struture Biology. 2: 35-41.

Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q. and Yu, J. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant Science. 167: 527–533.

Archive of SID

www.SID.ir

The effect of different concentrations of salicylic acid on adjustment of the effects of sodium chloride stress on growth parameters and photosynthetic pigments in sunflower plant (*Helianthus annuus* L.)

Kobra Mahdavian*
Department of Biology, Faculty of Science, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Received Date: 2017/5/26 Accepted Date:2017/12/3

*Corresponding author; mahdavian.k@gmail.com

Abstract
Soil salinity is a serious environmental problem that has negative effect on plants growth and production. On the other hand, salicylic acid plays an essential role in preventing oxidative damage in plants by detoxifying super oxide radicals, produced as a result of salinity. In this research the effect of different concentrations of the salicylic acid, sodium chloride and interation effects of both of them were studied on morphological and biochemical parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. NaCl concentrations of 0, 25, 50, 75 and 100 mM and salicylic acid concentrations of 0, 0.5, 1 and 1.5 mM were used in the form of factorial experiment in a complete randomized design (CRD). Our results showed that salinity caused significant decrease in shoot and root length, fresh weight and dry weight, chlorophyll and carotenoid of plants. While reduced in salicylic acid pre-treated plants, this reduction has been moderated. On the other hand, increasing the amount of anthocyanin, chlorophyll and carotenoid indicated the role of salicylic acid in increasing the tolerance of this plant to sodium chloride stress. The above results suggest that salicylic acid application increases plant tolerance to sodium chloride stress.
Keywords: Anthocyanin, , Chlorophyll, *Helianthus annuus* L., Salicylic acid, Sodium chloride.

Archive of SID

www.SID.ir