بررسی تأثیر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر برخی پاسخ های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گندم (*Triticum aestivum* L.) به تنش شوری

طاهره رحیمی تشی و وحید نیکنام*

تهران، دانشگاه تهران، پردیس علوم، دانشکده زیست شناسی و قطب تبارزائی موجودات زنده ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۴

چکیده

سالیسیلیک اسید (SA) به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی از نظر ساختاری یک ترکیب فنولی است که در سازوکارهای دفاعی گیاهان در مقابل تنش های زیستی و غیر زیستی ایفای نقش می کند. در این تحقیق اثر SA بر رشد و برخی پارامترهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گندم تحت تنش شوری مورد مطالعه قرار گرفته است. بدین منظور دانه‌های گندم (ارقام استار و شیراز) در SA (۰، ۰/۵ و ۱ میلی مولار) مورد پیش تیمار قرار گرفته و بعد از اعمال تنش شوری NaCl (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) وزن تر، رنگیزه‌های فتوسنتزی ، محتوای پروتئین کل و چند پارامتر بیوشیمیایی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاکی از این بود که تحت تنش شوری و در غیاب پیش تیمار سالیسیلیک اسید پارامترهای اخیر کاهش و محتوای پرولین، MDA و H_2O_2 افزایش یافته است. در صورتی که در گیاهان حاصل از دانه‌های پیش تیمار شده با SA پارامترهای رشد، رنگیزه‌های فتوسنتزی و محتوای پروتئین کل تحت تنش افزایش و سطوح پرولین، MDA و H_2O_2 کاهش نشان می دهد. بنابراین نتایج حاکی از این است که اثرات مخرب تنش شوری در در هر دو رقم گیاه گندم بوسیله تیمار با SA تا حدی بهبود یافته است و این تأثیر در رقم حساس (استار) بیشتر از رقم نسبتاً مقاوم (شیراز) بوده است.

واژه‌های کلیدی: سالیسیلیک اسید، تنش شوری، گندم، پرولین، تنش اکسایشی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۱۶۱۱۱۳۶۳۷ ، پست الکترونیکی: vniknam@khayam.ut.ac.ir

مقدمه

تنش شوری از تنش‌های غیر زیستی مهم است که اثرات زیانباری بر عملکرد گیاه و کیفیت محصول دارد (۳۵) و به عنوان مهمترین عامل تهدیدکننده تولید محصول در بسیاری از نقاط جهان در نظر گرفته می‌شود (۲۴). شوری به عنوان تهدیدی برای محصولات کشاورزی به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و رشد و نمو گیاهان غیر نمک رست را کاهش می دهد. تقریبا نیمی از زمین‌های تحت آبیاری و ۲۰ درصد از زمین های تحت کشت جهان تحت تأثیر شوری هستند (۳۵). تخمین زده می شود که در حدود ۴۰۰ تا ۹۰۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا با مشکل شوری مواجه هستند که سه برابر مساحتی است که توسط کشاورزان کشت می شود (۳). بطور کلی می‌توان گفت به استثنای اراضی استان‌های گیلان و مازندران، تقریبا تمام خاک‌های دشت و اراضی پست ایران کم و بیش شور بوده و بیشترین شوری در اراضی تحت آبیاری مشاهده می شود. در این مناطق کمبود منابع آب دارای کیفیت خوب برای کشاورزی باعث می‌گردد تا کشاورزان به ناچار، از آب‌های با کیفیت نامطلوب از جمله آب‌های شور استفاده نمایند. بنابراین ترتیب شوری خاک‌ها و منابع آب، یکی از عوامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور است (۱). یک راهکار برای این مشکل کشت ارقام دارای مقاومت به شوری بالا

است (۲۴). نیاز به تولید محصولات مقاوم به شوری از گذشته‌ها امری بدیهی بوده است (۱۶) و روش‌های ممکن برای افزایش مقاومت به طور گسترده تکرار شده است (۱۴). روش‌های زیست فناوری و اصلاح نژاد گیاهی مورد استفاده برای بهبود مقاومت به شوری در برنج، گندم و ذرت حتی بعد از انتقال ژن موفقیتقابل توجهی نداشته است (۱۳ و ۲۶). لذا استفاده از روش‌هایی که خطر و هزینه کمتری دارند مانند پیش تیمار بذر (Seed Priming) با برخی ترکیبات شیمیائی می تواند راه حل خوبی برای غلبه بر اثرات مخرب شوری باشد (۱۵). از برخی از تنظیم کننده های رشد گیاهی و بعضی ترکیبات شیمیایی به صورت برون زاد برای بهبود مقاومت به تنش های زیستی و غیرزیستی از جمله تنش شوری استفاده می شود. سالیسیلیک اسید به عنوان ترکیبی درون زاد و کلیدی در مقاومت نسبت به برخی بیماری ها در گیاهان محسوب می شود که دارای خواص شبه هورمونی است (۳). سالیسیلیک اسید می‌تواند اثرات مخرب فلزات سنگین در برنج، خشکی و تنش شوری در گندم را بهبود دهد (۲۱). مقدار قابل توجهی از تحقیقات شوری مربوط به گندم می باشد و امید است که ارقام مناسب گندم جهت کشت و کار در اراضی شور معرفی شوند.

مواد و روشها

به منظور بررسی اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید آزمایشی در مرداد ماه سال ۱۳۹۱ در شرایط گلخانه واقع در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه تهران انجام شد. در این پژوهش از ارقام شیراز و استار گندم نان که از مؤسسه اصلاح بذر و نهال تهیه شده بودند، استفاده شد. استار رقمی بهاره و نسبتا حساس و شیراز رقمی نسبتا مقاوم در برابر تنش های زیستی و غیر زیستی (شوری) است. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای این منظور بذرهای ضدعفونی شده رقم استار و شیراز به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، در سه غلظت صفر، ۰/۵ و ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید خیس شد. پس از گذشت این مدت بذرها با آب مقطر شسته شده و برای کاشت به گلدان حاوی پرلیت منتقل شدند. اعمال تنش شوری از مرحله سه برگی آغاز شد و شامل سه غلظت صفر ، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار نمک سدیم کلراید بود. پس از مشاهده اثرات ناشی از تنش شوری مانند کاهش طول گیاه و کلروزه و نکروزه شدن، گیاهان ۴۵ روزه به منظور سنجش و مشاهده اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برداشت شدند. سنجش وزن تر گیاه بلافاصله پس از نمونه‌برداری انجام شد. بقیه نمونه‌ها (برگ‌های کاملاً توسعه یافته) برای سنجش‌های بیوشیمیایی و سایر سنجش‌های فیزیولوژیکی بلافاصله در ازت مایع فریز و تا زمان انجام آزمایش‌ها در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

سنجش محتوای رنگیزه: به منظور اندازه گیری انواع کلروفیل (a، b و کل)، ۰/۵ گرم بافت برگ تر را در استون ۸۰ درصد سائیده و بعد با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره یک محلول به دست آمده صاف شد و میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر ساخت شرکت Shimadzu اندازه گیری گردید (۷ و ۹).

سنجش آب اکسیژنه: مقدار ۰/۳۵ گرم نمونه‌های گیاهی (برگ) تازه در هاون با ۵ میلی‌لیتر محلول تری‌کلرواستیک اسید ۰/۱٪ (بند ۲) که در حمام یخ قرار داشت، خوب سابیده شد. محلول حاصل به لوله منتقل شد. لوله حاوی نمونه یکنواخت شده در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت g ۱۲۰۰۰ سانتریفیوژ شد (تبدیل واحد g به دور در دقیقه بستگی به قطر روتور سانتریفیوژ دارد). ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول روشناور را به یک لوله جدید مستقر در حمام آب یخ که حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات ۱۰ میلی‌مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول یک مولار پتاسیم یدید است، اضافه نموده، ضمن آن که مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از هر یک از محلولهای دوازده‌گانه استاندارد را نیز به لوله‌هایی مستقر در حمام یخ حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر بافر

فسفات ۱۰ میلی‌مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول یک مولار یدید پتاسیم است، اضافه شد. درب لوله‌ها را بسته و با چندین بار سر و ته کردن محتوای لوله‌ها یکنواخت شد. بهتر است دستگاه اسپکتروفتومتر در محیط خنک و نیمه تاریک مستقر شده سپس با استفاده از محلول شاهد صفر شود. مقدار جذب در طول موج ۳۹۰ نانومتر قرائت شد. واحد هیدروژن پراکسید به دست آمده بر حسب میکرومول بر گرم نمونه تر می‌باشد و ضریب رقت در آن لحاظ شد (۴ × ۵ × ۲/۸۶) (۱۸).

اندازه‌گیری میزان پراکسیداسیون لیپیدی: پراکسیداسیون لیپیدی با اندازه گیری محتوای MDA تعیین می‌شود (۱۳). مقدار ۰/۲ گرم از برگ را در ۵ میلی لیتر از تری کلرواستیک اسید (TCA) ۰/۱ درصد وزنی- حجمی سابیده شده و بعد در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. به ۱ میلی لیتر از روشناور، ۴ میلی لیتر از تیوباربیوتیک اسید (TBA)۵ درصد در 20 (TCA) درصد، اضافه کرده، مخلوط واکنش در ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. بعد از سانتریفیوژ در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه، جذب روشناور در ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر Shimadzu مدل UV- 160 و مدل Photometric خوانده شد. برای محاسبه غلظت MDA از ضریب خاموشی معادل $155mM^{-1}cm^{-1}$ استفاده شد و در نهایت مقدار مالون دی آلدهید که محصول پراکسیداسیون لیپیدها است براساس میکرومول در گرم وزن تر محاسبه گردید (۳۳).

سنجش محتوای پرولین: نیم گرم بافت برگ تر در ۱۰ میلی لیتر از سولفوسالیسیلیک اسید ۳٪ (w/v) سابیده شد و بعد محلول صاف گردید. به محلول بدست آمده ۲ میلی لیتر اسید نین هیدرین و ۲ میلی لیتر استیک اسید گلاسیال افزوده و به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد جوشانده شد. ۴ میلی لیتر تولوئن به مخلوط واکنش افزوده و جذب روشناور را در طول موج ۵۲۰ نانومتر گزارش شد (۱۰).

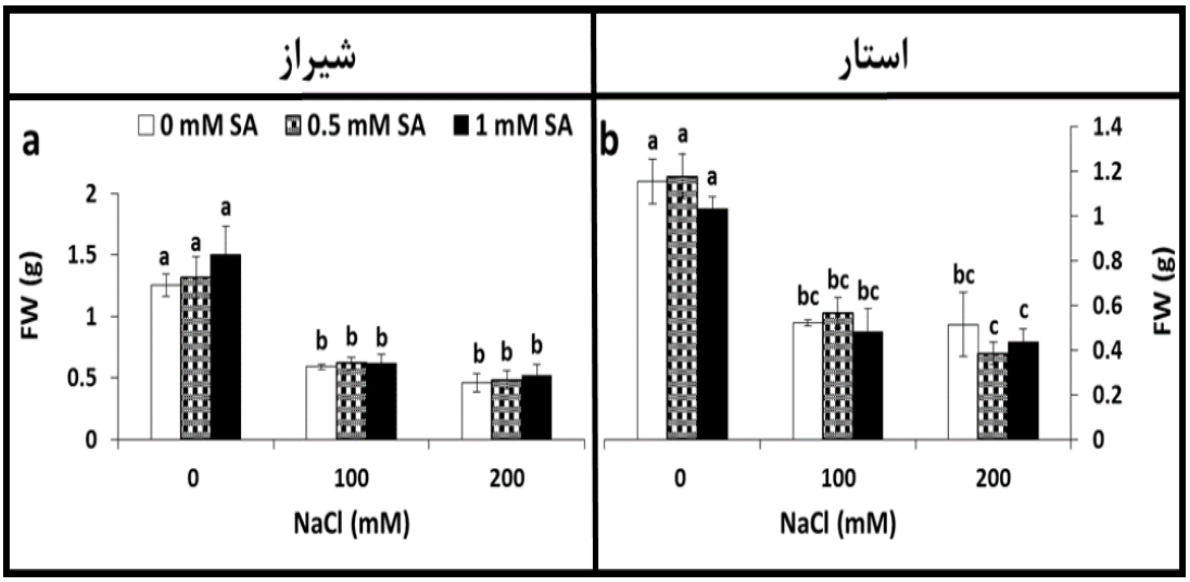
سنجش پروتئین: ۰/۱ گرم از ماده تر گیاه پس از توزین، با ۳ میلی لیتر بافر استخراج تریس- کلریدریک اسید (Tris-HCl pH = ۶/۸) به منظور حفظ فعالیت زیمایه‌ها بر روی یخ استخراج شد؛ پس از همگن سازی سانتریفیوژ نمونه ها در سرعت g ۱۳۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای $^{\circ}C$ ۴ انجام شد. روشناور حاصل را جدا کرده، حجم روشناور را اندازه گرفته و در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد و از آن به منظور بررسی کمی و کیفی پروتئین‌ها استفاده شد.

به تمامی لوله‌های آزمایش حاوی ۲/۵ میلی‌لیتر معرف برادفورد، ۱۰ میکرولیتر عصاره و ۴۰ میکرولیتر بافر استخراج اضافه شد و لوله‌ها سریعا (به مدت ۱۰ ثانیه) با سرعت g× ۲۲۰۰ مخلوط شدند. و پس از گذشت ۲۰ تا ۲۵دقیقه جذب در ۵۹۵nm خوانده شد. با کمک منحنی استاندارد (با استفاده از آلبومین سرم گاوی در محدوده صفر تا ۰/۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) غلظت پروتئین موجود در هر نمونه بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه شد (۱۱).

نتایج

مقایسه کلیه میانگین‌ها در سطح خطای ۵٪ به روش آزمون دانکن (DMRT) انجام شده است. همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش سطح شوری وزن تر در هر دو رقم به طور معنی‌داری کاهش یافته است. در رقم شیراز این کاهش در سطح شوری ۱۰۰ mM نسبت به ۲۰۰ mM معنی‌دار نبود. سالیسیلیک اسید بر روی وزن تر در هر دو رقم تأثیر معنی‌داری نداشت و اما غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در سطح شوری ۲۰۰ mM باعث کاهش معنی‌دار وزن‌تر در رقم استار شد. همان طور که در شکل (۲-a) مشاهده می‌شود با افزایش سطح شوری میزان

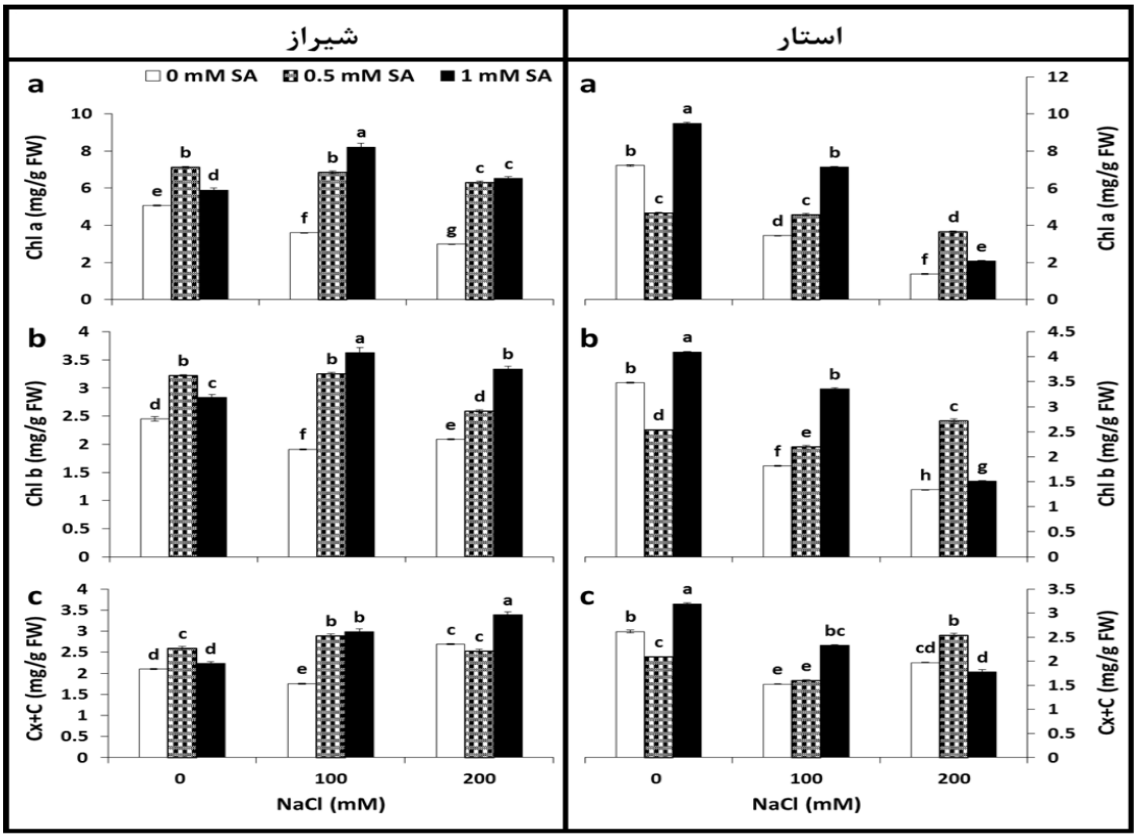
کلروفیل a در هر دو رقم کاهش یافت. پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقدار کلروفیل a نسبت به نمونه های شاهد شد.



شکل ۱- اثر پیش تیمار SA بر وزن تر گیاهچه های ارقام شیراز (a) و استار (b) گندم تحت تنش شوری.

میزان کلروفیل b با افزایش سطح شوری کاهش یافت (شکل۲-b). در رقم شیراز این کاهش در سطح شوری ۱۰۰mM و ۲۰۰ mM معنادار نبود. در هر دو رقم پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش میزان کلروفیل b در گیاهان فاقد تنش و در حضور تنش شد. به طور کلی میزان کلروفیل کل با افزایش شوری در هر دو رقم کاهش یافت و پیش تیمار با سالیسیلیک اسید این خسارت ناشی از شوری را کاهش داده و سبب افزایش میزان کلروفیل کل گردید. همانطور که از شکل (۲-c) مشخص است در رقم استار با افزایش تنش شوری محتوای کاروتنوئید کاهش یافت و پیش تیمار با سالیسیلیک اسید سبب افزایش این محتوا شده است. در رقم شیراز با افزایش سطح شوری به ۱۰۰mM میزان کاروتنوئید کاهش یافت اما این روند در ۲۰۰mM معکوس شده و سبب افزایش میزان کاروتنوئید شد و به طور کلی پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش میزان کاروتنوئید در هر دو رقم گردید. همان طور که از شکل (۳-b) پیداست با افزایش غلظت نمک، محتوای پرولین برگ‌ها در هر دو رقم افزایش یافت. در رقم استار این افزایش در سطح ۱۰۰ mM شوری نسبت به ۲۰۰ mM بیشتر است. پیش تیمار با سالیسیلیک اسید در گیاهان تنش دیده به طور چشمگیری سبب کاهش محتوای پرولین شد. در رقم شیراز با افزایش شوری محتوای پرولین افزایش یافت ولی این افزایش در سطح ۱۰۰ mM نسبت به ۲۰۰ mM معنادار نیست. پیش تیمار با سالیسیلیک اسید در گیاهان کنترل سبب افزایش محتوای پرولین شد. میزان پراکسیداسیون لیپید براساس تجمع محتوای مالون دی آلدهید در بافت برگ اندازه‌گیری شد. با توجه به شکل (۳-c) با افزایش سطح شوری در هر دو رقم میزان مالون دی آلدهید نیز افزایش یافته است که این افزایش در شوری ۲۰۰mM بسیار چشمگیر است. در رقم استار افزایش مالون دی‌آلدهید در گیاهچه‌هایی که تحت پیش‌تیماری قرار نگرفتند بیشتر و با افزایش غلظت نمک غلظت مالون دی-آلدهید زیاد شد. سالیسیلیک اسید سبب کاهش محتوای مالون دی آلدهید در گیاهچه‌های تنش دیده شد که این کاهش در شوری ۲۰۰mM بسیار چشمگیر است. با توجه به شکل ۳ در هر دو رقم با افزایش سطح شوری پراکسید

هیدروژن افزایش یافته است که میزان پراکسید هیدروژن در شوری ۱۰۰mM بسیار بیشتر است. پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش پراکسید هیدروژن در نمونه‌های کنترل شده است که این میزان در ۱mM نسبت به ۰/۵mM سالیسیلیک اسید بیشتر است.



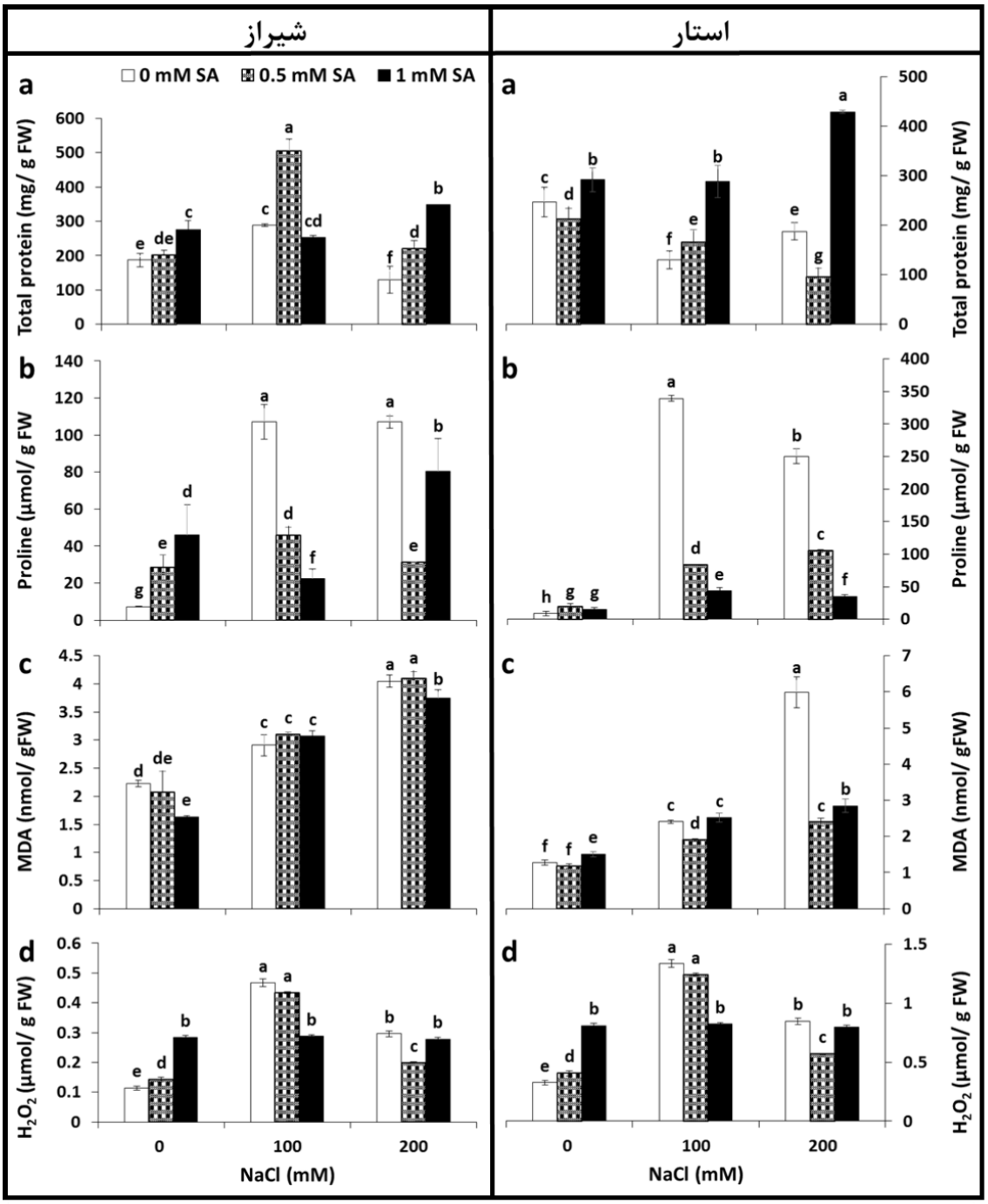
شکل ۲- اثر پیش تیمار SA بر محتوای رنگیزه‌های گیاهچه های ارقام شیراز و استار گندم تحت تنش شوری.

در گیاهان تنش دیده سالیسیلیک اسید سبب کاهش محتوای پراکسید هیدروژن شده است. همانطور که در شکل (۳-d) مشخص است با افزایش غلظت نمک محتوای پروتئین کل در هر دو رقم کاهش یافته است، البته در رقم شیراز در شوری ۱۰۰mM افزایش محتوای پروتئین کل مشاهده شد. در رقم استار پیش تیمار سالیسیلیک اسید در گیاهان کنترل و تنش دیده سبب افزایش محتوای پروتئین کل شده است که این افزایش در شوری ۱۰۰mM بیشتر قابل توجه است (شکل۳-a). در رقم شیراز پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش محتوای پروتئین کل در گیاهان تنش دیده و شاهد شد. در گیاهان شاهد و تحت تیمار شوری ۲۰۰mM غلظت ۱mM سالیسیلیک اسید تأثیر بیشتری روی محتوای پروتئین کل در مقایسه با ۰/۵ mM سالیسیلیک اسید دارد. در گیاهان تحت تیمار شوری ۱۰۰mM، غلظت ۱mM سالیسیلیک اسید تفاوت معناداری را در محتوای پروتئین کل نداشت و غلظت ۰/۵mM سالیسیلیک اسید سبب افزایش چشمگیری در محتوای پروتئین کل شده است.

بحث

نتایج حاصل از تنش شوری و پیش تیمار SA بر وزن تر در شکل (۱) نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تنش شوری باعث کاهش وزن تر شده و SA این اثر را کاهش داده، مشابه همین نتیجه قبلا در گندم گزارش

شده است (۱۷). سالیسیلیک اسید در سنتز پروتئین‌های خاصی بنام پروتئین کیناز نقش دارد، این پروتئین‌ها نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت‌زایی سلول بازی می‌کنند (۳۱).



شکل ۳- اثر پیش تیمار SA بر محتوای پروتئین (a)، پرولین (b)، MDA (c) و آب اکسیژنه (d) گیاهچه های ارقام شیراز و استار گندم تحت تنش شوری.

به طور کلی میزان کلروفیل کل با افزایش شوری در هر دو رقم کاهش یافت و پیش تیمار با سالیسیلیک اسید خسارت ناشی از شوری را کاهش داده و سبب افزایش میزان کلروفیل کل می‌گردد. محتوای کلروفیل حساس به شوری است و کاهش در سطوح کلروفیل به علت تنش شوری در چندین گیاه، مثل نخودفرنگی (۴)، گندم (۸)، برنج (۶) و گوجه فرنگی (۵)گزارش شده است. کاهش در غلظت کلروفیل احتمالا به علت اثر مهاری یون‌های تجمع یافته نمک‌های مختلف بر روی زیست‌آزمایی کلروفیل است. بعلاوه در گیاهان تحت تنش شوری، تخریب فراساختار کلروپلاست شامل غشاء پلاستیدی، تیلاکوئیدها (۳۰) و دستگاه‌های فتوسنتزی ممکن است منجر به سمیت مستقیم یون سدیم یا آسیب اکسایشی القا شده توسط تنش شود (۲۲). پیش تیمار سالیسیلیک اسید این آسیب را کاهش داده و سبب افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود. فرض بر این است که سالیسیلیک اسید وضعیت عملکردی سازمان فتوسنتزی در گیاهان را با به حرکت درآوردن و تجهیز زیست‌آزمایی کلروفیل یا نیترات بافت داخلی افزایش می‌دهد (۳۱). همچنین گزارش شده است که سالیسیلیک اسید اثرات تحریک‌کننده‌ای روی ظرفیت فتوسنتزی در گیاهان ذرت از طریق القا فعالیت روبیسکو دارد (۱۸). پرولین به عنوان یک ماده محافظت کننده غیرسمی، برای تنظیم اسمزی در شرایط شوری و سایر تنش‌های محیطی مطرح است (۱۲). از سوی دیگر پرولین تجمع یافته در گیاهان، باعث افزایش ظرفیت پاداکسایشی و خنثی سازی رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل می‌شود (۳۲)، بنابراین به نظر می رسد تجمع آمینواسید پرولین به عنوان سازوکاری مؤثر جهت کاهش فعالیت رادیکال‌های آزاد اکسیژن و حفظ محتوای آب یاخته‌ای گیاه، تحت شرایط شوری مطرح باشد. اسمولیتهای سازگار در غلظت‌های بالا می‌توانند اثرات مهاری یون‌ها روی فعالیت زیمایه‌ها را کاهش دهند (۲۰). کاهش در سطح تجمع پرولین در دانه-رست‌های تحت تیمار سالیسیلیک اسید ممکن است به علت فروتنظیمی زیمایه‌های زیست‌آزمایی پرولین و نیز فراتنظیمی زیمایه‌های تخریب پرولین باشد. تجمع پرولین پیشنهاد می‌کند که این ماده یک ترکیب مهم در طیف واکنش‌های میانجیگری شده با آبسیزیک اسید و القا شده با سالیسیلیک اسید در گیاهان در پاسخ به شوری و کمبود آب است، که هم در القا اثرات مخرب عوامل تنش و هم در تسریع ترمیم و انجام متابولیسم‌ها در گیاهان همکاری می‌کند (۲۹). البته افزایش تولید مالون دی آلدهید و کاهش آن در اثر مصرف سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری در عدسک آبی نیز مشاهده شده است (۲۷). کاهش آسیب غشای یاخته‌ای در پاسخ به تیمار سالیسیلیک اسید که با افزایش وزن خشک گیاهچه‌های تنش دیده همراه است می‌تواند نمایانگر مسئله القاء سیستم دفاع پاداکسایشی بوسیله سالیسیلیک اسید، با از بین بردن رادیکال‌های آزاد بطور مستقیم و یا توسط زیمایه‌های پاداکساینده باشد، که خسارت ناشی از این انواع فعال را کاهش دهد و درنتیجه پراکسیداسیون لیپیدی شامه کاهش یافته است. اینگونه بنظر می‌رسد که سالیسیلیک اسید با پاکسازی رادیکال‌های آزاد، از اکسایش چربی‌ها جلوگیری نموده و مانع افزایش مالون دی آلدهید شود (۲۵). تاکنون بسیاری از محققان، افزایش انواع فعال اکسیژن به ویژه هیدروژن پراکسید را که منجر به آسیب بافت‌های گیاهی می‌گردد در پاسخ به عوامل نا-مناسب محیطی مانند تنش‌های سرما، شوری، فلزات سنگین و خشکی گزارش کرده اند. انباشتگی هیدروژن پراکسید می‌تواند منجر به تنش اکسایشی در گیاه شده، و در متابولیسم کلی یاخته اختلال ایجاد کند (۲۲). نتایج بدست آمده از تأثیر شوری و پیش تیمار SA بر محتوای پروتئین با گزارشهای قبلی (۲۳) که روی گیاه سویا تحت تنش شوری ۱۰۰ و ۲۰۰ mM انجام شد، مطابقت دارد. انواع فعال اکسیژن تولید شده تحت تنش شوری ممکن است سبب تجزیه و اکسید شدن پروتئین شود (۲۸). محتوای پروتئین به تفاوت در سرعت سنتز و تجزیه آن بستگی دارد. پژوهشگران متعددی کاهش مقدار پروتئین را

تحت شرایط شوری گزارش کرده اند. سالیسیلیک اسید یک پاداکساینده غیرزیمایه‌ای است که در سنتز پروتئین‌های خاصی به نام پروتئین کیناز نقش دارد، این پروتئین‌ها نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت‌زایی یاخته دارند (۲، ۳۴).

نتیجه‌گیری

تنش شوری منجر به کاهش رشد گیاه گندم شده و در نتیجه می تواند باعث کاهش پتانسیل تولید این گیاه در اراضی کشاورزی شود. بنابراین افزایش مقاومت گیاهان به شوری به عنوان راهکاری برای حل این مشکل مطرح می شود. با توجه به اینکه روش‌های زیست فناوری و اصلاح‌نژاد خطر بالایی دارند و پرهزینه هستند، پیش تیمار بذر می‌تواند راه حل ساده و خوبی برای غلبه بر اثرات مخرب شوری باشد. بدین منظور از آن دسته از ترکیبات شیمیایی و تنظیم کننده های رشد گیاهی استفاده می‌شود که توان گیاه را برای مقابله با تنش شوری و آسیب‌های ناشی از آن بالا ببرد. سالیسیلیک اسید یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است که غلظت آن در گیاه هنگام مواجهه با تنش های زیستی و غیرزیستی افزایش می‌یابد. این تنظیم کننده به عنوان یک پاداکساینده غیرزیمایه‌ای عمل می‌کند. نتایج کلی نشان داد که پیش تیمار سالیسیلیک اسید سبب بالا بردن توان پاداکسایندگی گیاه در مقابله با تنش شوری می‌شود. البته اثر بهبود روی رقم حساستر (استار) در مقایسه با رقم مقاومتر (شیراز) قابل توجه است. با این حال، به نظر می‌رسد برای نتیجه-گیری بهتر در مورد تأثیر پیش‌تیمار این ماده استفاده از این ترکیب در دامنه وسیع‌تری مورد نیاز باشد. به‌عنوان‌مثال در اکثر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مورد بررسی تفاوت معناداری بین تأثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید مشاهده نشده است. در حالیکه که از اثر مثبت آن نیز در بهبود آسیب‌های ناشی از تنش نمی‌توان چشم‌پوشی کرد. به طور کلی پیش تیمار این ماده سبب بهبود آسیب-های ناشی از تنش شوری در هر دو رقم شد که این تأثیر در رقم حساس (استار) بیشتر از رقم مقاومتر (شیراز) است. بنابراین می‌توان گفت که پیش‌تیمار این ماده می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش اثرات مضر ناشی از تنش شوری در گندم باشد.

منابع

۱ – افیونی، داوود. مرجوی، علیرضا. قندی، اکبر.. نکاتی از زراعت و تغذیه گندم در اراضی شور. نشریه ترویجی

۲– دولت آبادیان ، آریا.مدرس ثانوی،سیدعلی محمد و اعتمادی، فاطمه. (۱۳۸۶). اثرپیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه زنی گندم در شرایط تنش شوری. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۱. شماره ۴. ۶۹۲-۷۰۲.

۳– مجد،احمد.مداح، سیده مهدخت. صباغ‌پور،سیدحسین و چلبیان ،فیروزه.(۱۳۸۵). بررسی مقایسه ی اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزاء عملکرد و مقاومت دو رقم حساس و مقاوم نخود نسبت به قارچ *Ascochyta rabiei* ، مجله زیست شناسی، جلد ۱۹ شماره ۳ .۳۱۴-۳۲۴.

4- Ahmad, P., Jhon,R. (2005). Effect of salt stress on growth and biochemical parameters of *Pisum sativum* L. Archives of Agronomy and Soil Science. 51: 665-672.

5- Al-aghabary K, Zhu,Z., Qinhua,S. (2004). Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. Journal of Plant Nutrition. 27: 2101-2115.

6- Anuradha,S.,Rao,S.S.R.. (2003). Application of brassinosteroids to rice seeds (*Oryza sativa* L.) reduced the impact of salt stress on growth and improved photosynthetic pigment levels and nitrate reductase activity. Plant Growth Regulation.40: 29-32

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

8- Ashraf,M., Karim,F., Rasul,E. (2002). Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. Plant Growth Regulation. 36: 49-59.

9- Ashraf,M.Y., Azmi, A.R., Khan A.H. and Ala, S.A. (1994). Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. Acta Physiologiae Plantarum. 16: 185-191

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

11- Bradford, M.M.(1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

12- Cayley, S., Lewis, B. A. Record, M. T. (1992). Origins of the osmoprotective properties of betaine and proline in Esherichia coli K-12. Journal of Bacteriology. 174: 1586-1595.

13- Dionisio-Sese, M.D., Tobita, S.(2000). Effects of salinity on sodium content and photosynthetic responses of rice seedlings differing in salt tolerance. J. Plant Physiology.157: 54–58.

14- Epstein,E., Norlyn,J.D., Rush,D.W., Kingsbury,R., Kelley,D,B., Wrana,A.F. (1980). Saline culture of crops: a genetic approach. Science. 210: 399±404.

15- Iqbal,M., Ashraf, M. (2010). Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environmental and Experimental Botany.

16- Jacobsen,T., Adams,R.M. (1958). Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture. Science .128:1251±1258.

17- Khan,A., Ahmad,M.S.A., Athar,H and Ashraf,M.(2006). Interactive effect of foliarly applied ascorbic acid and Salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.) at the Seedling Stage. Pakistan Journal of Botany.38: 1407-1414.

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

19- Loreto,F., Velikova,V. (2001). Isoprene produced by leaves protects the photosynthetic apparatus against ozone damage, quenches ozone products, and reduces lipid peroxidation of cellular membranes. Plant Physiology 127: 1781-1787.

20- Matysik,J., Alia,B.B., Mohanty,P. (2002). Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. Current Science. 82:525–531.

21- Misra, N., Saxena,P. (2009). Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. Plant Science. 181-189.

22- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Science. 7: 405–410.

23- Muthukumarasamy,M., Gupta,S.D, Panneerselvam,R. (2000). Influence of triadimefon on the metabolism of NaCl stressed radish. Biology Plant. 43:67-72.

24- Noaman, M.M. (2000). Evaluation of some recombinant lines of *Triticum turgidum* L. for salt tolerance. Journal of Arid Environments. 46:239-247.

25- Noctor, and Foyer C.H. (1998). Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology. 49: 249-279.

26- Ottow, E.A., Brinker, M., Teichmann, T., Fritz, E., Kaiser, W., Brosché, M., Kangasjarvi, J., Jiang, X.-N., Polle, A., (2005). *Populus euphratica* displays apoplastic sodium accumulation, osmotic adjustment by decrease in calcium and soluble carbohydrates, and develops leaf succulence under salt stress. Plant Physiology. 139: 1762–1772.

27- Panda, S.K., Upadhyay, R.K (2004). Salt stress induces oxidative alterations and antioxidative defense in the roots of Lemna minor. Biology Plant., 48: 249-253.

28- Sajid,Z.A, Aftab,F. (2009). Amelioration of salinity tolerance in Solanum toberosum L. by exogenous application of ascorbic acid. In Vitro Cell Development Biology Plant. 45:540-549.

29- Sakhabutdinova,A.R., Fatkhutdinova ,D.R, Bezrukova,M.V., Shakirova,F.M. (2003). Salicylic acid prevents damaging action of stress factors on wheat plants. Bulgarian Journal Plant Physiology (special issue) .314–319.

30- Santos, C.V, (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves, Scientia Horticulturea, 103: 93-99.

31- Shi,Q., Bao,Z., Zhu,Z., Ying,Q., Qian,Q. (2006). Effects of different treatments of salicylic acid

on heat tolerance, chlorophyll fluorescence and antioxidant enzyme activity in seedlings of Cucumis sativa L. Plant Growth Regulation. 48:127–135.

32- Smirnoff, N. Cumbes, Q. J. (1989). Hydroxyl radical scavenging of compatible solutues. *Phytochemistry*, 28:1057-1060.

33- Stewart,R.R.C., Bewley,J.D. (1980). Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. Plant Physiology.65: 245-248.

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

35- Zhu, J.K. (2001). Over expression of a delta-proline-5-carboxylate synthetase gene and analysis of tolerance to water and salt stress in transgenic rice.Trends Plant

Evaluation of salicylic acid pretreatment and salinity stress on some physiological and biochemical parameters in *Triticum aestivum* L.

Rahimi-Tashi T. and Niknam V.

Plant Biology Dept. and Center of Excellence in Phylogeny of Living Organisms in Iran, School of Biology, College of Science, University of Tehran, Tehran. I.R. of Iran

Abstract

Salicylic acid (SA), a plant phenolic compound is considered as a plant growth regulator and its role in the defense mechanisms against biotic and abiotic stresses has been well characterized. This experiment was conducted to investigate the impact of SA on growth, physiology and biochemical parameters of *Triticum aestivum* grown under salt stress. For this purpose, *Triticum aestivum* L (Shiraz and Star cultivars) seeds were soaked in SA (0, 0.5 and 1 mM) and then salinity was applied by NaCl (0, 100 and 200 mM). FW (fresh wight), photosynthetic pigment and total protein contents decreased sharply with increasing stress levels. Prolin, MDA and H_2O_2 content increased significantly under salt stress. However, seeds pretreated with salicylic acid along with the salinity levels showed enhancement in growth parameters, photosynthetic pigments, and total protein content, while proline, MDA and H_2O_2 levels decreased. The results showed that deleterious effects of salinity in *Triticum aestivum* plants were significantly encountered by the pretreatment with salicylic acid. It is concluded that salicylic acid could ameliorates the negative effects of salinity in *Triticum aestivum* cultivars.

Key words: salicylic acid pretreatment, salinity, *Triticum aestivum*, proline content, oxidative stress