نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص. ۱۱۲-۱۰۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 26, No. 1, Spring 2012, P. 104-112
ISSN: 2008 - 4730

اثر سالیسیلیک اسید بر رشد و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گل تکمه ای (*Gomphrena globosa* L.) در شرایط تنش شوری

مریم کمالی[۱*]- سیده مهدیه خرازی[۲]- یحیی سلاح ورزی[۳]- علی تهرانی فر[۴]

تاریخ دریافت:۹۰/۳/۹
تاریخ پذیرش:۹۰/۷/۵

چکیده

سالیسیلیک اسید یکی از ترکیبات مفید برای گیاهان محسوب می شود که نقش مهمی در مقاومت گیاهان به تنش های محیطی از جمله تنش شوری دارد. بدین منظور و جهت ارزیابی تاثیر سالیسیلیک اسید و شوری بر خصوصیات فیزیومورفولوژیک و کیفی گل تکمه ای (*Gomphrena globosa* L.)، آزمایشی با سه سطح سالیسیلیک اسید (۴۰۰ ppm و ۲۰۰، ۰) و سه سطح کلرید سدیم (۳۰۰ mM و ۱۵۰، ۰)، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در پایان آزمایش، خصوصیات رویشی شامل وزن خشک بخش هوایی و ریشه اندازه گیری شد. همچنین شاخص کلروفیل، کلروفیلa، b، کل و نشت الکترولیت مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد گل گیاه به عنوان صفتی کیفی در انتهای آزمایش شمارش گردید. نتایج حاصل از بر همکنش تیمار شوری و سالیسیلیک اسید نشان داد با افزایش تنش شوری تا سطح ۳۰۰ میلی مولار، هدایت روزنه ای، تعداد گل، وزن خشک بخش هوایی، وزن خشک ریشه، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب به ترتیب برابر ۷۵، ۹۶، ۴۸، ۴۸، ۸۲ و ۳۸ درصد کاهش و نشت الکترولیت برابر ۹۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. در حالی‌که محلول پاشی با تیمار سالیسیلیک اسید میزان نشت الکترولیت را کاهش داده و سایر صفات مورد اندازه گیری را بهبود بخشید. محلول پاشی برگی سالیسیلیک اسید از طریق افزایش محتوای رطوبت نسبی برگ، منجر به حفظ تورم و حجم برگ می‌شود و غشای سلولی را محافظت می‌کند. همچنین با افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی و حفظ آنها تحت شرایط انواع تنش از جمله تنش شوری موجب بهبود صفات فیزیولوژیکی گیاهان شده و مقاومت گیاهان را در شرایط سخت ناشی از تنش افزایش می‌دهد. بر اساس نتایج این پژوهش غلظت مناسب سالیسیلیک اسید جهت محلول پاشی برگی، غلظت ppm ۲۰۰ آن می‌باشد که می‌تواند در افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، سالیسیلیک اسید، گل تکمه ای، هدایت روزنه ای

مقدمه

شوری پس از خشکی از مهم ترین و متداول ترین تنش های محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است (۷). بخش قابل توجهی از اکوسیستم های طبیعی و زراعی دنیا تحت تنش شوری قرار دارند (۳۵). حدود ۳۳ درصد از اراضی کشاورزی در جهان شورند. تجمع کلرید سدیم در خاک، حاصلخیزی آن را کاهش داده و برای جبران حاصلخیزی از دست رفته مقدار زیادی آب، انرژی و مدیریت دقیق نیاز می باشد (۱۵). کشور ما دارای اقلیم گرم وخشک بوده و مجموع خاک های شور و سدیمی در آن حدود ۲۷ میلیون هکتار تخمین زده شده است که این رقم شامل بیش از نیمی از زمین های قابل کشت می باشد (۴). همچنین ۱۲ درصد از آبهای سطحی کشور در ردیف آبهای شور قرار می‌گیرد. ضمن اینکه دریاچه های آب شور داخلی و آبهای شور شمال و جنوب کشور نیز از قابلیت های آبی آینده کشور محسوب می شوند (۲).

چگونگی بهره برداری از منابع آب و خاک در وضعیت فعلی جهان و ادامه آن دورنمای نگران کننده ای را برای قرن آینده مطرح می‌نماید. کمبود منابع آب با کیفیت مناسب و توسعه شوری امری اجتناب ناپذیر است (۲). گرچه حجم مطالعات انجام شده در رابطه با اثر شوری بر جوامع گیاهی و ویژگی های رشد و نمو گیاهان قابل توجه است ولی اکثر این مطالعات در مورد گیاهان خاص و به ویژه گیاهان زراعی انجام شده است (۴۴ و ۵۰).

۱،۲و۴- به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:m.kamali57@yahoo.com)
۳- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات انار دانشگاه فردوسی مشهد

اصولاً گیاهان در مواجهه با تنش شوری با دو مشکل عمده رو به رو می‌شوند. از طرفی خسارت شوری در گیاهان با کاهش پتانسیل آب در محیط رشد ریشه سبب محدودیت جذب آب توسط ریشه می‌گردد (۲۵)، و از طرف دیگر برخی یون‌ها آثار سمی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه بر جا می‌گذارد که هر دو مسأله سبب اختلال در جذب عناصر غذایی توسط ریشه و در نهایت منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود (۶۰). تنش شوری بسیاری فرآیندهای فیزیولوژیکی من جمله فتوسنتز را با مشکل مواجه می کند. به عنوان مثال این کاهش فتوسنتز در کلم (۴۰) مشاهده شده است. تنش شوری باعث تجمع انواع اکسیژن فعال در سلول و آسیب رساندن به چربی های غشا، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلوئیک می شود (۴۲). شوری می تواند مستقیما بر جذب سایر عناصر غذایی تاثیر گذار باشد. به عنوان مثال یون سدیم (Na^+) می تواند جذب یون پتاسیم (K^+) توسط سلول های ریشه را کاهش دهد و یا یون کلر (CL^-) مانع جذب یون نیترات (NO_3^-) می شود. بدین ترتیب حساسیت به صدمات و یا احتیاجات تغذیه ای درونی گیاه را سبب می گردد (۳۴). یکی از پارامترهای رشدی گیاه، نسبت ریشه به اندام هوایی است و گیاهان معمولاً این نسبت را در یک سطح معین ثابت نگه می‌دارند. شوری باعث کاهش رشد اندام هوایی و ریشه گیاه می‌شود. در بسیاری موارد رشد اندام هوایی بیش از رشد ریشه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به این ترتیب در اثر شوری نسبت ریشه به اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد در اثر شوری تخصیص کربن به اندام‌های هوایی تغییر می‌کند (۶۱). محمد و همکاران (۳۶)، گزارش کردند که بلندی گیاه، وزن خشک ریشه و ساقه جو با شوری کاهش می یابد که این کاهش رشد ممکن است به دلیل اثرات منفی پتانسیل اسمزی شدید محلول خاک باشد که جذب آب و عناصر غذایی را کاهش می دهد و در نهایت باعث کاهش رشد ریشه و بخش هوایی می شود.

از طرفی سالیسیلیک اسید نقش مهمی، در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی دارد (۴۸). به کارگیری محرک های زیستی چند هفته قبل از اعمال تنش موجب مقاومت در برابر تنش می شود (۴۸). بر طبق نظرات راسکین سالیسیلیک اسید[1] باید در زمره تنظیم کننده‌های رشد گیاهی دسته بندی شود. سالسیلیک اسید یا اورتوهیدروکسی بنزوئیک اسید[2]، یک تنظیم کننده رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی می باشد که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. القاء گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تاثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش های مهم سالیسیلیک اسید به شمار می رود (۴۸). به عنوان مثال در سوسن سفید (*Lilium spp*) هنگام گلدهی گرما تولید می شود که در جذب یونها از ریشه و ضریب هدایت روزنه‌ها نقش دارد (۴۸). سالسیلیک اسید در تنظیم و ایجاد علامت هایی برای بیان ژن‌ها در زمان پیری در گیاه آرابیدوپسیس دخالت دارد (۴۸). سالیسیلیک اسید در گیاهانی که تحت تنش های محیطی قرار دارند نقش حفاظتی دارد و سبب افزایش مقاومت به شوری در گیاهچه های گندم می گردد (۵۳). تولید پروتئین های شوک گرمایی در توتون (۵۳) و تجمع لکتین‌ها در گندم (۵۵) نیز به سالیسلیک اسید نسبت داده می شود. کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید سبب ایجاد تحمل به گرما (۱۸) و تنش شوری در دو لپه ای‌ها نیز می گردد (۱۳). به طور کلی سالیسیلیک اسید اثرات کلیدی در گیاهان از جمله تاثیر در جذب عناصر غذایی (۲۴)، پایداری غشا (۲۳)، عملکرد روزنه‌ها (۸)، بازدارندگی سنتز اتیلن (۵۸)، و افزایش رشد (۴۷) دارد. کاربرد سالیسیلیک اسید (۲۰ mg/L) به قسمت‌های برگی گیاه کلزا (*Brassica napus*) میزان کلروفیل را افزایش داد (۲۲). کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید در گیاهانی که در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند سبب تجمع پرولین می‌شود (۵۴). عبدالواحد (۵)، گزارش کرد که اسپری برگی سالیسیلیک اسید سبب افزایش قابل توجهی در قند، پروتئین و روغن در دانه‌های ذرت شد، در حالی که غلظت‌های بالاتر سالیسیلیک اسید مقادیر این ترکیبات را کاهش داد.

گیاه گل تکمه ای با نام علمی *Gompherena globosa* L. گیاهی چهار کربنه از خانواده تاج خروس[3] است. برگ‌ها کشیده و کرک دار بوده و دارای گل هایی به شکل تکمه می‌باشد. بعضی از انواع گل تکمه ای می توانند سطوح بالای شوری را تحمل کند (۱۵). توانایی گیاهان این خانواده در پاسخ به شرایط نامناسب مثل انواع تنش، خاک‌های فقیر از مواد مغذی، محدوده وسیع حرارتی، تابش زیاد و مقاومت به خشکی، این گیاهان را به عنوان محصولی جدید و فراموش شده در مناطق نیمه خشک مطرح کرده است (۴۹). به نظر می‌رسد گیاهان زینتی خانواده تاج خروس می توانند به عنوان یک گیاه مقاوم به شرایط تنش در فضای سبز شهری مورد استفاده وسیع قرار گیرند.

با توجه به اینکه تنش شوری از عوامل محدود کننده در تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود بنابراین تحقیق بر روی مکانیزم مقاومت گیاهان به تنش شوری حائز اهمیت است. در این میان استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در بهبود و رفع آثار تنش شوری بسیار سودمند است. در این پژوهش تاثیر پیش تیمار سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری بر رشد وخصوصیات مورفوفیزیولوژیک گل تکمه ای مورد بررسی قرار گرفته است.

1- Salicylic Acid
2- Ortho hydroxyl benzoic acid
3- Amaranthaceae

مواد و روش ها

پژوهش حاضر در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در تابستان ۱۳۸۹ با حداکثر دمای روزانه ۳۰ درجه سانتیگراد و حداقل دمای روزانه ۱۶ درجه سانتیگراد انجام شد. بذرهای گل تکمه‌ای در بستر کوکوپیت کشت شده و در مرحله چهار برگی به گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتیمتر و طول ۱۸ سانتی متر شامل مخلوطی از ماسه و خاک رس به نسبت ۱:۱ منتقل شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی شامل سه سطح کلرید سدیم (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ mM) و سه سطح سالیسیلیک اسید (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm)، با چهار تکرار انجام شد. تنش شوری یک ماه بعد از انتقال نشا به گلدان های مورد نظر (دوره استقرار) اعمال گردید. به طوریکه گیاهان به طور مرتب بر حسب نیاز آبی با آب شور حاوی غلظت‌های مورد نظر آبیاری شدند. محلول پاشی برگی با سالیسیلیک اسید نیز یک هفته قبل از آغاز تنش شروع شده و با فواصل هفت روز تا سه هفته بعد از اعمال تنش ادامه یافت. بعد از مرحله گلدهی و با مشاهده علایم تنش، عدد اسپد (شاخص کلروفیل) با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (SPAD 502)، در برگ های جوان (کاملا توسعه یافته) و هدایت روزنه ای با استفاده از پرومتر ارزیابی شد. تعداد گل مورد شمارش قرار گرفت. وزن خشک ریشه و بخش هوایی با استفاده از ترازوی ۰/۰۰۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. نشت الکترولیت[1] به منظور ارزیابی میزان پایداری غشاء یاخته‌های برگی طبق روش سایرام و همکاران (۴۵) و براساس رابطه فوق محاسبه گردید:

$$EL\ (\%) = (EC_1/ EC_2)\times 100$$

در این معادله EC_1 و EC_2 به ترتیب هدایت الکتریکی اولیه و ثانویه می‌باشند.

جهت اندازه گیری محتوای رطوبت نسبی[2] (RWC) نمونه‌های برگی بعد از اندازه گیری وزن تر، در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و نور کم غوطه ور شدند تا وزن آماس نمونه‌ها بدست آید، سپس برای به دست آوردن وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شدند و RWC طبق معادله زیر محاسبه شد (۴۳).

$$RWC\ (\%) = [\text{وزن خشک} - \text{وزن آماسیده}/ \text{وزن خشک} - \text{وزن تر}] \times ۱۰۰$$

محاسبات آماری با نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

وزن خشک بخش هوایی و ریشه

نتایج مربوط به وزن خشک اندام هوایی و ریشه نشان داد بین غلظت های متفاوت شوری و همچنین سطوح مختلف سالیسیلیک اسید اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۱). از سوی دیگر برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید نیز بر مقادیر وزن خشک بخش هوایی و ریشه به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار بود. با افزایش شوری از وزن خشک گیاه (ریشه و بخش هوایی) کم شد. بدین ترتیب شدید ترین تیمار شوری (۳۰۰ mM)، وزن خشک بخش هوایی و ریشه را در مقایسه با میانگین شاهد به ترتیب برابر ۳۳/۶ و ۳۶/۸ درصد کاهش داد (جدول ۱). برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید نیز نشان داد در شوری ۱۵۰ mM کلرید سدیم، با افزایش سالیسیلیک اسید از صفر به ۲۰۰ ppm وزن خشک بخش هوایی و ریشه به ترتیب برابر ۳۳/۳ و ۹۹ درصد افزایش یافته است (جدول ۲). با توجه به اینکه یکی از آثار تنش شوری جلوگیری از جذب آب و ایجاد تنش خشکی است به همین دلیل پتانسیل آب جهت آماس سلولها، کاهش می یابد و در نتیجه وزن گیاه کم می‌شود. از طرفی در غلظت های بالای نمک، یون های سدیم و کلر باعث مسمومیت گیاه شده و فعالیت فتوسنتزی را مختل می کند. بدین ترتیب مواد غذایی لازم برای رشد و نمو سلول‌ها فراهم نشده و رشد به کندی صورت می گیرد (۲۸). سالیسیلیک اسید فعالیت برخی آنزیم های آنتی اکسیدانتی را افزایش می دهد (۳۰)، که این آنزیم‌ها در تنظیم سیستم فتوسنتزی و به دنبال آن رشد موثر می باشند (۲۶).

گزارش شده است کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید میزان رشد را در گل آفتابگردان (۴۳) و ذرت (۳۱) تحت تنش شوری بهبود می‌بخشد. مطالعات انجام شده بر گیاه رز نشان داد در بین غلظت‌های ۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ ppm سالیسیلیک اسید، غلظت ۱۵۰ ppm و ۲۰۰ به ترتیب بیشترین تاثیر را بر وزن تر بوته داشته اند (۲۷).

هدایت روزنه ای

اختلاف غلظت‌های مختلف شوری و سالیسیلیک اسید و همچنین بر همکنش دو عامل فوق از نظر هدایت روزنه ای در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. با افزایش کلرید سدیم موجود در آب آبیاری به تدریج هدایت روزنه ای کاهش یافت و در شوری ۳۰۰ mM به ۶/۵۷ میلی مول بر متر مربع ثانیه رسید (جدول ۱). بر همکنش دو تیمار شوری و سالیسیلیک اسید نیز نشان داد بیشترین میزان هدایت روزنه ای در تنش متوسط (۱۵۰ mM) و غلظت ۲۰۰ ppm سالیسیلیک اسید می‌باشد (جدول ۲). با افزایش شوری، پتانسیل اسمزی محیط اطراف ریشه نیز افزایش می‌یابد که سبب ازدیاد ترشح هورمون آبسزیک اسید از ریشه می‌گردد.

1- Electrolyte Leakage
2- Relative water content

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات ساده شوری و سالیسیلیک اسید بر صفات مورفوفیزیولوژیک گل تکمه ای

تیمار	وزن خشک اندام هوایی (گرم/بوته)	وزن خشک ریشه (گرم/بوته)	هدایت روزنه ای (میلی مول /مترمربع. ثانیه)	نشت الکترولیت (درصد)	محتوای رطوبت نسبی (درصد)	تعداد گل در گیاه	عدد اسپد
شوری (میلی مولار)							
۰	۵/۸۹ a[1]	۲/۱ a	۲۱/۴۵ a	۳۷/۸ b	۸۸/۹۹ a	۸/۸۸ a	۳۱/۹۱ a
۱۵۰	۵/۴۷ a	۱/۵۳ b	۱۸/۱۳ b	۶۹/۹۴ a	۷۹/۷۳ b	۷/۸۳ a	۲۶/۰۳ b
۳۰۰	۳/۹۱ b	۱/۳۳ b	۶/۵۷ c	۷۲/۹۱ a	۷۰/۲۷ c	۲/۹۸ b	۲۴/۳۶ b
سالیسیلیک اسید (پی پی ام)							
۰	۴/۸۶ b	۱/۵۳ b	۱۳/۵۶ b	۷۵/۰۴ a	۶۸/۹۴ c	۴/۳۸ b	۱۹/۲۲ c
۲۰۰	۵/۸۹ a	۲/۰۸ a	۱۸/۵۰ a	۴۷/۸۶ c	۹۱/۹۶ a	۹/۶۱ a	۳۵/۸۸ a
۴۰۰	۴/۵۱ b	۱/۳۶ b	۱۴/۰۹ b	۵۷/۷۵ b	۷۸/۰۸ b	۵/۷۱ b	۲۷/۲۱ b
شوری	**[2]	**	**	**	**	**	*
سالیسیلیک اسید	**	**	**	**	**	**	**
شوری × سالیسیلیک اسید	*	**	**	**	**	ns	**

۱- میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند، مطابق آزمون LSD ($p < 0.05$) اختلاف معنی داری ندارند.

۲- ** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns بیانگر عدم اختلاف معنی دار می باشد.

جدول ۲- برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید بر صفات مورفوفیزیولوژیک گل تکمه ای

شوری (میلی مولار)	سالیسیلیک اسید (پی پی ام)	وزن خشک اندام هوایی (گرم/بوته)	وزن خشک ریشه (گرم/بوته)	هدایت روزنه ای (میلی مول/ مترمربع . ثانیه)	تعداد گل در گیاه	عدد اسپد
۰	۰	۶/۴۹ a[1]	۲/۲۳ a	۲۱/۰۱ b	۹/۳۳ ab	۴۱/۳۵ ab
	۲۰۰	۶/۰۱ abc	۲/۴۸ a	۲۲ b	۱۲/۱۶ a	۳۳/۵۶ abc
	۴۰۰	۵/۱۷ cd	۱/۵۹ b	۲۱/۳۳ b	۵/۱۶ bcd	۲۶/۷۶ bc
۱۵۰	۰	۴/۸ d	۱/۲۱ bc	۱۴/۴۵ c	۳/۵ cd	۱۵/۲۱ de
	۲۰۰	۶/۴ ab	۲/۴۱ a	۲۵/۶۱ a	۱۲ a	۳۸/۱۳ a
	۴۰۰	۵/۲۱ cd	۰/۹۹ c	۱۴/۳۳ c	۸ abc	۲۴/۷۶ cd
۳۰۰	۰	۳/۳۱ e	۱/۱۴ bc	۵/۲۱ e	۰/۳۳ d	۷/۰۳ e
	۲۰۰	۵/۲۸ bcd	۱/۳۵ bc	۷/۸۸ d	۴/۶۶ bcd	۳۵/۹۶ ab
	۴۰۰	۳/۱۵ e	۱/۵۱ b	۶/۶۱ de	۳/۹۶ bcd	۳۰/۱ abc

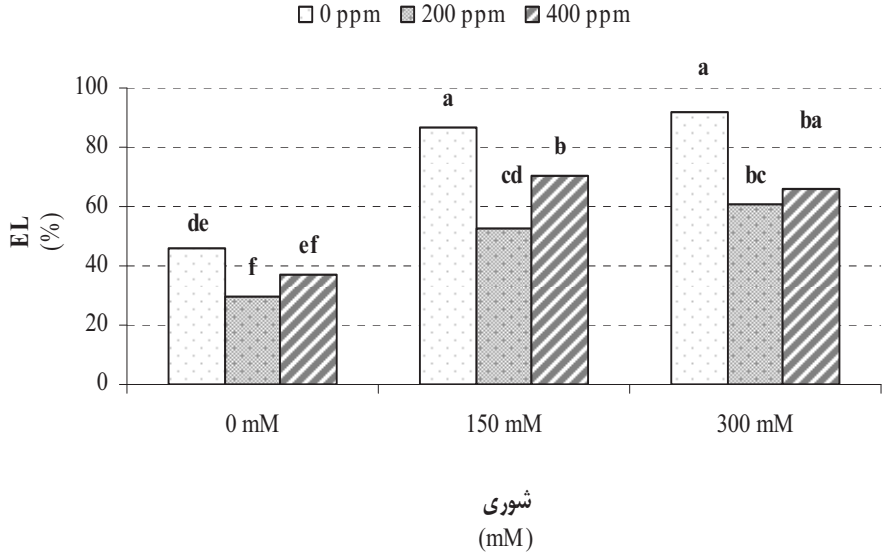
۱- میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند، مطابق آزمون LSD ($p < 0.05$) اختلاف معنی داری ندارند.

این امر موجب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه ای می‌شود (۸). سوهن و همکاران (۵۷)، اظهار داشتند که افزایش سطوح شوری هدایت روزنه ای را در تیمارهای ۱۰۰ mM و ۱۵۰ کلرید سدیم به طور معنی داری کاهش داد، در حالی‌که تیمارهای شاهد و ۵۰mM کلرید سدیم بر هدایت روزنه ای بی تأثیر بود. یافته های رای و همکاران (۴۶)، نشان داد سالیسیلیک اسید دارای اثر بازدارندگی روی بسته شدن روزنه‌ها ناشی از وجود نمک است، و از این رو می تواند در غلظت مناسب از بسته شدن روزنه‌ها جلوگیری نماید.

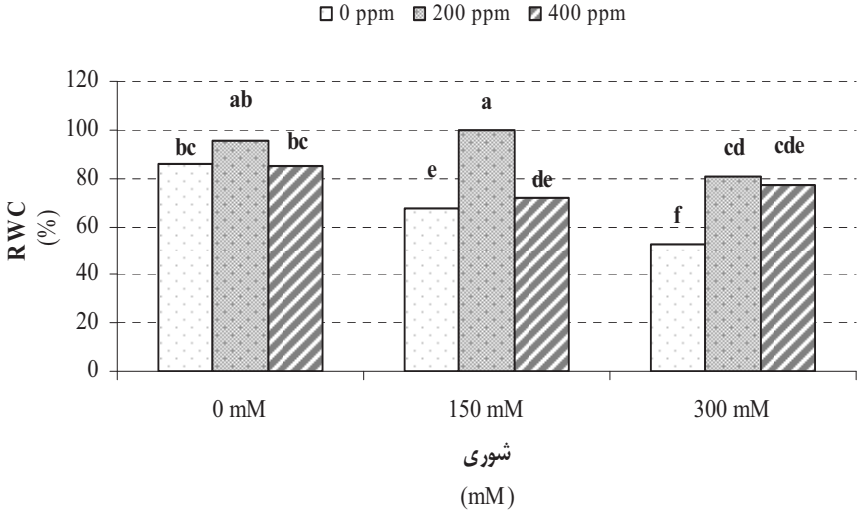
درصد نشت الکترولیت و محتوای رطوبت نسبی

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد اثرات ساده شوری و سالیسیلیک اسید بر دو صفت نشت الکترولیت و محتوای رطوبت نسبی معنی دار است ($p<0/01$). همچنین بر همکنش دو تیمار مورد بررسی بر دو صفت نشت الکترولیت سلولهای برگی و محتوای رطوبت نسبی به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار بود. شوری منجر به افزایش میزان نشت الکترولیت شد. این در حالی است

که محلول پاشی برگی سالیسیلیک اسید توانست مقادیر این صفت را بهبود بخشد. بدین ترتیب کمترین میزان نشت الکترولیت در شاهد تنش (۰ mM) مشاهده شد (شکل ۱). شوری محتوای رطوبت نسبی برگ را نیز کاهش داد. کمترین درصد محتوای رطوبت نسبی در تنش ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم و غلظت صفر ppm سالیسیلیک اسید و بیشترین درصد محتوای رطوبت نسبی در غلظت ۲۰۰ ppm سالیسیلیک اسید به ترتیب در شوری ۱۵۰ mM و صفر نمک برابر ۹۹/۵ و ۹۵/۸ درصد مشاهده شد (شکل ۲). درصد نشت الکترولیت میزان آسیب به غشای سلولی را نشان می دهد. تنش‌های غیر زنده باعث آسیب و تخریب غشاهای بیولوژیکی و افزایش نفوذ پذیری و نشت الکترولیت‌ها و غیر فعال شدن پروتئین‌های غشا می‌شود، که خود منجر به کاهش فعالیت فتوسنتزی یا میتوکندریایی، و کاهش توانایی غشا پلاسمایی در به دست آوردن آب و مواد محلول و در نتیجه مرگ سلولی می‌شود (۱۶). محتوای رطوبت نسبی برگ همبستگی بالایی با پتانسیل آب برگ دارد و کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ منجر به بسته شدن روزنه ها، کاهش فتوسنتز و در مقادیر شدید منجر به توقف انتقال الکترون، ممانعت نوری و تخریب غشا می‌شود. کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در ابتدا به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز و با افزایش شوری به دلیل توقف انتقال الکترون و ممانعت نوری در چرخه فتوسنتزی می‌باشد.



شکل۱ - اثر سالیسیلیک اسید بر درصد نشت الکترولیت تحت شرایط تنش شوری



شکل۲ - اثر سالیسیلیک اسید بر محتوای رطوبت نسبی تحت شرایط تنش شوری

به طور کلی سالیسیلیک اسید، باعث کاهش میزان نشت الکترولیت با افزایش سطوح شوری شده است (شکل۱). نجفیان و همکاران (۳۹)، اعلام کردند غلظت های بالای سالیسیلیک اسید (۴۵۰ppm)، در شرایط شوری باعث افزایش میزان نشت الکترولیت گیاه آویشن شده است. این در حالی است که بالاترین غلظت استفاده شده (۴۰۰ ppm) در پژوهش حاضر نیز در بهبود پایداری غشا مؤثر بوده و اثر سمیت نشان نداده است. استونس و همکاران (۵۹) اعلام کردند غلظت ۰/۱ mM سالسیلیک اسید میزان نشت الکترولیت گیاه گوجه فرنگی را در غلظت ۱۵۰mM کلرید سدیم ۴۴ درصد و در غلظت ۲۰۰ mM تا ۳۲ درصد کاهش می دهد.

با توجه به اینکه یکی از آثار تنش شوری جلوگیری از جذب آب و ایجاد تنش خشکی است، می‌توان علت کاهش محتوای رطوبت نسبی را کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط خشک دانست (۱۷). آگراوال و همکاران (۶)، گزارش کردند تیمار گندم با سالیسیلیک اسید میزان محتوای رطوبت نسبی را افزایش می‌دهد. پرایمینگ بذور با سالیسیلیک اسید، توانست تأثیر مخرب کمبود آب روی غشای سلولی در برگ‌ها را کاهش دهد (۱۲). همچنین گزارش شده است سالیسیلیک اسید از طریق اثر بر روی پلی آمین هایی نظیر پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین و همچنین ایجاد کمپلکس‌های پایدار با غشاء، باعث می‌شود تا از غشاء محافظت شود (۴۱). باندورسکا و استرونیسکی (۱۲)، گزارش کردند در گیاهان جو که قبل از اعمال تنش با سالیسیلیک اسید تیمار شده اند خسارات ناشی از کمبود آب در غشای سلولی برگ‌ها کاهش یافت.

تعداد گل

اثر ساده شوری و سالیسیلیک اسید بر تعداد گل در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول۱). در غلظت ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم میانگین تعداد گل، ۶۶/۴ درصد نسبت به شاهد تنش (۰ mM) کاهش داشت (جدول ۱). از طرفی اثر ساده سالیسیلیک اسید نشان داد تیمار ۲۰۰ ppm سالسیلیک اسید با میانگین تعداد گل ۹/۶ در هر بوته مناسب ترین غلظت استفاده شده در این آزمایش می‌باشد. این در حالی است که بر همکنش دو عامل مورد بررسی بر میانگین تعداد گل معنی دار نشد. در ارتباط با گیاهان زینتی، مهم ترین صفت زینتی میزان گلدهی گیاه می‌باشد. بنابراین لازم است گیاه طی یک دوره طولانی گلدهی داشته باشد. به طور معمول در برابر تنش‌های مختلف، گلدهی گیاه، به منظور حفظ آسیمیلاسیون و ذخیره ترکیبات غذایی، کاهش می‌یابد (۹). در ارتباط با اثر سالیسیلیک اسید نیز جبارزاده و همکاران (۲۴)، گزارش کردند تیمار سالیسیلیک اسید باعث افزایش تعداد گل در بنفشه آفریقایی شده است.

عدد اسپد (شاخص کلروفیل)

نتایج نشان داد اثرات ساده دو تیمار شوری و سالیسیلیک اسید بر عدد اسپد به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید نیز بر میزان عدد اسپد از نظر آماری در سطح احتمال ۱ ٪ معنی دار شد (جدول۱). بر همکنش شوری و سالیسیلیک اسید نشان داد با افزایش میزان کلرید سدیم موجود در آب آبیاری به تدریج از میزان عدد اسپد کم شد. به طوری که این میزان در شاهد سالیسیلیک اسید (۰ ppm) و شوری ۱۵۰ mM و ۳۰۰ کلرید سدیم به ترتیب برابر ۱۵/۲۱ و ۷ بود (جدول ۲). این در حالی است که با محلول پاشی برگی سالیسیلیک اسید در تنش ۱۵۰ mM و ۳۰۰ کلرید سدیم عدد اسپد رو به افزایش گذاشت. میسرا و همکاران (۳۴)، گزارش کردند تنش باعث تخریب کلروپلاست‌ها و کاهش میزان کلروفیل می شود. به نظر می رسد کاهش میزان کلروفیل به دلیل عدم سنتز این ماده و افزایش اتیلن در شرایط تنش باشد (۳۱). همچنین فعالیت آنزیم کلروفیلاز با اعمال تنش شوری افزایش می یابد (۵۶). بنابراین می توان گفت کاهش کلروفیل در شرایط تنش شوری، هم به دلیل کاهش سنتز آن و هم افزایش تجزیه و تخریب کلروفیل می باشد (۵۶). ونگ و همکاران (۶۱)، میزان کلروفیل برگ سویا را در سطوح مختلف تنش شوری اندازه گیری و گزارش کردند که تنش شوری تا ۱۰ ds/m میزان کلروفیل برگ را افزایش داد. این افزایش کلروفیل با تیره تر شدن برگ‌ها مرتبط است. ولی در طول دوره رشد سمیت ناشی از یون‌های کلرور سدیم موجب کاهش کل کلروفیل کنوپی می شود. به اعتقاد لی و همکاران (۳۲)، سالیسیلیک اسید مانع فعالیت آنزیم ACC سنتتاز شده و از تشکیل اتیلن و به دنبال آن از کاهش کلروفیل جلوگیری می کند. ال تیب (۲۰)، نیز نشان داد که پرایم کردن بذرها با محلول 10^{-2} مولار سالیسیلیک اسید محتوای کلروفیل را افزایش می‌دهد. همچنین پاک مهر و همکاران (۱)، گزارش کرد که تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی با سالیسیلیک اسید موجب افزایش محتوای کلروفیل گیاهان تحت تنش خشکی می‌شود.

نتیجه گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت گیاه زینتی گل تکمه ای در هنگام تنش شوری با تغییراتی که در برخی صفات خود ایجاد می‌نمایند به تنش شوری پاسخ می‌دهد. از طرفی محلول پاشی برگی سالیسیلیک اسید از طریق افزایش محتوای رطوبت نسبی برگ، منجر به حفظ تورم و حجم برگ می‌شود و غشای سلولی را محافظت می‌کند. همچنین با افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی و حفظ آنها تحت شرایط تنش شوری موجب بهبود صفات فیزیولوژیکی گیاه شده و

مقاومت گیاه را در شرایط سخت ناشی از تنش افزایش می‌دهد. بر اساس نتایج این پژوهش غلظت مناسب سالیسیلیک اسید جهت محلول پاشی برگی، غلظت ppm ۲۰۰ آن می‌باشد که می‌تواند در افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری مؤثر باشد.

منابع

۱- پاکمهر آ. ۱۳۸۸. تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) تحت تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه زنجان.

۲- عابدی م.، بیرنگ ج.ا.، مهردادی ن.، چراغی ن.، نی ریزی ع.م.، ماهرانی س.، و خالدی م. ۱۳۸۱. استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار .کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۲۴ صفحه.

۳- فاطمی ل.س.، طباطبایی س.ج.، و فلاحی ا. ۱۳۸۸. اثر سیلیسیوم بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۹۵-۸۸:۲۳.

۴- معقول م.، یزدانی فیضی م.، و معطر م. ۱۳۸۱. بررسی سازگاری چند گونه از گیاهان دارویی به شوری. چکیده تازه های تحقیق. دوره ۱۰. شماره ۳.

5- Abdel- Wahed M.S.A., Amin A.A., and Rashed M. 2006. Physiological effect of some chemical constituents of yellow maize plants. World Journal of Agricultural Sciences, 2(2):149-155.

6- Agarwal S., Sairam R.K., Srivastava 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 Plant, 49:541-550.

7- Akhani H., and Ghorbanli M. 1993. A contribution to the halophytic vegetable and flora of Iran. In: H. Leith and A. A. Al Massom (eds). Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants, 1:35-44.

8- Aldesuquy H.S., and Ibrahim A.H. 2001. Interactive effect of seawater and growth bio-regulators on water relations, absicisic acid concentration, and yield of wheat plants. Journal of Agronomy and Crop Science, 187:185-193.

9- Aldesuquy H.S., Mankarios A.T., and Awad H.A. 1998. Effect of some antitranspirants on growth, metabolism and productivity of salinetreated wheat plants. Induction of stomatal closure, inhibition of transpiration andimprovement of leaf turgidity. Acta Botanica Hungarica, 41:1-10.

10- Ashraf M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt-tolerance in plants. Flora, 199:361-376.

11- Auge R.M., Stodola A.J.W., Moore J.L., Klingeman W.E., and Duan X. 2003. Comparative dehydratation tolerance of foliage of several ornamental crops. Scientia Horticulturae, 98:511–516.

12- Bandurska H., and Stroinski A. 2005. The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta Physiology Plant, 27:379-386.

13- Borsani O., Valpuesta V., and Botella M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. Plant Physiology, 126:1024-1030.

14- Caines A.M., and Shenan C. 1999. Interactive effects of Ca^{2+} and NaCl salinity on the growth of two tomato genotypes differing in Ca^{2+} use efficiency. Plant Physiology and Biochemistry, 37:569-576.

15- Carter C.T., Grieve C.M., Poss J.A., and Suarez D.L. 2005. Production and ion uptake of Celosia argentea irrigated with saline wastewaters. Scientia Horticulturae, 106:381-394.

16- Chinnusamy V., Xiong L., and Zhu J.K. 2004. Use of genetic engineering and molecular biology approaches for crop improvement for stress environments. P: 47-107. In: Abiotic stress: Plant resistance through breeding and molecular approaches. Ashraf, M., and P. J. C. Harris, (eds). Food Products press.

17- Colom M.R., and Vazzana C. 2003. Photosynthesis and PSII functionality of drought resistant and drought-sansitive weeping lovegrass plants. Environmental and Experimental Botany, 49:135-144.

18- Dat J.F., Lopez-Delgado H., Foyer C.H., and Scott I.M. 1998. Parallel changes in H2O2 and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. Plant Physiology, 116:1351-1357.

19- Dela-Rosa I.M., and Maiti R.K. 1995. Biochemical mechanism in glossy sorghum lines for resistance to salinity stress. Journal of Plant Physiology, 146:515-519.

20- El. Tayeb M.A. 2005. response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45:215-225.

21- Flowers T.J., Ftorke P., and Yeo R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Ann. Rev. Plant Physiology, 28:89-121.

22- Ghai N., Setia R.C., and Setia N. 2002. Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL 1). Phytomorphol. 52: 83-87.

23- Glass A.D.M. 1975. Inhibition of phosphate uptake in barley roots by hydroxy-benzoic acids. Phytochem, 14:2127-

2130.

24- Glass A.D.M., and Dunlop J. 1974. Influence of phenolic acids on ion uptake. IV Depolarization of membrane potentials. Plant Physiology, 54:855-858.

25- Grattan S.R., and Grieve C.M. 1999. Salinity-mineral-nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulture, 78:127-157.

26- Gutierrez-Coronad M., Trejo C.L., and Larque-Saaverda A. 1998. Effect of salicylic acid on the growth of root and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry, 36:563-565.

27- Hashem Abadi D. 2010. Yield and Quality Management of Rosa hybrida 'Poison' with Plant Growth Regulators, American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 8(6):736-740.

28- Hopkins W.G. 1995. Introduction to Plant Physiology. John Wiley & Sons Inc., New York. 464 PP

29- Jabbarzadeh Z., Khosh-Khui M., and Salehi H. 2009. The Effect of Foliar-applied Salicylic Acid on Flowering of African Violet. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4):4693-4696.

30- Janda T., Szalai Tari I.G., and Paldi E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta, 208:175-180.

31- Khan N.A. 2003. NaCl inhibited chlorophyll synthesis and associated changes in ethylene evolution and antioxidative enzyme activities in wheat. Plant Biology, 47:437-440.

32- Li N., Parsons B.L., Liu D.R., and Mattoo A.K. 1992. Accumulation of wound-inducible ACC synthase transcript in tomato fruit is inhibited by salicylic acid and polyamines. Plant Molecular Biology, 18:477-487.

33- Mauromicale G., and Licandro P. 2002. Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of global Artichoke. Agronomie, 22:4-450.

34- Misra A., and Sricastatva N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 7:51-58.

35- Mitchell J.P., Thomson C.D., Graves W.L., and Shennan C. 1999. Cover crops for saline soils. Journal of Agronomy and Crop Science, 183:167-178.

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

37- Morris K., MacKerness S.A., Page T., John C.F., Murphy A.M., Carr J.P., and Buchanan-Wollaston V. 2000. Salicylic acid has a role in regulating gene expression during leaf senescence. The Plant Journal, 23:677-685.

38- Munns R., Greenway H., Delane R., and Gibbs R. 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum Volgare* growing at high external NaCl. Journal of Experimental Botany, 33:574-583.

39- Najafian S.H., Khoshkhui M., Tavallali V., and Saharkhiz M.J. 2009. Effect of Salicylic Acid and Salinity in Thyme (*Thymus Vulgaris* L.): Investigation on Changes in Gas Exchange, Water Relations, and Membrane Stabilization and Biomass Accumulation. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(3):2620-2626.

40- Nazir N., Ashraf M., and Ejaz R. 2001. Genomic relationships in oilseed Brassicas with respect to salt tolerance-photosynthetic capacity and ion relations. Pakistan Journal of Botany, 33:483-501.

41- Nemeth M., Janda T., Horvath E., Paldi E., and Szalai G. 2002. Exogenous salicylic acid increase polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. Plant Science, 162:569-574.

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

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

44- Ommen O.E., Donnely A., Vanhoutvin S., Vanoijen M., and Manderscheid R. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO_2 concentration and other environmental stress within the ESPACE wheat project. European Journal of Agronomy, 10:197-203.

45- Pessarakli M., Huber J.T., and Tucker T.C. 1989. Protein synthesis in green beans under salt stress conditions. Journal of Plant Nutrition, 12(10):1105-1121.

46- Rai V.K., Sharma S.S., and Sharma S. 1986. Reversal of ABA-induced stomatal induced closure by phenolic compounds. Journal of Experimental Botany, 37:129-134.

47- Rajasekaran L.R., and Blake T.J. 1999. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings. Journal of Plant Growth Regulation, 18:175-181.

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

49- Rastegar M.A. 2005. Weeds plant. Publishment of Tehran University. Iran.

50- Richards R.A. 1995. Improving crop production on salt - affected soils: by breeding or management? Experimental

Agriculture, 31:395-408.

51- Ritchie S.W., Nguyen H.T., and Holaday A.S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30:105-111.

52- Rkhanova E.A., Fedina A.B., and Kulaeva O.N. 1999. Effect of salicylic acid and (2′-5′) oligoadenylates on protein synthesis in tobacco leaves under heat shock conditions: A comparative study. Russ. Journal of Plant Physiology, 46:16-22.

53- Sairam R.K., Deshmukb P.S., and Shukla D.S. 1997. Tolerance to drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. Journal of Agronomy and Crop Science, 178:171-177.

54- Shakirova F. M., and Bezrukova M.V. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. The Biological Bulletin, 24:109-112.

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

56- Singh G., and Jain S. 1981. Effect of some growth regulators on certain biochemical parameters during seed development in chickpea under salinity. Indian Journal of Plant Physiology, 20:167-179.

57- Sohan D., Jasoni R., and Zajicek J. 1999. Plant water relation of NaCl and calcium trated sunflowers plants. Environmental and Experimental of Botany, 42:105-111.

58- Srivastava M.K., and Dwivedi U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science, 158:87-96.

59- Stevens J., Senaratna 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. Journal of Plant Growth Regulation, 49:77-83.

60- Taize L., and Zeiger E. 1998. Plant Physiology. Sinauar Associates, Inc. Pub., Massachusetts.

61- Wang D., Shannon M.C., and Grieve C.M. 2001. Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. Field Crops Research, 69:267-277.

62- 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.* J. Integr. Plant Biology, 50 (9):1096-1102.

63- Zhang X., and Schimdt R. 1999. Biostimulating turgrasses. Grounds Maintenance, 34(11):14-32.