تأثیر سالیسیلیک اسید بر رشد و ویژگی‌های زینتی اطلسی ایرانی (*Petunia hybrida*) تحت شرایط تنش شوری

حسن بیات[1*]، سید حسین نعمتی[1]، علی تهرانی فر[1]، نوید وحدتی[1] و یحیی سلاح ورزی[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۱۴)

چکیده

سالیسیلیک اسید یکی از هورمون‌هایی است که کاربرد آن در افزایش مقاومت به تنش‌هایی همچون شوری زیاد شده است. بدین منظور و جهت بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید و شوری بر رشد و ویژگی‌های زینتی اطلسی ایرانی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل سه سطح سالیسیلیک اسید (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و سه سطح کلرید سدیم (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) با ۴ تکرار تحت شرایط کنترل شده در گلخانه انجام شد. روش کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت محلول‌پاشی برگی و هر دو هفته یکبار بود. کلرید سدیم نیز به صورت خاکی و از طریق آبیاری (۲۰۰ میلی‌لیتر به ازای هر گلدان) با فواصل سه روزه به گیاهان داده شد. نتایج نشان داد که تنش شوری ۳۰۰ میلی‌مولار، میزان ارتفاع، وزن زیست‌توده، تعداد گل و شاخص کلروفیل را به ترتیب ۵۲، ۵۹، ۱۰۰ و ۶۱ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. کاربرد سالیسیلیک اسید با غلظت ۲ میلی‌مولار باعث افزایش تعداد گل، قطر گل، ارتفاع و شاخص کلروفیل به میزان ۱۰۰، ۳۵، ۴۰ و ۳۹ درصد نسبت به شاهد تحت شرایط بدون تنش شد. بیشترین میزان سطح برگ، وزن خشک شاخساره، ریشه و زیست‌توده کل از تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به‌دست آمد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، کاربرد سالیسیلیک اسید باعث بهبود ویژگی‌های رشدی و زینتی اطلسی ایرانی تحت شرایط تنش شوری شد.

واژه‌های کلیدی: محلول‌پاشی برگی، نشت یونی، شاخص کلروفیل

مقدمه

از ۱۶۰ میلیون هکتار زمین‌های قابل کشت در دنیا حدود یک سوم آن به مشکل شوری دچار شده است (۲۵). علاوه بر این، تأمین آب با کیفیت خوب در بسیاری از نقاط دنیا، به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، با محدودیت‌های فراوانی همراه است. در این مناطق، سطح آب آبخوان‌ها به دلیل بهره‌برداری‌های بیش از حد برای مصارف شرب، کشاورزی، صنعت و فضای سبز به شدت کاهش یافته است که منجر به بالا رفتن میزان شوری این آب‌ها گشته است. به همین دلیل در نگه‌داری فضای سبز تمایل و گرایش به سمت استفاده از آب‌های شور برای آبیاری گیاهان افزایش یافته است. اثرهای مضر و مخرب تنش شوری بر گیاهان اثبات شده است. به طوری که میزان شوری زیاد، مرگ گیاه را به همراه خواهد داشت (۱۵). این تنش از طریق تأثیر بر فرایندهای فیزیولوژیک، مانند فتوسنتز، میزان رشد و عملکرد محصول را کاهش می‌دهد (۳۰).

۱ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hassanbayat55@gmail.com

در سال‌های اخیر، با توجه به افزایش میزان آلاینده‌ها به دلیل رشد جمعیت و گسترش زندگی شهرنشینی، لزوم گسترش فضای سبز پایدار به منظور بالا بردن سلامت روح و جسم انسان‌ها امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد. از راهکارهایی که برای حفظ و گسترش فضای سبز در مناطقی که دارای خاک و آب‌های شور می‌باشند، می‌توان به استفاده از گونه‌های زینتی مقاوم به شوری یا القاء مقاومت به این تنش از طریق روش‌های اصلاح نباتات و فیزیولوژیک اشاره کرد (۲۲). از روش‌های فیزیولوژیک که در سال‌های اخیر برای تخفیف تنش‌های محیطی روی گیاهان مختلف استفاده شده است کاربرد خارجی مواد تخفیف دهنده تنش است (۳۲). از جمله این مواد می‌توان به سالیسیلیک اسید اشاره کرد که یکی از مولکول‌های پیام رسان مهم است و باعث عکس‌العمل گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود و همانند یک آنتی‌اکسیدان غیر آنزیمی نقش مهمی را در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیک در گیاه ایفا می‌کند (۵). کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید می‌تواند در فرایندهای فیزیولوژیک گیاه مانند بسته شدن روزنه‌ها، جذب و انتقال یون‌ها (۷)، یکپارچگی غشا (۱۸) و رشد و فتوسنتز (۱۱) نقش داشته باشد. استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت محلول‌پاشی برگی روی برگ‌های خیار، میزان وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، قطر ساقه و تعداد برگ را در گیاهان تحت تنش شوری نسبت به شاهد افزایش داد (۳۱). سامیا و همکاران (۲۰) نشان دادند که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر روی گیاه ذرت شدت تنش‌های اکسیداتیو را در گیاهان تحت تنش شوری به طور قابل توجهی تقلیل می‌دهد. کورکماز و همکاران (۱۴) گزارش کردند که استفاده از استیل سالیسیلیک اسید با غلظت‌های ۰/۱ تا ۱ میلی‌مولار به صورت خیساندن بذری و محلول‌پاشی برگی روی دانهال‌های خربزه اثر تنش خشکی را در این گیاه کاهش می‌دهد. هم‌چنین استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت کاربرد بذری در گیاهان گوجه‌فرنگی و لوبیا، میزان مقاومت به تنش‌هایی همچون گرما، خشکی و سرما را افزایش داد (۲۲). اثبات شده است که سالیسیلیک اسید به همراه سایر تنظیم‌کننده‌های رشد (جاسمونات‌ها، برازینواستروئیدها و پلی آمین‌ها) در فرایند پیری برگ گیاهان چند ساله نقش دارند (۳). علاوه بر این، کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان رشد شاخساره گیاهان جو (۱۹)، گندم (۲۴) و هم‌چنین افزایش رشد ریشه‌های سویا (۸) شده و میزان تجمع لیگنین در دیواره سلولی را افزایش می‌دهد (۴).

اطلسی گیاهی یکساله، گل‌دار و زینتی متعلق به خانواده سولاناسه می‌باشد. این گیاه بومی آمریکای جنوبی (مکزیک و آرژانتین) است که دارای ارقام گلدانی و ارقام مناسب برای کاشت در فضای سبز است (۲). این گیاه به طور وسیعی در سطح فضای سبز کشت می‌شود و زینت‌بخش سیمای شهری در فصول بهار و تابستان است. فورنس و همکاران (۶) گزارش کردند که تنش شوری با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار باعث کاهش رشد گیاه، وزن تر و خشک شاخساره، اندازه ریشه و تعداد برگ در گیاه اطلسی (*Petunia hybrida* cv. Costa Rosa) نسبت به شاهد شد. بر اساس بررسی منابع صورت گرفته، تا کنون هیچ گونه تحقیقی در مورد تأثیر تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر گیاه اطلسی ایرانی گزارش نشده است. از این رو هدف از این آزمایش بررسی تأثیر تغذیه برگی سالیسیلیک اسید بر رشد و ویژگی‌های زینتی اطلسی ایرانی تحت شرایط تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمارهای سالیسیلیک اسید و شوری

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در بهار سال ۱۳۸۹ انجام شد. در ابتدا بذرهای اطلسی ایرانی در داخل سینی‌های حاوی کوکوپیت کشت شدند. پس از این که گیاهچه‌ها به مرحله ۶-۸ برگی رسیدند به داخل گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر منتقل شدند.

بستر کاشت مورد استفاده ترکیبی از ۱ قسمت خاک لوم، ۱ قسمت خاکبرگ و ۱ قسمت ماسه بود. پس از ورود گیاهان به فاز زایشی و گل‌دهی (۴۵ روز پس از انتقال نشا به داخل گلدان) تیمارهای شوری و سالیسیلیک اسید روی گیاهان اعمال شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل سه سطح سالیسیلیک اسید (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و سه سطح کلرید سدیم (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) با ۴ تکرار تحت شرایط کنترل شده گلخانه انجام شد. روش کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت محلول‌پاشی برگی و هر دو هفته یکبار بود. کلرید سدیم نیز به صورت خاکی و از طریق آبیاری (۲۰۰ میلی‌لیتر به ازای هر گلدان) با فواصل سه روزه به گیاهان داده شد. گلدان‌ها در داخل گلخانه‌ای با دمای روز و شب ۲۵ و ۱۸ درجه سلسیوس، شدت نور ۸۵ $mmol/m^2.s$ و رطوبت نسبی ۶۵٪ قرار گرفتند. گیاهان به مدت ۳۰ روز تحت تیمار قرار گرفتند و سپس صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

صفات اندازه‌گیری شده

ارتفاع گیاه، تعداد گل روی بوته و قطر گل اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل از دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD 502, Minolta, Japan) و در برگ‌های جوان توسعه یافته (۳ قرائت برای هر تکرار) استفاده شد. از دستگاه سطح برگ سنج (Li-Cor, Model Li-1300, USA) برای اندازه‌گیری سطح برگ استفاده شد. در پایان آزمایش، نمونه‌ها برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و شاخساره به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون ۸۰ °C قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری نشت یونی از روش لوتس و همکاران (۱۶) استفاده شد و درصد نشت یونی از رابطه ۱ محاسبه گردید:

$$EL= EC1/EC2 \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

که در آن EL درصد نشت یونی و EC1 و EC2 به ترتیب هدایت الکتریکی اولیه و ثانویه می‌باشند.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار JMP ۴ مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های رشد

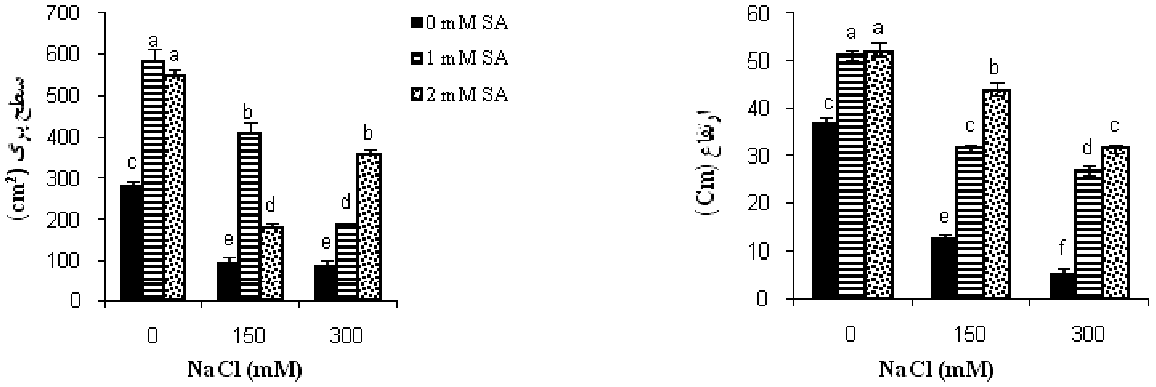
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش شوری به ۳۰۰ میلی‌مولار، ارتفاع گیاه ۵۲٪ کاهش یافت (جدول ۱). محلول‌پاشی برگی سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش شوری باعث افزایش ارتفاع گیاه شد. به طوری که در غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، ارتفاع گیاه در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار حدود ۶ برابر در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بیشترین ارتفاع (۵۲ سانتی‌متر) در تیمار ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و در شرایط بدون شوری حاصل شد (شکل ۱). نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش غلظت کلرید سدیم، میزان سطح برگ کاهش یافت. به طوری که در بیشترین غلظت آن (۳۰۰ میلی‌مولار) سطح برگ به کمترین حد خود ($۲۱۰/۴cm^2$) رسید (جدول ۱). این در حالی است که تغذیه برگی سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ تحت شرایط شوری شد. در غلظت ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، به ترتیب غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید از سطح برگ بیشتری برخوردار بودند (شکل ۱). وزن خشک شاخساره، ریشه و زیست‌توده با افزایش غلظت کلرید سدیم کاهش یافتند. کاربرد غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مقدار هر یک از صفات فوق را به ترتیب ۵۷، ۷۹ و ۵۹ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۱). استفاده از سالیسیلیک اسید، میزان وزن خشک شاخساره، ریشه و زیست‌توده را به طور معنی‌داری افزایش داد. بیشترین غلظت سالیسیلیک اسید (۲ میلی‌مولار) توانست به نحو مطلوب‌تری نسبت به سایر تیمارها آثار مخرب تنش شوری را کاهش دهد (شکل ۲). شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه مقدار انرژی

جدول ۱. تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید (SA) و کلرید سدیم (NaCl) بر میانگین صفات مورد بررسی اطلسی ایرانی

تیمار	ارتفاع (cm)	سطح برگ (cm^2)	وزن خشک شاخساره (g/plant)	وزن خشک ریشه (g/plant)	وزن زیست توده کل (g/plant)	تعداد گل	قطر گل (cm)	شاخص کلروفیل	نشت یونی (٪)
SA (mM)									
۰	۱۶/۵^{c}	۱۵۷/۷^{c}	۳/۱^{b}	۰/۶۸^{b}	۳/۸^{b}	۲/۶^{c}	۴/۰^{b}	۲۴/۵^{c}	۵۹/۱^{a}
۱	۳۶/۶^{b}	۳۹۰/۴^{a}	۵/۳^{a}	۱/۱۷^{a}	۶/۴^{a}	۸/۹^{b}	۵/۱^{a}	۳۷/۶^{b}	۲۹/۴^{b}
۲	۴۲/۵^{a}	۳۵۹^{b}	۵/۵^{a}	۱/۲۸^{a}	۶/۷^{a}	۱۵/۶^{a}	۵/۰^{a}	۴۰/۸^{a}	۲۶/۰^{b}
NaCl (mM)									
۰	۴۵/۰^{a}	۴۶۹/۲^{a}	۶/۴^{a}	۱/۹۵^{a}	۸/۴^{a}	۱۶/۷^{a}	۵/۰^{a}	۴۶/۳^{a}	۱۸/۱^{c}
۱۵۰	۲۹/۴^{b}	۲۲۷/۵^{b}	۴/۱^{b}	۰/۸۴^{b}	۴/۹^{b}	۹/۱^{b}	۴/۷^{b}	۳۱/۷^{b}	۴۵/۶^{a}
۳۰۰	۲۱/۴^{c}	۲۱۰/۴^{b}	۲/۹^{c}	۰/۴۵^{c}	۳/۴^{c}	۳/۴^{c}	۴/۴^{c}	۲۴/۹^{c}	۵۲/۲^{a}
SA	۲۲۲۸/۶**	۱۴۳۴۸۰/۳**	۱۵/۸**	۰/۸۲**	۴۱/۵**	۲۹۰/۴**	۰/۵۴**	۷۵۵/۹**	۳۹۰۲/۹**
NaCl	۱۷۲۶**	۱۸۸۶۳۳/۱**	۳۰/۳**	۴/۶**	۱۵/۸**	۳۵۵/۷**	۳/۵**	۱۳۷۴/۴**	۳۸۰۸/۵**
SA×NaCl	۴۴/۸**	۳۲۱۶۱/۵**	۰/۸۲*	۰/۳**	۰/۸۲*	۲۳/۷**	۰/۱۶**	۱۳/۴*	۸۳۳/۳**

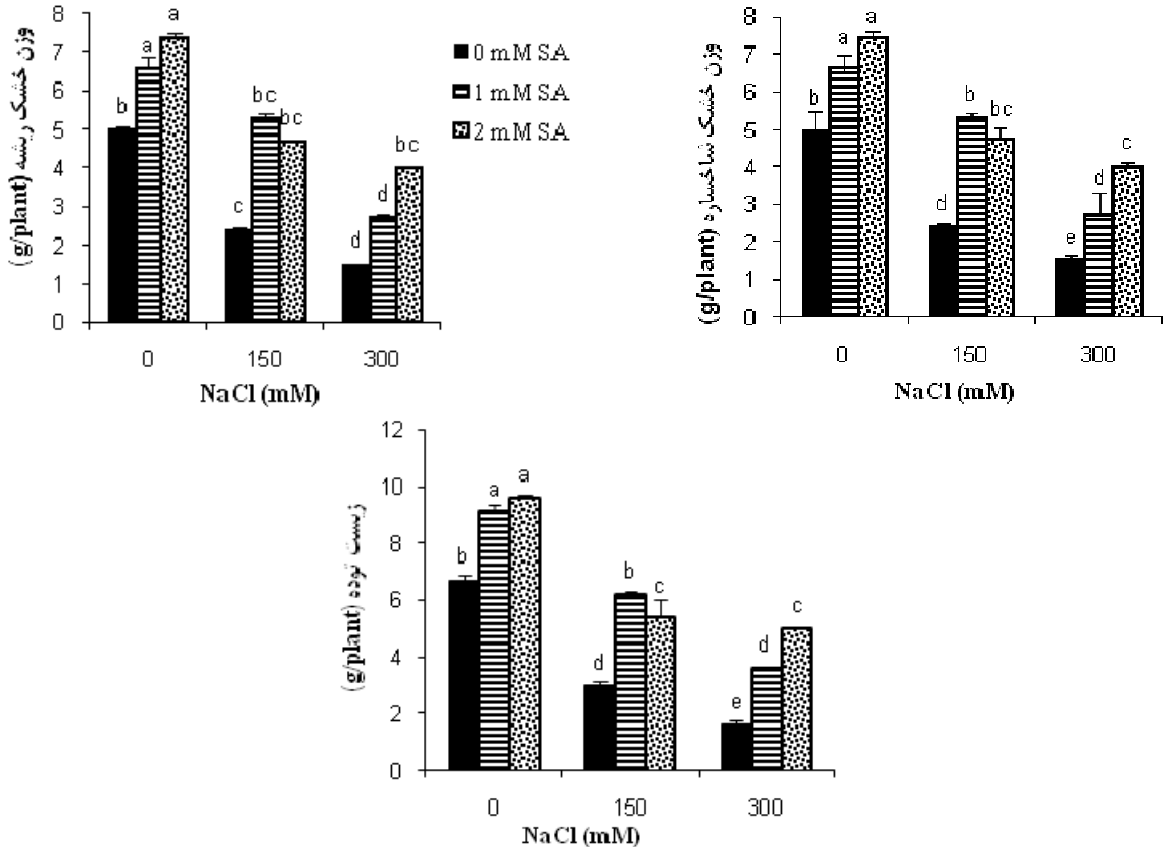
میانگین‌های مربوط به هر یک از عامل‌ها در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

* و ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪



شکل ۱. تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر ارتفاع و سطح برگ اطلسی ایرانی تحت شرایط شوری

کمتری برای نیازهای رشد باقی می‌ماند. بنابراین گیاهان در شرایط شوری به طور کلی ضعیف‌تر بوده و برگ‌های کوچکتری نسبت به گیاهان معمولی دارند. در شرایط شوری، با افزایش فشار اسمزی محیط، رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد (۱). کاهش سطح برگ در اثر شوری، یا در نتیجه کاهش تعداد برگ در اثر کاهش مقدار فتوسنتز و یا کاهش اندازه برگ در اثر کاهش فشار تورژسانس است (۲۱). در پی کاهش سطح برگ، جذب نور کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه یا تاج پوشش کاهش می‌یابد که باعث کاهش تأمین فرآورده‌های فتوسنتزی لازم برای رشد می‌گردد (۲۸). کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت محلول‌پاشی برگی در گیاه ذرت باعث افزایش سطح برگ، تعداد برگ، ارتفاع، وزن خشک گیاه و ریشه شد (۱۲). هم‌چنین استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت تغذیه برگی باعث افزایش رشد و

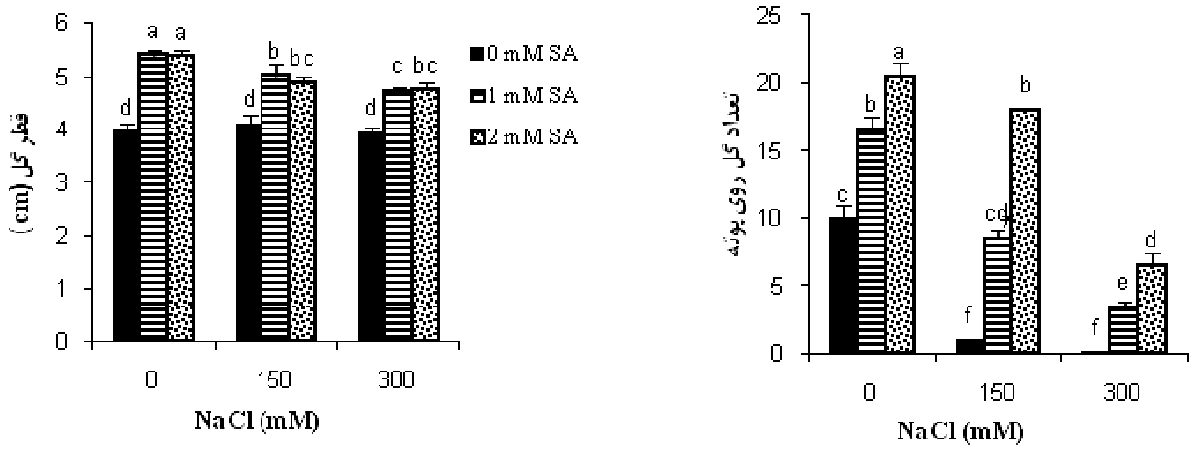


شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر وزن خشک شاخساره، ریشه و زیست‌توده اطلسی ایرانی تحت شرایط تنش شوری

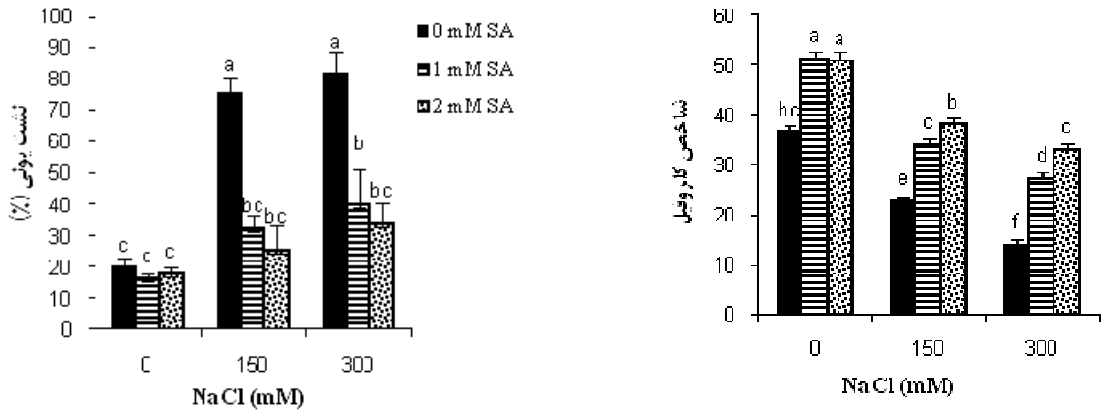
ارتفاع گیاهان شد (۱۹). شاکیرووا (۲۴) گزارش کرد که استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت خیساندن بذری میزان رشد دانهال‌های گندم را افزایش می‌دهد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. هم چنین استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت تغذیه برگی باعث افزایش طول ریشه‌های سویا می‌شود (۸). این افزایش رشد سیستم ریشه‌ای و حفظ سلامت آن به‌وسیله سالیسیلیک اسید باعث جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده که در نهایت منجر به افزایش رشد گیاه می‌شود. افزایش مشاهده شده در وزن خشک شاخساره، ریشه و زیست‌توده را می‌توان به بهبود فتوسنتز در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید نسبت داد (۹). این ماده از طریق افزایش کلروفیل و فعالیت آنزیم روبیسکو، میزان فتوسنتز کل را افزایش می‌دهد (۲۶). علاوه براین، افزایش سطح و تعداد برگ در گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید، میزان فتوسنتز کل گیاه را افزایش داده و باعث تجمع ماده خشک در گیاه می‌شود.

تعداد و قطر گل

تعداد گل روی بوته و قطر گل تحت شرایط تنش شوری به شدت کاهش یافتند. به طوری که کاربرد غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به ترتیب تعداد گل روی بوته و قطر گل را به میزان ۱۰۰ و ۱۲ درصد کاهش داد (جدول ۱). اما هنگامی که همین گیاهان با سالیسیلیک اسید تیمار شدند، تعداد گل روی بوته و قطر گل آنها به میزان قابل توجهی افزایش یافت (شکل ۳). بیشترین تعداد گل روی بوته (۲۱ گل) در تیمار ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و بدون اعمال تنش شوری حاصل شد. گزارش شده است که سالیسیلیک اسید باعث افزایش گل‌دهی در گیاه لمنا (۱۳)، تسریع



شکل ۳ . تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر تعداد گل روی بوته و قطر گل اطلسی ایرانی تحت شرایط تنش شوری



شکل۴ . تأثیر سالیسیلیک اسید بر شاخص کلروفیل و نشت یونی اطلسی ایرانی تحت شرایط تنش شوری

گل‌آغازی در گیاه لوبیا (۱۰) و افزایش اندازه گل در گیاه گل استکانی (۲۳) می‌شود. مارتین مکس و همکاران (۱۷) گزارش کردند که محلول‌پاشی برگی سالیسیلیک اسید در گیاه بنفشه آفریقایی (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) باعث افزایش تعداد گل می‌شود، که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. سالیسیلیک اسید از طریق افزایش سنتز پروتئین و ظهور باندهای ایزوزایم جدید باعث القا و افزایش تعداد جوانه گل می‌شود (۱۳).

شاخص کلروفیل و نشت یونی

شاخص کلروفیل تحت شرایط تنش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱). استفاده از سالیسیلیک اسید تحت شرایط شوری میزان شاخص کلروفیل برگ را به طور معنی‌داری افزایش داد که در این بین غلظت ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بیشترین تأثیر را در تخفیف اثرهای مخرب تنش شوری داشت (شکل ۴). کورکماز و همکاران (۱۴) گزارش کردند که سالیسیلیک اسید محتوای کلروفیل برگ را در دانهال‌های خربزه افزایش می‌دهد. هم‌چنین کاربرد سالیسیلیک اسید با غلظت ۳-۱ میلی‌مولار به صورت محلول‌پاشی برگی در گیاه گندم باعث افزایش میزان کلروفیل برگ می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (۲۶).

درصد نشت یونی با افزایش شوری به طور معنی‌داری افزایش یافت. به طوری‌که غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم میزان نشت یونی را حدود ۳ برابر در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۱). کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید از طریق حفظ

یکپارچگی غشا در برابر صدمات ناشی از اثرهای مخرب تنش شوری توانست میزان نشت یونی سلول‌ها را کاهش دهد. بیشترین غلظت سالیسیلیک اسید به کار رفته (۲ میلی‌مولار) بیشترین تأثیر را در کاهش اثرهای مخرب شوری بر درصد نشت یونی داشت (شکل ۴). غلظت زیاد یون‌های سدیم موجب تخریب غشای سلول می‌شود. به طوری که میزان استرول‌ها و فسفولیپیدهای غشای سلولی با افزایش شوری به شدت کاهش می‌یابند (۲۹). استیون و همکاران (۲۷) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاه گوجه‌فرنگی باعث کاهش نشت یونی تحت شرایط تنش شوری می‌شود. سالیسیلیک اسید از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و جذب کلسیم، گیاه را از صدمات حاصل از واکنش‌های اکسیداتیو حفظ می‌کند. هم‌چنین کاربرد سالیسیلیک اسید میزان پلی‌آمین‌های پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین را در گیاه افزایش می‌دهد که می‌تواند به یکپارچگی و حفظ غشا تحت شرایط تنش شوری کمک کند (۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید به عنوان روشی اقتصادی و آسان می‌تواند خصوصیات رشدی و زینتی اطلسی را در شرایط طبیعی (بدون تنش) بهبود ببخشد و باعث کاهش اثرهای مخرب تنش شوری بر رشد و نمو گیاه شود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، در بین تیمارهای سالیسیلیک اسید استفاده شده، بیشترین غلظت آن (۲ میلی‌مولار) قابل توصیه می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۲۴ صفحه.

۲. خلیقی، ا. ۱۳۷۶. گلکاری (پرورش گیاهان زینتی ایران). انتشارات گلشن، تهران، ۳۶۰ صفحه.

3. Abreu, E. M. and M. B. Sergi. 2007. Salicylic acid may be involved in the regulation of drought-induced leaf senescence in perennials: A case study in field-grown *Salvia officinalis* L. plants. Environ. Exp. Bot. 64: 105-112.
4. Al-Hakimi, A. M. A. 2008. Effect of salicylic acid on biochemical changes in wheat plants under khat leaves residues. Plant Soil Environ. 54: 288-293.
5. Arfan, M., H. R. Athar and M. Ashraf. 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? J. Plant Physiol. 164: 685-694.
6. Fornes, F., R. Maria Belda, C. Carrion, V. Noguera, P. Garcia-Agustin and M. Abad. 2007. Pre-conditioning ornamental plants to drought by means of saline water irrigation as related to salinity tolerance. Sci. Hort. 113: 52-59.
7. Gunes, A., A. Inal and M. Alpaslan. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). Arch. Agron. Soil Sci. 51: 687-695.
8. Gutierrez-Coronado, M., C. L. Trejo and A. Larque-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol. Biochem. 36: 563-565.
9. Hamada, A. M. and A. M. A. Al-Hakimi. 2001. Salicylic acid versus salinity drought-induced stress on wheat seedlings. Rostlina Vyroba 47: 444-450.
10. Handro, W., C. M. Mello, M. A. Manzano and E. I. S. Floh. 1997. Enhancement of stem elongation and flower bud regeneration by salicylic acid. Rev. Bras. Fisiol. Veg. 9: 139-142.
11. Khan, W., B. Prithiviraj and D. L. Smith. 2003. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. J. Plant Physiol. 160: 485-492.
12. Khodary, S. F. A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. Intl. J. Agric. Biol. 6: 5-8.
13. Khurama, J. P. S. and C. F. Cleland. 1992. Role of salicylic acid and benzoic acid in flowering of a photoperiod-insensitive strain, *Lemna paucicostata* LP6. Plant Physiol. 100: 1541-1546.
14. Korkmaz, A., M. Uzunlu and A. R. Demirkiran. 2007. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiol. Plant. 29: 503-508.

15. Kumar, P. A. and D. A. Bandhu. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicol. Environ. Safety 60: 324-349.
16. Lutts, S., J. M. Kinet and J. Bouharmont. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 8: 389-398.
17. Martin-Mex, R., E. Villanueva-Couoh, T. Herrera-Campos and A. Larque´-Saavedra. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of African violet. Sci. Hort. 103: 499-502.
18. Nemeth, M., T. Janda, E. Hovarth, E. Paldi and G. Szali. 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. Plant Sci. 162: 569-574.
19. Pancheva, T. V., L. P. Popova and A. M. Uzunova. 1996. Effect of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. J. Plant Physiol. 149: 57-63.
20. Samia, M., A. El-Khallal, A. Hathout, A. Ahsour and A. Abd-Almalik. 2009. Brassinolide and salicylic acid induced antioxidant enzymes, hormonal balance and protein profile of maize plants grown under salt stress. Res. J. Agric. Biol. Sci. 5: 391-402.
21. Savant, N. K. and G. H. Korndorfer. 1999. Silicon nutrition and sugarcane production: A review. J. Plant Nutr. 22: 1853-1903.
22. Senaratna, T., D. Touchell, E. Bunn and K. Dixon. 1999. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regul. 30: 157-161.
23. Serek, M. 1992. Does salicylic acid affect the postharvest characteristics of *Campanula carpatica*? Gartenbauwissenschaft 57: 112-114.
24. Shakirova, F. M. 2007. Role of hormonal system in the manisfestation of growth promoting and anti-stress action of salicylic acid. PP. 69-90. *In:* Hayat, S. and A. Ahmad. (Eds.), Salicylic Acid, A Plant Hormone, Springer, Dordrecht, The Netherlands.
25. Singh, K. N. and R. Chatrath. 2001. Salinity tolerance. PP. 101-110. *In:* Reynalds, M. P. and I. Ortiz-Monasterio (Eds.), Application of Physiology in Wheat Breeding, Cimmyt, Mexico.
26. Singh, B. and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul. 39: 137-141.
27. Steven, J., T. Senaratna and K. Sivasithamparam. 2006. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): Associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. Plant Growth Regul. 49: 77-83.
28. Volkmar, K. M., Y. Hu and H. Steppuhn. 1998. Physiological responses of plants to salinity. Can. J. Plant Sci. 78: 19-27.
29. Wu, J. L., D. M. Seliskar and J. L. Gallagher. 1998. Stress tolerance in the marsh plane Spartina patens: Impact of NaCl on growth and root plasma membrane lipid composition. Physiol. Plant. 102: 307-317.
30. Yamaguchi, T. and E. Blumwald. 2005. Developing salt-tolerant crop plants: Challenges and opportunities. Trends Plant Sci. 12: 615-620.
31. Yildirim, E., M. Turan and I. Guvenc. 2008. Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. J. Plant Nutr. 31: 593- 612.
32. Yuan, S. and H. H. Lin. 2008. Role of salicylic acid in plant abiotic stress. Z. Naturforsch. 63: 313-320.