Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

اثر شوری و اسیدسالیسیلیک بر صفات ظاهری و تغییرات رنگدانه‌های فتوسنتزی کالوس کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.)

سحر زمانی[۱]، عظیم قاسم‌نژاد[۲]، مهدی علیزاده[۳]، مهران اعلمی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: s.zamani90@yahoo.com)
۲ و ۳- دانشیار، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- دانشیار، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۴ تاریخ پذیرش ۹۶/۶/۱۹

چکیده

یکی از راهکارهای کنترل شوری و کاهش صدمات وارده به گیاه تحت تنش، استفاده از ترکیباتی چون اسیدسالیسیلیک می‌باشد. اسیدسالیسیلیک ترکیب فنلی است که به‌عنوان مولکول پیام‌رسان در ایجاد تحمل به تنش و حفظ پایداری گیاه نقش دارد. این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف شوری (۰، ۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) و اسیدسالیسیلیک (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرومولار) بر صفات ظاهری و تغییرات رنگدانه‌های فتوسنتزی کالوس کنگرفرنگی صورت گرفت. با توجه به نتایج بدست آمده، شوری، اسیدسالیسیلیک و اثر متقابل شوری و اسیدسالیسیلیک اثر معنی‌داری بر صفات رشدی و رنگدانه‌های فتوسنتزی کالوس داشتند. کنگرفرنگی تحمل نسبی به شوری داشته که این تحمل با افزایش صفات ظاهری از جمله رنگ، سفتی و میزان رشد، وزن تر، وزن خشک، میزان کلروفیل‌ها و کارتنوئید کالوس همراه بود. بیشترین رشد و افزایش وزن در کالوس‌های رشد یافته در محیط حاوی ۲۰۰ میلی‌مولار شوری و ۱۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک مشاهده شد. تراکم رنگدانه‌های فتوسنتزی در غلظت‌های بالای شوری در حضور اسیدسالیسیلیک افزایش یافت که نشان‌دهنده تلاش سلول گیاه برای سازگاری بیشتر با شرایط تنش است. با توجه به یافته‌های این تحقیق، به دلیل اثرگذاری مثبت شوری و اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های و ترکیبات فتوسنتزی و در نهایت میزان ترکیبات بیوشیمیایی کالوس، می‌توان با استفاده از غلظت‌های مناسب آن‌ها، عملکرد و ترکیبات ارزشمند کالوس را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالیسیلیک، شوری، کارتنوئید، کالوس، کلروفیل

مقدمه

گیاهان در طی دوران رشد و نمو خود ممکن است با تنش‌های محیطی متعددی مواجه شوند. از جمله مهم‌ترین تنش‌های محیطی تنش شوری است که در نتیجه افزایش غلظت نمک‌ها و عناصر معدنی محلول در آب و خاک بوجود می‌آید که این تجمع نمک‌ها اثرات منفی بر بسیاری از جنبه‌های رشد و عملکرد گیاهان دارند (۲۷،۵۶). پاسخ گیاهان به شوری به عواملی مانند نوع گیاه، مراحل نموی گیاه، شدت و مدت تنش بستگی دارد (۳۲). غلظت بالای نمک تغییرات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی متفاوتی را در گیاه در پی داشته که از جمله آن‌ها می‌توان به تاخیر و کاهش رشد، تغییرات ظاهری، ممانعت از فعالیت‌های آنزیمی و کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی اشاره کرد (۳۰). به‌طور کلی تنش شوری گیاهان را از طریق تنش اسمزی، تنش یونی (تجمع یون سدیم، کلر و ...)، اختلالات تغذیه‌ای (کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم در رقابت با سدیم و کلر)، تنش اکسیداتیو، تغییر فرآیندهای متابولیکی، بهم‌ریختگی غشاء و فرآیندهای غشایی، کاهش تقسیم و توسعه سلولی و غیره تحت تاثیر قرار می‌دهد. به‌دنبال تنش‌های بوجود آمده، گیاهان مکانیسم‌های متنوع مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی که دامنه وسیعی از سطح سلولی تا واکنش‌های کل گیاه را شامل می‌شود، به نحوی فعال می‌کنند که گیاه بتواند بهتر با محیط تطابق پیدا کند و از امکانات مادی محیط خود به گونه شایسته‌ای استفاده نماید (۲۰،۳۸). همچنین امروزه، استفاده از ترکیباتی که با افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی، موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شوند، توصیه می‌گردد. یکی از این ترکیبات اسیدسالیسیلیک است که از گروه ترکیبات فنلی و تنظیم‌کننده‌های رشد درون‌زا در گیاهان محسوب می‌شود و نقش بسیار مهمی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نظیر کنترل جذب و انتقال یون‌ها، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تنفس، بسته شدن روزنه‌ها، جوانه‌زنی دانه، رسیدن میوه، گلیکولیز، گلدهی و تولید گرما در گیاه ایفا می‌کند. همچنین اسید سالیسیلیک یکی از مولکول‌های پیام‌رسان مهم گیاهی دخیل در ایجاد تحمل به تنش زنده و غیرزنده است که در تنش‌های محیطی اثر محافظتی داشته و موجب بهبود روند رشد در گیاه می‌شوند و احتمال می‌رود کاربرد برون‌زای آن نیز در کاهش اثر تنش‌های محیطی نظیر تنش شوری موثر می‌باشد (۶،۲۴). کنگرفرنگی با نام علمی *Cynara scolymus* گیاهی چندساله از خانواده Asteraceae، یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی بومی مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد. کنگرفرنگی معمولا به‌عنوان سبزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و برگ‌های آن در طب سنتی برای درمان هپاتیت، چربی، چاقی و اختلالات گوارشی استفاده می‌شود (۳۵،۳۹). این گیاه شامل پروتئین‌ها، مواد معدنی، مقادیر کمی چربی، فیبر و میزان بالایی از فنولیک‌ها است. فنولیک‌ها شامل سینارین، لوتئولین، سینارووزید، اسکولموزید؛ اسیدهای فنولیک مانند کافئیک، کوماریک، هیدروکسی سینامیک، فرولیک، مشتقات کافئول کوییینیک

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

اسید؛ مونو و دی کافئول کوییئیک اسید شامل کلروجنیک اسید؛ گلیکوزیدهای فلاونوئیدی و ... می‌باشد (۱). کنگرفرنگی به دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد قارچی، فعالیت‌های پربیوتیک و ... و به‌دلیل دارابودن اثرات مدر، صفراآور، پایین‌آورنده کلسترول خون، پایین‌آورنده چربی خون، ضدتهوع و سوءهاضمه در صنایع داروسازی مورداستفاده می‌باشد (۳۵،۵۷). مطالعات متعددی بیانگر نقش مثبت اسیدسالیسیلیک در شرایط شوری در حفظ صفات رشدی در گیاهان می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به گیاهانی چون گوجه‌فرنگی، گلرنگ، درمنه، ریحان، رازیانه، پروانش و ذرت اشاره نمود (۲،۱۴،۱۸،۱۹،۳۷،۴۰،۴۵). نشان داده شده است که شوری سبب افزایش صفات رشدی، وزن تر و خشک و رنگدانه‌های گیاه شده است. گیاهان کشت شده در سطوح شوری ۳ دسی زیمنس عملکرد بهتری نسبت سطح ۶ دسی‌زیمنس داشتند. اسید سالیسیلیک نیز سبب افزایش کلروفیل و تغییرات وزن تر و خشک برگ و ریشه کنگرفرنگی شد (۸). در پژوهشی دیگر در خصوص اثر شوری بر کنگرفرنگی نشان داده شد که این گیاه در شرایط حضور نمک تا غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی بالایی (۹۴٪) داشته که با شاهد (۹۶٪) تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین بررسی صفات رشدی و وزن گیاه نشان داد با افزایش غلظت نمک، از صفات رشدی گیاه کاسته شد، هرچند در برخی صفات این کاهش معنی‌دار نبود. به طور کلی کنگرفرنگی تا غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار تحمل قابل قبولی نشان داد (۲۶). ال آباگی و همکاران گزارش نمودند که در گیاه کنگرفرنگی بیشترین عملکرد، ارتفاع، تعداد برگ، وزن تر و خشک و میزان کلروفیل در غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک دیده شد (۱۵). بر اساس گزارش تنوری و همکاران، ترکیب هورمونی اسیدسالیسیلیک به طور معنی‌داری ویژگی‌های ظاهری شامل رنگ، نوع بافت، میزان رشد، درصد قهوه‌ای شدن، وزن تر و خشک و رنگدانه‌های درونی کالوس گیاه را تحت تاثیر قرار داده است (۵۴).

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر شوری و اسیدسالیسیلیک بر صفات موروفولوژیکی کالوس کنگرفرنگی و نیز نقش اسیدسالیسیلیک بر حفظ صفات رشدی گیاه در شرایط شوری بوده است.

مواد و روش‌ها

تهیه ریزنمونه و اعمال تیمار

گیاهان کنگرفرنگی در مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با متوسط دمایی ۲۳ درجه سانتی‌گراد، مجموع بارندگی ۹۰ میلی‌متر، رطوبت نسبی ۶۶/۷۵ درصد با ۶۶۱ ساعت آفتابی طی چهار ماه (اردیبهشت تا مرداد ۱۳۹۲) رشد یافتند. در مرداد ۱۳۹۲ بذور کنگرفرنگی از مزرعه جمع آوری شد و پس از سترون‌سازی، جهت تهیه گیاهچه استریل در محیط MS ½ کشت شدند. پس از تشکیل گیاهچه، از دمبرگ برگ‌های کوتیلدونی ریزنمونه تهیه شد. ریزنمونه‌ها جهت کالوس‌زایی در محیط کشت MS با تیمار هورمونی (۵mg/l) نفتالین استیک اسید + (۲mg/l) بنزیل آدنین کشت و در شرایط محیطی با دمای ۲±۲۸ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی نگهداری شدند. کالوس‌های سبز رنگ یک ماهه در محیط کشت MS با تیمار هورمونی مذکور و غلظت‌های مختلف نمک کلرید سدیم (۰، ۵، ۵۰،۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) و اسید سالیسیلیک (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرومولار) کشت و در شرایط مشابه فاز کالوس‌زایی نگهداری شدند. پس از چهار هفته اندازه‌گیری‌های مربوطه صورت گرفت.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی

به‌منظور اندازه‌گیری وزن کالوس‌ها، نمونه‌های ۲۸ روزه پس از خروج از ظروف شیشه‌ای بلافاصله توزین شدند. پس از تعیین وزن تر به‌منظور تعیین درصد وزن خشک ابتدا وزن مشخصی از کالوس‌های تر در آون با دمای ۱۰۵ به مدت سه ساعت قرار داده شد. پس از توزین مجدد نمونه‌ها، تا ثابت شدن وزن در آون نگهداری شدند. وزن نهایی کالوس با دقت ۰/۰۰۱ ثبت شد. تعیین شدت و نوع رنگ کالوس به‌صورت مشاهده‌ای و امتیازدهی انجام گرفت. شدت و نوع رنگ کدگذاری شد و در نهایت رنگ کالوس با یکی از حروف انگلیسی یا ترکیبی از آن‌ها نشان داده شد. شدت رنگ کالوس نیز با ۳ درجه گزارش شد (۵). نوع رنگ با کدهای سیاه (Bk)، سفید (W)، قرمز (R)، آبی (BA)، قهوه‌ای (Bn)، بنفش (V)، زرد (Y) و نارنجی (O) و شدت رنگ نیز به صورت کمرنگ (۱)، رنگ با تراکم بالا (۲)، شدت رنگ با تراکم خیلی بالا (۳) تعیین و امتیازدهی شدند. سفتی بافت بلافاصله پس از خروج کالوس از محیط کشت با استفاده از فشار پنس اندازه‌گیری شد. سفتی کالوس به‌صورت خیلی‌نرم (۲-)، نرم (۱-)، متوسط (۰)، سفت (۱+)، خیلی‌سفت (۲+) امتیازدهی‌شد (۵). میزان رشد کالوس نیز به‌صورت مشاهده‌ای و امتیازدهی به‌صورت کدهای زیر صورت گرفت. بدون رشد (۰)، ۵۰- ۳۰٪ افزایش حجم در کالوس (۱)، ۱۰۰-۵۰٪ افزایش حجم در کالوس (۲)، ۱۰۰٪ و یا بیشتر افزایش در حجم کالوس (۳) (۵).

اندازه‌گیری رنگدانه‌های درون

تعیین میزان کلروفیل و کارتنوئید بر اساس روش پیشنهادی بارنس صورت گرفت. ابتدا نیم گرم کالوس تر توزین و در هاون چینی کوبیده شد و سپس ۱۰ میلی‌لیتر دی‌متیل‌سولفوکسید (DMSO) به آن افزوده گردید. نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت در آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس از نمونه حاصل مقدار ۱ میلی‌لیتر برداشته و با DMSO به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. از DMSO خالص به‌عنوان شاهد استفاده شد.نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد و با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید محاسبه گردید.

$$Chlo\ a\ (mg/g.F.w) = ۱۲/۷(A_{۶۶۳}) - ۲/۶۹(A_{۶۴۵}) \times V/۱۰۰۰\times W$$

$$Chlo\ b\ (mg/g.F.w) = ۲۲/۹(A_{۶۴۵}) - ۴/۶۸(A_{۶۶۳}) \times V/۱۰۰۰\times W$$

$$Chlo\ total\ (mg/g.F.w) = ۲۰/۲(A_{۶۴۵}) + ۸/۰۲(A_{۶۶۳}) \times V/۱۰۰۰\times W$$

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

Car (mg/g.F.w) =۷/۶($A_{۴۸۰}$) – ۱/۴۹ ($A_{۵۱۰}$) × V/۱۰۰۰× W

A= طول موج، V= حجم نهایی محلول، W=وزن نمونه

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تحقیق حاضر به‌صورت فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی در شرایط کنترل شده در اتاقک کشت و با ۵ تیمار شوری و ۴ تیمار اسید سالیسیلیک در ۴ تکرار صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD درسطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. جهت رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر شوری بر صفات مورفولوژیکی کالوس

مشاهده کالوس‌ها نشان داد رنگ کالوس‌ها تحت تأثیر شوری سبز ماند. بررسی بافت کالوس نیز نشان داد که کالوس‌های رشدیافته تحت تنش شوری سفت بودند. در این آزمایش، شوری بر رشد کالوس‌های کنگرفرنگی نیز اثرگذار بود و سبب افزایش رشد کالوس‌ها شد و با افزایش غظت رشد کالوس‌ها بیشتر شد (شکل ۱). کنگرفرنگی در ردیف گیاهان نسبتاً متحمل به تنش شوری می‌باشد. پایدار ماندن رنگ سبز کالوس‌ها در شرایط وجود شوری در محیط را می‌توان با افزایش میزان کلروفیل کل در این شرایط مرتبط دانست که خود ممکن است به‌دلیل افزایش در تعداد کلروپلاست در بافت تحت تنش باشد (۴). بافت کالوس‌های رشد یافته تحت تنش شوری از نوع آبدار و سفت بودند. از جمله مکانیزم‌های بیوشیمیایی مهم مقاومت در برابر شوری، تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی (اسمولیت‌ها) مانند پرولین و قند است که به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی سبب تداوم جذب و حفظ آب سلول در شرایط تنش شوری عمل می‌کنند (۴۵، ۵۵). افزایش رشد کالوس‌ها در حضور نمک را می‌توان رویکرد تحمل گیاه در برابر تنش شوری دانست که از طریق افزایش تعداد سلول، شوری را در سلول‌های بیشتری توزیع می‌نماید. همچنین افزایش جذب آب و افزایش تورژسانس در این شرایط نیز می‌تواند دلیل افزایش رشد کالوس باشد (۴۳،۵۱).

شکل ۱- اثر شوری بر صفات مورفولوژیکی کالوس
Figure 1. Effect of salinity on morphological traits of callus

شکل ۲- اثر اسید سالیسیلیک بر صفات مورفولوژیکی کالوس
Figure 2. Effect of salicylic acid on morphological traits of callus

اثر اسید سالیسیلیک بر صفات مورفولوژیکی کالوس

تحت تیمار اسید سالیسیلیک، رنگ کالوس کمی دستخوش تغییر شد و با افزایش غلظت، از سبز به قهوه‌ای تغییر یافت (شکل ۲). غلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک سنتز هورمون اتیلن را به‌دنبال دارد که این امر سبب تخریب کلروفیل، افزایش ترکیبات فنله، زوال و پیری بافت کالوس می‌گردد (۱۲). همچنین با توجه به توان ژنتیکی سلول‌های کنگرفرنگی در سنتز ترکیبات فنلی، با افزایش اسید سالیسیلیک و القاء استرس اکسیداتیو در کالوس، ترکیبات پلی‌فنلی جهت کاهش خسارت اکسیداتیو در آنها القاء و تجمع می‌یابند که سبب تغییر رنگ می‌گردند (۵۰) اسید سالیسیلک تغییر معنی‌داری در بافت و میزان رشد کالوس ایجاد نکرد

اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات مورفولوژیکی کالوس

رنگ کالوس‌ها در برخی غلظت‌ها به سمت قهوه‌ای شدن پیش می‌رفت که می‌توان آن را به دلیل تأثیر توأم شوری و اسیدسالیسیلیک دانست. نوع بافت کالوس در تیمارهای ترکیبی شوری و اسید سالیسلیک از نوع آبدار و سفت بود که

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

این سفتی را می‌توان به نقش حفاظتی اسید سالیسیلیک در برابر تنش‌های محیطی از جمله شوری نسبت داد که با پایداری غشا سبب استحکام و حفظ آب سلول می‌گردد (۵۰). از نظر میزان رشد، بیشترین رشد در کالوس‌های رشد یافته در محیط حاوی ۲۰۰ میلی‌مولار شوری + ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک به ثبت رسید (شکل ۳). کاهش فعالیت‌های متابولیکی گیاهان در معرض عوامل استرس‌زا مانند شوری منجر به کاهش رشد می‌شود. با این حال در برخی موارد گزارش شده است که کاهش رشد ناشی از شوری با کاربرد اسید سالیسیلیک برطرف می‌گردد (۵۰). اسید سالیسیلیک هورمون گیاهی است که در رشدی و در غلظت‌های بالاتر ممکن است سبب کاهش رشد شود (۲۸). اثر بهبود دهندگی آن می‌تواند به نقش آن در جلوگیری از کاهش سطوح ایندول استیک اسید و سیتوکنین در گیاهان تحت تنش شوری ارتباط داده شود غلظت‌های مختلف اثرات متفاوتی را نشان می‌دهد. اسید سالیسیلیک تا غلظت مشخص سبب افزایش فاکتورهای که منجر به بهبود تقسیم سلولی و رشد گیاه می‌گردند (۵۱). نقش مثبت اسید سالیسیلیک در حفظ رشد گیاهان بسیاری همچون گوجه‌فرنگی، گلرنگ، درمنه، رازیانه و پروانش در شرایط شوری گزارش شده است (۲،۱۴،۱۸،۳۷،۴۰).

اثر شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات کمی و کیفی کالوس کنگرفرنگی

نتایج تجزیه واریانس وزن تر و خشک و رنگدانه‌های درونی کالوس کنگرفرنگی تحت تیمار شوری، اسیدسالیسیلیک و اثر متقابل این دو تیمار نشان داد که شوری و اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند. اسید سالیسیلیک بر وزن تر در سطح ۵ درصد و بر بقیه صفات در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، هرچند بر میزان کارتنوئیدها اثر معنی‌داری نداشت.

شکل ۳- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات مرفولوژیکی کالوس
Figure 3. Interaction effect of salinity and salicylic acid on morphological traits of callus

جدول ۱- تجزیه واریانس وزن و رنگدانه‌های درونی کالوس کنگرفرنگی تحت تأثیر شوری و اسید سالیسیلیک
Table 1. Analysis of variance of weight and internal pigments of artichoke callus under the influence of salinity and salicylic acid

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)	کارتنوئید (میلی‌گرم بر گرم)
شوری	۴	۰/۰۸۳۵**	۰/۰۷۵۸**	۰/۰۰۲۷**	۰/۰۰۸۵**	۰/۰۲۳۳**	۰/۰۰۱۱**
اسید سالیسیلیک	۳	۰/۰۳۱۶*	۰/۰۱۹۴**	۰/۰۰۱۰**	۰/۰۰۴۵**	۰/۰۱۰۷**	۰/۰۰۰۸$^{n.s}$
شوری × اسید سالیسیلیک	۱۲	۰/۰۳۶۲**	۰/۰۲۶۰**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۱۴**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۰۷**
خطای آزمایش	۴۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۷
ضریب تغییرات	–	۱۹/۶۰	۲۱/۶۳	۱۰/۹۳	۱۴/۰۲	۹/۶۶	۱۷/۹۳

**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم معنی‌داری

اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر وزن تر و خشک کالوس

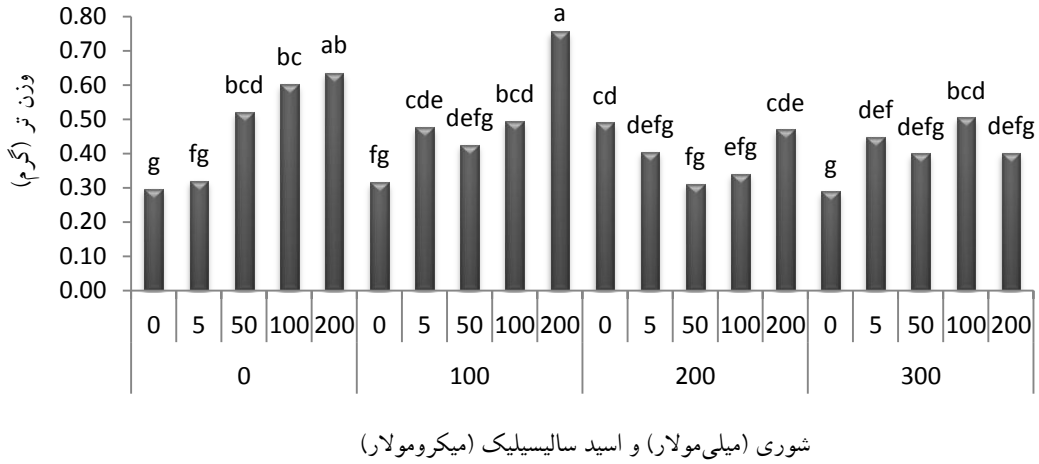
با توجه به شکل ۴ و ۵، بیشترین میزان وزن تر و خشک در کالوس‌های تیمار شده با ۲۰۰ میلی‌مولار نمک + ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد که افزایش وزنی در حدود دو و نیم برابر نسبت به کالوس‌های شاهد نشان داد. کمترین وزن تر و خشک در نمونه‌های شاهد مشاهده شد. افزایش وزن با افزایش شوری نشان‌دهنده تحمل گیاه به شوری است که با افزایش آن رشد گیاه نیز توسعه می‌یابد که این امر در مورد کنگرفرنگی صدق می‌کند. در واقع افزایش وزن تر نمونه‌ها در شرایط شور را می‌توان نتیجه‌ی افزایش غلظت املاح در آپوپلاست و به‌دنبال آن افزایش فشار تورژسانس سلولی و القای رشد دانست (۱۰،۱۳،۲۳،۲۵) که این نتایج با پژوهش ذاکری اصل و همکاران (۵۵) و پور اسماعیل و همکاران (۴۳) مطابقت دارد. در خصوص افزایش وزن خشک نیز می‌توان اینگونه اظهار نمود که افزایش جذب آب در چنین شرایطی با گسترش بیشتر و تداوم بهتر سطح فتوسنتزی همراه است که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی قوی و کافی جهت استفاده هرچه بیشتر از نور دریافتی و تولید ماده خشک بیشتر می‌گردد (۳۶). اثرات محرک اسید سالیسیلیک بر رشد می‌تواند به دلایلی مانند افزایش تقسیم و رشد سلولی باشد که موجب افزایش رشد می‌گردد. همچنین برهمکنش این ترکیب با سایر ترکیبات هورمونی گیاه نیز از دلایل دیگر آن است (۱۱،۵۱). اسید سالیسیلیک همچنین با تاثیر بر دستگاه فتوسنتزی و حفاظت از آن در مجموع سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌گردد که بسیار موثر بر رشد، وزن تر و خشک گیاه می‌باشند. اسید سالیسیلیک ممکن است در غلظت‌های بالاتر با اثرگذاری بر هورمون اتیلن سبب

www.SID.ir

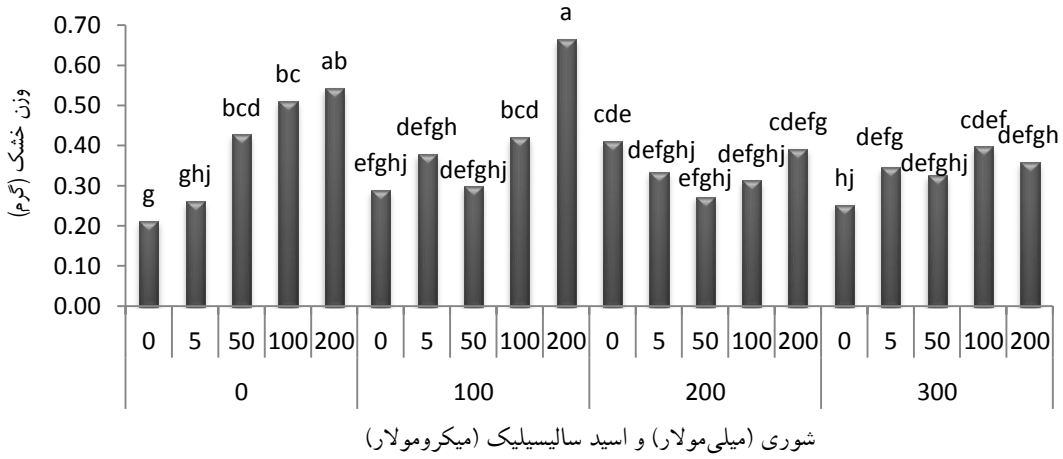
Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

کاهش پارامترهای رشدی شود (۴۲، ۴۹). در پژوهشی گزارش شده است اسید سالیسیلیک تا غلظت مشخصی سبب افزایش وزن تر و خشک گیاه مرزه شد و با افزایش غلظت این میزان کاهش یافت (۴۷). تیمار اسید سالیسیلیک در گیاه رازیانه نیز تا غلظت ۱ میلی‌مولار سبب افزایش وزن خشک گیاهچه شد و در غلظت بالاتر سبب کاهش وزن گردید (۳۷). تحت تیمار اسید سالیسیلیک، غلظت هورمون ایندول استیک اسید و سایتوکینین داخلی بافت تحت تنش شوری افزایش یافته که با افزایش رشد نمود یافت (۵۱). البته به نظر می‌رسد که افزایش اسید سالیسیلیک محیط تا غلظت معین سبب تحریک بیوسنتز هورمون‌های رشد شده و افزایش بیش از حد تحمل بافت، بیوسنتز اسید آبسیزیک را در اولویت قرار می‌دهد. در نتیجه ممانعت از رشد و توسعه سلول نموده که در ادامه با کاهش وزن همراه است. اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن تر و خشک گیاهان گوجه‌فرنگی، ریحان، لوبیا و ذرت در شرایط شوری گردید (۲،۱۹،۲۹،۴۸).



شکل ۴- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر وزن تر کالوس
Figure 4. Interaction effect of salinity and salicylic acid on fresh weight of callus



شکل ۵- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر وزن خشک کالوس
Figure 5. Interaction effect of salinity and salicylic acid on dry weight of callus

اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر محتوای رنگدانه‌های درونی

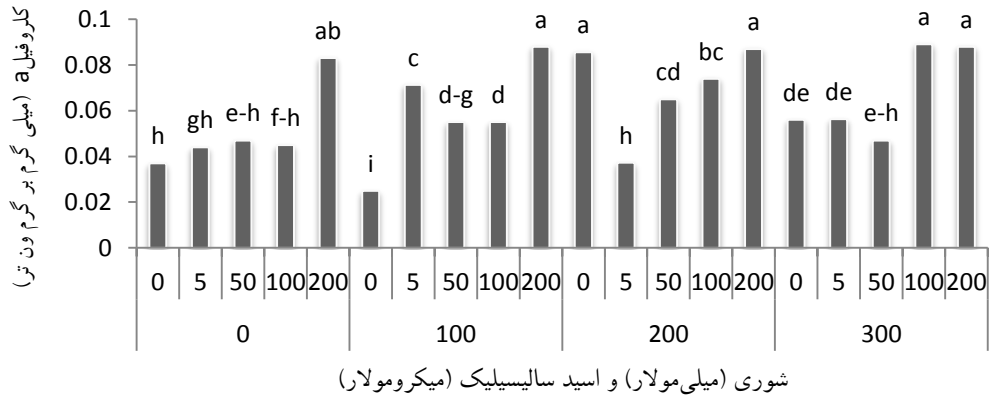
همان‌طورکه در جدول ۱ نشان داده شده است، اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل و کارتنوئید در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و میزان این رنگدانه‌ها در تیمار ترکیبی بیشتر از تیمار مستقل بوده است. بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری +۳۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک دیده شد که با تیمار ۲۰۰ شوری + ۲۰۰ اسید سالیسیلیک، ۲۰۰ شوری +۱۰۰ اسید سالیسیلیک و ۲۰۰ شوری + ۲۰۰ اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان نیز در تیمار صفر شوری +۱۰۰ اسید سالیسیلیک مشاهده شد. بیشترین میزان کلروفیل b و کل نیز

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

در تیمار ۲۰۰ شوری + ۲۰۰ اسید سالیسیلیک و کمترین میزان در صفر شوری +۱۰۰ اسید سالیسیلیک مشاهده شد. بیشترین محتوی کارتنوئید نیز در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری+۳۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک بدست آمد که با تیمار ۱۰۰ شوری+۱۰۰ اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان در صفر شوری+۱۰۰ اسید سالیسیلیک دیده شد (شکل ۶ تا ۹). کلروفیل و کاروتنوئید رنگدانه‌های اصلی فتوسنتزی بوده که نقش مهمی در فتوسنتز بازی می‌کنند. تغییرات در مقدار رنگدانه‌ها به‌عنوان تغییرات در فتوسنتز مورد بررسی قرار می‌گیرد و این تغییرات تحت تنش شوری به‌عنوان پارامتری جهت انتخاب ارقام متحمل و حساس در گیاهان استفاده می‌شود. افزایش محتوای کلروفیل در محیط شور بسته به میزان نمک و سطح شوری دارد (۱۷). محتوای کلروفیل در ارتباط مستقیم با سلامت گیاه بوده و مقاومت سیستم‌های فتوسنتزی به شوری با ظرفیت گونه‌های گیاهی به‌طور موثر با گروه‌بندی یون در واکوئل، سیتوپلاسم و کلروپلاست در ارتباط است (۴۷). افزایش میزان کلروفیل تحت تنش شوری (که در این آزمایش نیز مشاهده شده است) ممکن است به‌دلیل افزایش در تعداد کلروپلاست در بافت تحت تنش نیز باشد (۴). کارتنوئیدها رنگدانه‌های همراه کلروفیل از آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی محافظتی مهم گیاه در برابر تنش اکسیداتیو بوده و کلروپلاست گیاه را از آسیب اکسیداتیو حفظ می‌کنند. پاسخ نشان داده شده به تجمع کارتنوئیدها تحت شوری توسط گیاهان از یک گیاه به گیاه دیگر متفاوت است (۳۳). افزایش محتوی کلروفیل و کارتنوئیدی در گیاه کنگرفرنگی تحت تیمار شوری بیانگر پتانسیل دفاعی و تحمل آن می‌باشد که با نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته بر روی گیاهانی نظیر گوجه‌فرنگی (۴)، سیترونلا (۳۳)، خردل (۵۳) و بامیه (۷) مطابقت دارد. اثر اسیدسالیسیلیک بر کلروفیل ممکن است در ارتباط با اثر آن بر آنزیم ACC سنتتاز یا ACC اکسیداز و در نهایت بر بیوسنتز اتیلن باشد. اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مناسب از سنتز اتیلن جلوگیری کرده و سبب حفظ و افزایش رنگدانه‌های درونی کلروفیل و کارتنوئید می‌گردد. در مقابل در غلظت‌های بالا سبب سنتز اتیلن می‌گردد که اتیلن با افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز منجر به تخریب کلروفیل و ظهور رنگدانه کارتنوئید می‌شود (۱۲،۳۱،۵۳). اسیدسالیسیلیک تاثیر خود را بر فتوسنتز از طریق تاثیر بر فاکتورهای روزنه‌ای، رنگیزه‌ها و ساختار کلروپلاست و آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز اعمال می‌کند (۲۳). اعمال برون‌زای اسیدسالیسیلیک در گیاهان سبب افزایش تحمل به تنش شده که با افزایش توان آنتی‌اکسیدانی سلول منجر به حفاظت بیشتر از رنگدانه‌های فتوسنتزی و مانع از تجزیه کلروفیل می‌گردد. استفاده از اسید سالیسیلیک منجر به افزایش سنتز کارتنوئید در شرایط تنش شده که می‌تواند به‌دلیل نقش حفاظتی آن در تشکیلات فتوسنتزی باشد، زیرا سبب خاموش شدن اکسیژن یکتایی و جلوگیری از تنش اکسیداتیو می‌گردد. در این پژوهش در کالوس‌های تیمارشده با نمک در حضور اسید سالیسیلیک، ماندگاری و افزایش بیشتری در کلروفیل و کارتنوئیدی دیده شد که این نتایج در شنبلیله (۴۱)، شیرین‌بیان (۹)، ذرت (۴۸)، جو (۱۶) و کلزا (۲۳) مشاهده شد.

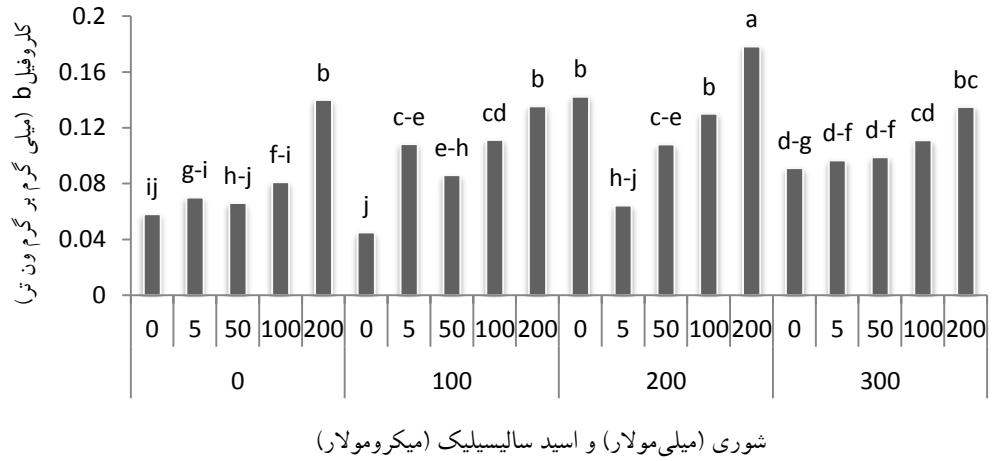


شکل ۶- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل a کالوس
Figure 6. Interaction effect of salinity and salicylic acid on amount of chlorophyll a of callus

www.SID.ir

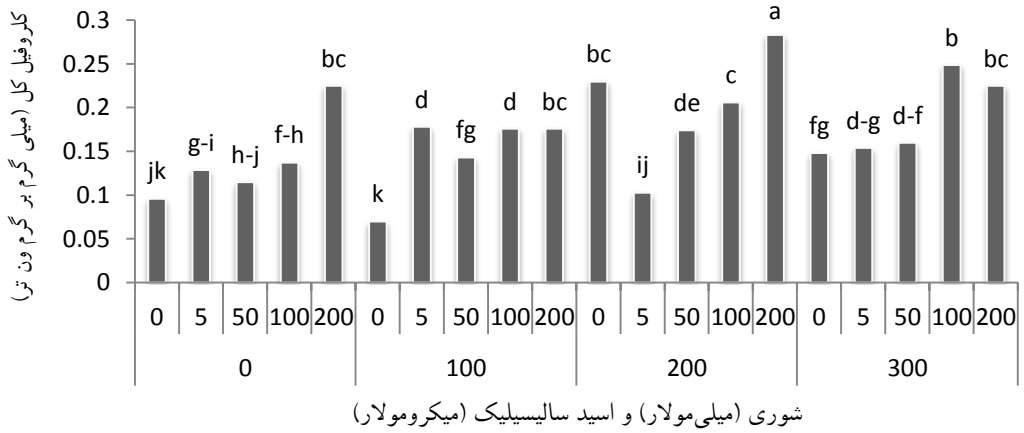
Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018



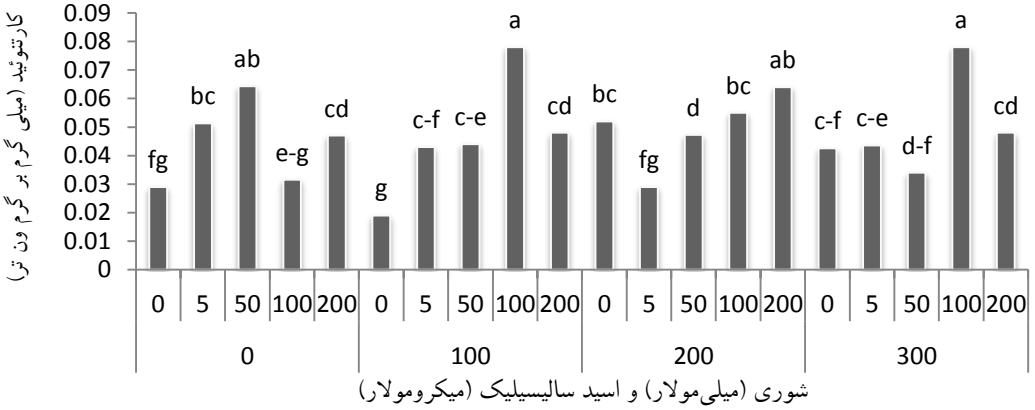
شکل ۷- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل b کالوس

Figure 7. Interaction effect of salinity and salicylic acid on amount of chlorophyll b of callus



شکل ۸- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل کل کالوس

Figure 8. Interaction effect of salinity and salicylic acid on amount of total chlorophyll of callus



شکل ۹- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان کارتنوئید کالوس

Figure 9. Interaction effect of salinity and salicylic acid on amount of carotenoid of callus

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

به‌طورکلی می‌توان بیان نمود کنگرفرنگی به‌عنوان گیاه نسبتاً مقاوم به شوری در برابر غلظت‌های اعمال شده از خود تحمل نشان داد که این واکنش تحمل در گیاه با افزایش تعداد سلول، افزایش رشد، وزن و میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی همراه بود. استفاده از اسیدسالیسیلیک نیز در سطوح مناسب اثر مثبتی بر صفات رشدی و رنگدانه‌های فتوسنتزی کالوس داشت. در این آزمایش کالوس‌های رشد یافته در محیط حاوی ۲۰۰ میلی‌مولار شوری و ۱۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک بهترین ویژگی‌های رشدی و وزن تر و خشک را دارا بودند. رنگدانه‌های فتوسنتزی در غلظت‌های بالای شوری در حضور اسید سالیسیلیک در بالاترین مقدار خود قرار داشتند. تراکم رنگدانه‌های فتوسنتزی در غلظت‌های بالای شوری در حضور اسیدسالیسیلیک افزایش یافت که نشان‌دهنده تلاش سلول گیاه برای سازگاری بیشتر با شرایط تنش است. با توجه به یافته‌های این تحقیق، به دلیل اثرگذاری مثبت شوری و اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی و ترکیبات فتوسنتزی و در نهایت میزان ترکیبات بیوشیمیایی کالوس، می‌توان با استفاده از غلظت‌های مناسب آن‌ها، عملکرد و ترکیبات ارزشمند کالوس را افزایش داد.

منابع

1. Abdel Magied, M.M., S.E. Din Hussien, S.M. Zakiand, R. Mohamed and EL. Said. 2016. Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Leaves and Heads Extracts as Hypoglycemic and Hypocholesterolemic in Rats. Journal of Food and Nutrition Research, 4: 60-68.
2. Agamy, R.A., E.E. Hafez and T.H. Taha. 2013. Acquired resistant motivated by salicylic acid applications on salt stressed Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 13: 50-57.
3. Agarawal, S., R.K. Sairam, G.C. Srivasta and R.C. Meena. 2005. Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. Biologia Plantarum, 49: 541-550.
4. Ahmed, E.S.H., S.A.M. Baziad and R.A.A.S. Basaba. 2015. Application of exogenous ascorbic acid on Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seeds under NaCl salinity stress. International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology, 2: 33-46.
5. Alizadeh, M. 2011. A user mannual on plant tissue culture and micro propagation. 1th edn. Norouzi, Gorgan, 365 pp.
6. 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 Journal of Plant Physiology, 164: 685-694.
7. Ashraf, M. and A. Orooj. 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague). Journal of Arid Environments, 64: 209-220.
8. Bagheri fard, G., A. Bagheri fard and I. Ammarloo, 2014. Effect of salicylic acid and salinity on some morphological traits of Artichoke. 1st regional congress on medicinal plants of north of Iran, https://www.civilica.com/Paper-RCMPNI01-RCMPNI01_200.html.
9. Balnokin, Y.V., A.A. Kotov, N.A. Myasoedov, G.F. Khailova, E.B. Kurkova, R.V. Lun'kov and L.M. Kotova. 2005. Involvement of long-distance Na+ transport in maintaining water potential gradient in the medium-root-leaf system of a halophyte *Suaeda altissima*. Russian Journal of Plant Physiology, 52: 489-496.
10. Behnamnia, M. and A. Shenavai Zare. 2013. The effects of salicylic acid on licorice seedlings (*Glycyrrhiza glabra* L.) under salt stress. Journal of plant process and function, 2: 73- 84 (In Persian).
11. Bezrukova, M.V., R. Sakhabutdinova, R.A. Fathutdinova, I. Kyldiarova and F. Shakirova. 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. Agrochemiya (Russ), 2: 1-4.
12. Cag, S., G.C. Ahir-Oz, M. Sarsag and N. Goren-Saglam. 2009. Effect of salicylic acid on pigment, protein content and peroxidase activity in excised sunflower cotyledons. Pakistan Journal of Botany, 41: 2297-2303.
13. Clipson, N.J.W., A.D. Tomos, T.J. Flowers and RG. Jones. 1985. Salt tolerance in the halophyte *Suaeda maritima* (L.) Dum. The maintenance of turgor pressure and water potential gradients in plants growing at different salinities. Planta, 165: 392-396.
14. Daneshmand, F., M.J. Arvin and B. Keramat 2014. Salicylic acid induced changes in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salinity stress. Journal of plant researches, 27: 204- 215.
15. El-Abagy, H.M.H., El-Sh. M. Rashad, A.M.R. Abdel-Mawgoud and N.H.M. El-Greadly. 2010. Physiological and Biochemical Effects of Some Bioregulators on Growth, Productivity and Quality of Artichoke (*Cynara Scolymus* L.) Plant. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6: 683-690.
16. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 42: 215-224.
17. Eryilmaz, F. 2007. The relationships between salt stress and anthocyanin content in higher plants. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 20: 47-52.
18. Eskandari Zanjani, K., A.H. Shirani Rad, A. Moradi Aghdam and T. Taherkhani. 2012. Effect of salicylic acid application under salinity conditions on physiologic and morphologic characteristics of Artemisia (*Artemisia annua* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 4: 415-428 (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

19. Fatemi, R. and A.H. Aboutalebi. 2012. Evaluation the interaction of salinity and salicylic acid on Sweet basil (*Ocimum basilicum*) properties .Annals of Biological Research, 3: 5106-5109.
20. Flowers, T.J. 2004. Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany, 55: 307-319.
21. Ghai, N., R.C. Setia and N. Setia. 2002. Effect of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL-1). Phytomorphology, 52: 83-87.
22. Ghorbani, N., H. Moradi, V. Akbarpour and A. Ghasemnezhad. 2013. The Phytochemical Changes of Violet Flowers (*Viola cornuta*) Response to Exogenous Salicylic Acid Hormone. Journal of Chemical Health Risks, 3: 1-8.
23. Harvey, D.M.R., J. Hall, T.J. Flowers and B. Kent. 1981. Quantitative ion localization within *Suaeda maritima* leaf mesophyll cells. Planta, 151: 555-560.
24. .Horváth, E., G. Szalai and T. Janda. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Journal of Plant Growth Regulation, 26: 290-300.
25. James, R., R. Munns, S.V. Caemmerer, C. Trejo, C. Miller and T.A.G. Condou. 2006. Photosynthetic capacity is related to the cellular and subcellular partitioning of Na+, K+ and Cl- in salt-affected barley and durum wheat. Plant, Cell and Environment, 29: 2185-2197.
26. Jorenush, M.H and M. Rajabi. 2015. Effect of Drought and Salinity Tensions on Germination and Seedling Growth of Artichoke (*Cynara Scolymus* L.). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 3: 297-302.
27. Khan, W., B. Prithiviraj and D.L. Smith. 2003. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology, 160: 485-492.
28. Khandaker, L., A.M.D. Babar and O. Shinya. 2009. Influence of cultivar and growth stage on pigments and pro-cessing factors on betacyanins in red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). Food Science and Technology International, 15: 259-265.
29. Khoshbakht, D., A.A. Ramin and M.R. Baghbanha. 2012. The possibility reducing effect of salinity on bean with salicylic acid. Journal of crop production and processing, 2: 188-199 (In Persian).
30. Lee, M.H., E.J. Cho, S.G. Wi and H. Bae. 2013. Divergences in morphologi-cal changes and antioxidant responses in salt-tolerant and salt-sensitive rice seedlings after salt stress. Plant Physiology and Biochemistry, 70: 325-335.
31. Leslie, C.A. and R.J. Romani. 1988. Inhibition of ethylene biosynthesis salicylic acid. Plant Physiology, 88: 833-837.
32. Manchanda, G. and N. Garg. 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiologia Plantarum, 30: 595-618.
33. Mane, A.V., B.A. Karadge and J.S. Samant. 2010. Salinity induced changes in photosynthetic pigments and polyphenols of *Cymbopogon Nardus* (L.) Rendle. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2: 338-347.
34. Mardani, H., H. Bayat and M. Azizi. 2011. Effects of salicylic acid on morphological characteristics and physiological solution sprayed cucumber seedlings under drought stress. Journal of Horticultural Science, 25: 320-326.
35. Miraj, S. and S. Kiani. 2016. Study of therapeutic effects of *Cynara scolymus* L.: A review. Scholars Research Library, 8:168-173.
36. Moghaieb, R.E.A., H. Saneoka and K. Fujita. 2004. Effect of salinity on osmotic adjustment, glycinebetaine accumulation and the betaine aldehyde dehydrogenase gene expression in two halophytic plants, *Salicornia europaea* and *Suaeda maritime*. Plant Science, 166: 1345-1349.
37. Moradi, R.A. and P. Rezvani moghaddam. 2010. The effects of seed pre-priming with salicylic acid under salinity on germination and growth characteristics of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 489- 500 (In Persian).
38. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell & Environment, 25: 239-250.
39. Nasser, A.M.A.G. 2012. Phytochemical Study of *Cynara scolymus* L. (Artichoke) (Asteraceae) Cultivated in Iraq, Detection and Identification of Phenolic Acid Compounds Cynarin and Chlorogenic Acid. Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences, 21: 6-13.
40. Neelam, M., M. Rahul, M. Ajiboye, Y. Kafayat and Y. Lateefat. 2014. Salicylic acid alters antioxidant and phenolic metabolism in *Catharanthus roseus* grown under salinity stress. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 11: 118-125.
41. Pasandi Poor, A., H. Farahbakhsh, M. Saffari and B. Keramat. 2013. The effect of salicylic acid on some physiological reactions of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) under salinity stress. Journal of Crop Ecophysiology, 7: 215- 228 (In Persian).
42. Popova, L.P., L.T. Maslenkova, R.Y. Yordanova, A.P. Ivanova, A.P. Krantev, G. Szalai and T. Janda. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry, 47: 224-231.
43. Pouresmaeil, M., M. Ghorbanli and R. Khavarnejhad. 2005. Effect of salinity on germination, fresh and dry mass, ion content, proline, soluble sugar and starch content in *Suaeda fruticosa*. Desert journal, 10: 258-265 (In Persian).
44. Reddy, M.P., S. Sanish and E.R.R. Iyengar. 1992. Photosynthetic studies and compartmentation of ions in different tissues of *Salicornia brachiata* Roxb. under saline conditions. Photosynthetica, 26: 173-179.
45. Rhodes, D., A. Nadolska-Orczyk and P.J. Rich. 2004. Salinity, osmolytes and compatible solutes. In: Salinity: Environment-plants-molecules (eds. Läuchli, A. and Lüttge, U.) Springer Verlag, Netherlands, 181-204.
46. Roustan, J.P., A. Lotche and J. Fallot. 1989. Stimulation of *Daucus carota* somatic embryogenesis by inhibitors of ethylene synthesis cobalt and nickel. Plant Cell Reports, 8: 182-185.

www.SID.ir

Archive of SID

47. Sadeghian, F., J. Hadian, M. Hadavi, A. Mohamadi, M. Ghorbanpour and R. Ghafarzadegan. 2013. Effects of Exogenous Salicylic Acid Application on Growth, Metabolic Activities and Essential Oil Composition of *Satureja khuzistanica* Jamzad. Journal of Medicinal Plants, 12: 70-82 (In Persian).
48. Saeidnejad, A.H., H. Mardani and M. Naghibolghora. 2012. Protective effects of Maize seedlings under salinity stress. Journal of Applied of Environmental and Biological Science, 2: 364-373.
49. Shah, S.H. 2007. Effects of salt stress on mustard as affected by gibberellic acid application. General and Applied Plant Physiology, 33: 97-106.
50. Shakirova, A.R., D.R. Fatkhutdinova, M.V. Bezrukova and F.M. Shakirova. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Plant Physiology, 314-319.
51. Shakirova, F.M. 2007. Role of hormonal system in the manisfestation of growth promoting and anti-stress action of salicylic acid. In: Hayat, S. and A. Ahmad (Eds.) Salicylic Acid, A Plant Hormone. p: Springer, Dordrecht, Netherlands, pp: 69-89.
52. Shuji, Y., A.B. Ray and P.M. Hassagawa. 2002. Salt stress tolerance of Plants, Center for Enviromental Stress Physiology. Purdue Univ. JIRCAS working Report, 102: 25-33.
53. Stevens, 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 Regulation, 49: 77-83.
54. Tanoori, A., A. Ghasemnezhad and M. Alizadeh. 2015. Effect of methyl jasmonate and salicylic acid on morphological traits and internal pigments of Artichoke callus. Agricultural crop management, 16: 857-869 (In Persian).
55. Zakeri asl, M.A., S.A. Bolandnazar, S.H. Oustan and S.J. Tabatabaei. 2014. Effects of NaCl salinity and nitrogen levels on growth and vitamin C and nitrate concentrations of Halophyte Vegetable *Suaeda aegyptiaca*. Water and soil science, 24: 239-250 (In Persian).
56. Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in Plant Science, 6: 66-71.
57. Ziaie, S.A., A. DastPak, S. NaghdaBadi, L. PoorHoseini, A. Hemmati Moghadam and M. Ghorori Naeini. 2005. Review on *Cynara Scolymus*. Journal of Medicinal Plants, 13: 10-13 (In Persian).

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Salinity and Salicylic Acid on Morphological and Photosynthetic Pigments Changes of Callus of Artichoke (*Cynara scolymus* L.)

Sahar Zamani[1], Azim Ghasemnezhad[2], Mehdi Alizadeh[3] and Mehran Alami[4]

1- Graduate MSc. Student, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, (Corresponding Author: s.zamani90@yahoo.com)
2 and 3- Associate Professor, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
4- Associate Professor, Faculty of Food Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: December 24, 2016 Accepted: September 10, 2017

Abstract:

Utilization compounds like salicylic acid is one of the ways to control the salinity and reduce the damage of salinity. Salicylic acid is a phenolic compound plays a role as signaling molecule in plant tolerance system, to protect plants against stresses. The experiment was done to evaluate the effect of salinity (0, 5, 50, 100 and 200 mM) and salicylic acid (0, 100, 200 and 300 µM) on the morphological changes and photosynthetic pigments concentration of artichoke callus. Based on the obtained results, salinity, salicylic acid and interaction effect of salinity and salicylic acid had significant effect on the growth traits and photosynthetic pigments of callus. Artichoke callus showed a relative tolerance against salt stress with accompanying by the significant increasing in callus fresh weight, dry weight and amount of chlorophyll and carotenoid accumulation. The maximum growth rate and weight was observed in culture containing 200 mM of salt and 100 µM of salicylic acid. Accumulation of the photosynthetic pigments of callus were increased in high concentration of salinity in presence of salicylic acid, in which shows the tray of cell to adapt with stress conditions. According to the results of this study, because of the positive influence of salinity and salicylic acid on growth traits and photosynthetic compounds and finally biochemical compounds of callus, with using the suitable concentration of these (salinity and salicylic acid) can be increasing the yield and valuable compounds of callus

Keywords: Callus, Carotenoid, Chlorophyll, Salicylic acid, Salinity

Downloaded from jcb.sanru.ac.ir at 14:04 +0330 on Saturday October 13th 2018

www.SID.ir