



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

سحر زمانی^۱, عظیم قاسم‌نژاد^۲, مهدی علیزاده^۳, مهران اعلمی^۴

(s.zamani90@yahoo.com)
 ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسؤول:
 ۲- دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 ۳- دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 ۴- دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۱۹

چکیده

یکی از راهکارهای کنترل شوری و کاهش صدمات واردہ به گیاه تحت تنشی، استفاده از ترکیباتی چون اسیدسالیسیلیک می‌باشد. اسیدسالیسیلیک ترکیب فنلی است که به عنوان مولکول پیام‌رسان در ایجاد تحمل به تنش و حفظ پایداری گیاه نقش دارد. این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف شوری (۰، ۵، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) و اسیدسالیسیلیک (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار) بر صفات ظاهری و تغییرات رنگدانه‌های فتوستنتزی 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 فتوستنتزی کالوس داشتند. کنگرفرنگی تحمل نسبی به شوری داشته که شوری را از جمله رنگ، سفتی و میزان رشد، وزن تر، وزن خشک، میزان کلروفیل‌ها و کارتنوئید کالوس همراه بود. پیشترین رشد و افزایش وزن در کالوس‌های رشد یافته در محیط حاوی ۲۰۰ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک مشاهده شد. تراکم رنگدانه‌های فتوستنتزی در غلظت‌های بالای شوری در حضور اسیدسالیسیلیک افزایش یافت که نشان‌دهنده تلاش سلول گیاه برای سازگاری پیشتر با شرایط تنش است. با توجه به یافته‌های این تحقیق، به دلیل اثر کذاری مثبت شوری و اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های و ترکیبات فتوستنتزی 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

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، فتوستنتز، هدایت روزنه‌ای، تنفس، بسته شدن روزنه‌ها، جوانه‌زنی دانه، رسیدن میوه، گلکیولیریز، گلدهی و تولید گرمای 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 بروون‌زا آن نیز در کاهش اثر تنش‌های محیطی نظیر تنش شوری موثر می‌باشد (۲۴، ۲۴). کنگرفرنگی با نام علمی *Cynara scolymus* گیاهی چندساله از خانواده Asteraceae، یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی بومی مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد. کنگرفرنگی معمولاً به عنوان 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، لوتشولین، سیناروزید، اسکولوموزید؛ اسیدهای فنولیک مانند کافئینک، کومارینک، هیدروکسی سینامیک، فرولیک، مشتقان کافنول کوینینک

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 دارد (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 مروفولوژیکی 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 فتوستنتزی اشاره کرد (۳۰). بهطور کلی تنش شوری گیاهان را از طریق تنش اسمزی، تنش یونی (تجمع یون سدیم، کلر و ...)، اختلالات تعذیبه‌ای (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. بهدلیل تنش‌هایی 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

آدنین کشت و در شرایط محیطی با دمای 28 ± 2 درجه سانتی گراد و در تاریکی نگهداری شدند. کالوس های سبز رنگ یک ماهه در محیط کشت MS با تیمار هورمونی مذکور و غلظت های مختلف نمک کلربید سدیم (۰، ۵، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) و اسید سالیسیلیک (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار) کشت و در شرایط مشابه فاز کالوس زایی نگهداری شدند. پس از چهار هفته اندازه گیری های مربوطه صورت گرفت.

اندازه گیری صفات مورفوЛОژیکی

به منظور اندازه گیری وزن کالوس ها، نمونه های ۲۸ روزه پس از خروج از ظروف شیشه ای بلا فاصله توزین شدند. پس از تعیین وزن تر به منظور تعیین درصد وزن خشک ابتدا وزن مشخصی از کالوس های تر در آون با دمای 105°C به مدت سه ساعت قرار داده شد. پس از توزین مجدد نمونه ها، تا ثابت شدن وزن در آون نگهداری شدند. وزن نهایی کالوس با دقیق 0.001 گرام شد. تعیین شدت و نوع رنگ کالوس به صورت مشاهده ای و امتیازدهی انجام گرفت. شدت و نوع رنگ کدگذاری شد و در نهایت رنگ کالوس با یکی از حروف انگلیسی یا ترکیبی از آن ها نشان داده شد. شدت رنگ کالوس نیز با 3 درجه گزارش شد^(۵). نوع رنگ با کدهای سیاه (Bk)، سفید (W)، قرمز (R)، آبی (BA)، قهوه ای (Bn)، بنش (V)، زرد (Y) و نارنجی (O) و شدت رنگ نیز به صورت کمرنگ (1)، رنگ با تراکم بالا (2)، شدت رنگ با تراکم خیلی بالا (3) تعیین و امتیازدهی شدند. سفتی بافت بلا فاصله پس از خروج کالوس از محیط کشت با استفاده از فشار پنس اندازه گیری شد. سفتی کالوس به صورت خیلی نرم (-2)، نرم (-1)، متوسط (0)، سفت ($+1$)، خیلی سفت ($+2$) امتیازدهی شد^(۵). میزان رشد کالوس نیز به صورت مشاهده ای و امتیازدهی به صورت کدهای زیر صورت گرفت. بدون رشد (0)، 50% افزایش حجم در کالوس (1)، $50\%-100\%$ افزایش حجم در کالوس (2)، 100% و یا بیشتر افزایش در حجم کالوس (3)^(۵).

اندازه گیری رنگدانه های درون

تعیین میزان کلروفیل و کارتنوئید بر اساس روش پیشنهادی بارنس صورت گرفت. ابتدا نیم گرم کالوس تر توزین و در هاون چنی کوبیده شد و سپس 10 میلی لیتر DMSO (DMSO) به آن افزوده گردید. نمونه ها به مدت 3 ساعت در آون 80 درجه سانتی گراد قرار گرفت. سپس از نمونه حاصل مقدار 1 میلی لیتر برداشته و با DMSO به حجم 5 میلی لیتر رسانده شد. از DMSO خالص به عنوان شاهد استفاده شد. نمونه ها با دستگاه اسپکترو فوتومتر در طول موج های 450 ، 480 ، 510 ، 645 و 663 نانومتر قرائت شد و با استفاده از فرمول های زیر میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید محاسبه گردید.

$$\times Chlo a (\text{mg/g.F.w}) = \frac{12}{7}(\text{A}_{663} - \frac{2}{569}(\text{A}_{645}))$$

$$\times V/1000 \times W$$

$$\times Chlo b (\text{mg/g.F.w}) = \frac{22}{9}(\text{A}_{645} - \frac{4}{68}(\text{A}_{663}))$$

$$\times V/1000 \times W$$

$$\times Chlo total (\text{mg/g.F.w}) = \frac{20}{2}(\text{A}_{645} + \frac{8}{102}(\text{A}_{663}))$$

$$\times V/1000 \times W$$

اسید؛ مونو و دی کافئول کوبینیک اسید شامل کلروفینیک اسید؛ گلیکوزیدهای فلاونوئیدی و ... می باشد^(۱). کنگرفرنگی به دلیل داشتن خواص آنتی اکسیدانی، ضد سلطانی، ضد قارچی، فعالیت های پریوتویک و ... و به دلیل دارا بودن اثرات مدر، صفر آور، پایین آورنده کلسترول خون، پایین آورنده چربی خون، ضد تهوع و سوء هاضمه در صنایع دارو سازی مورد استفاده می باشد^(۲،۳). مطالعات متعددی بیانگر نقش مشبت اسید سالیسیلیک در شرایط شوری در حفظ صفات رشدی در گیاهان می باشد که از جمله آن ها می توان به گیاهانی چون گوجه فرنگی، گلرنگ، درمنه، ریحان، رازیانه، پروانش و ذرت اشاره نمود^(۴،۵). نشان داده شده است که شوری سبب افزایش صفات رشدی، وزن تر و خشک و رنگدانه های گیاه شده است. گیاهان کشت شده در سطوح شوری 3 دسی زیمنس عملکرد بهتری نسبت سطح 6 دسی زیمنس داشتند. اسید سالیسیلیک نیز سبب افزایش کلروفیل و تغییرات وزن تر و خشک برگ و ریشه کنگرفرنگی شد^(۶). در پژوهشی دیگر در خصوص اثر شوری بر کنگرفرنگی نشان داده شد که این گیاه در شرایط حضور نمک تا غلظت 150 میلی مولار جوانه زنی بالای $(\%)/(\%)$ داشته که با شاهد $(96\%)/(\%)$ تفاوت معنی داری نداشت. همچنین بررسی صفات رشدی و وزن گیاه نشان داد با افزایش غلظت نمک، از گاهش معنی دار نبود. به طور کلی کنگرفرنگی تا غلظت 100 میلی مولار تحمل قابل قبول نشان داد^(۷). ال آباقی و همکاران گزارش نمودند که در گیاه کنگرفرنگی بیشترین عملکرد، ارتفاع، تعداد برگ، وزن تر و خشک و میزان کلروفیل در غلظت 100 پی بی ام اسید سالیسیلیک دیده شد^(۸). بر اساس گزارش تنوری و همکاران، ترکیب هورمونی اسید سالیسیلیک به طور معنی داری ویژگی های ظاهری شامل رنگ، نوع بافت، میزان رشد، درصد قهوه ای شدن، وزن تر و خشک و رنگدانه های درونی کالوس گیاه را تحت تاثیر قرار داده است^(۹).

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات مورفو لوژیکی کالوس کنگرفرنگی و نیز نقش اسید سالیسیلیک بر حفظ صفات رشدی گیاه در شرایط شوری بوده است.

مواد و روش ها

تهیه ریزنمونه و اعمال تیمار

گیاهان کنگرفرنگی در مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با متوسط دمایی 23°C درجه سانتی گراد، مجموع بارندگی 90 میلی متر، رطوبت نسبی $66/75$ درصد با 61 ساعت آفتابی طی چهار ماه (اردیبهشت تا مرداد 1392) رشد یافتهند. در مرداد 1392 بذور کنگرفرنگی از مزرعه جمع آوری شد و پس از سترون سازی، جهت تهیه گیاهچه استریل در محیط MS $\frac{1}{2}$ کشت شدند. پس از تشکیل گیاهچه، از دبرگ های کوتیلدونی ریزنمونه تهیه شد. ریزنمونه ها جهت کالوس زایی در محیط کشت MS با تیمار هورمونی (5mg/l) نفتالین استیک اسید (2mg/l) بنزیل

بود و سبب افزایش رشد کالوس‌ها شد و با افزایش غلت رشد کالوس‌ها بیشتر شد (شکل ۱). کنگرفرنگی در ردیف گیاهان نسبتاً متتحمل 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 به دلیل 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 بیوشیمیابی مهم مقاومت در برابر شوری، تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی (اسموولیت‌ها) مانند پروولین و قند است که به عنوان 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).

$$Car (\text{mg/g.F.w}) = \frac{7/6(A_{48.0} - 1/49(A_{51.0}))}{V/1000 \times W} \times$$

$$= \text{طول موج, } V = \text{حجم نهایی محلول, } W = \text{وزن نمونه}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تحقیق حاضر به صورت 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 در سطح 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 رشد یافته تحت تنش شوری سفت بودند. در این آزمایش، شوری بر رشد کالوس‌های کنگرفرنگی نیز اثرگذار



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

کاهش خسارت اکسیدانتی در آنها القاء و تجمع می‌یابند که سبب تغییر رنگ می‌گردد (۵۰). اسید سالیسیلیک 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 توازن شوری و اسید سالیسیلیک دانست. نوع بافت کالوس در تیمارهای ترکیبی شوری و اسید سالیسیلیک از نوع آبدار و سفت بود که

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 سنتر هورمون اتیلن را به دنبال دارد که این امر سبب تخریب کلروفیل، افزایش ترکیبات فلله، زوال و پیری بافت کالوس می‌گردد (۱۲). همچنین با توجه به توان ژنتیکی سلول‌های کنگرفرنگی در سنتر ترکیبات فلله، با افزایش اسید سالیسیلیک و القاء استرس اکسیدانتیو در کالوس، ترکیبات پلی‌فنلی جهت

که منجر به بهبود تقسیم سلولی و رشد گیاه می‌گردد (۵۱). نقش مثبت اسید سالیسیلیک در حفظ رشد گیاهان بسیاری همچون گوجه‌فرنگی، گلرنگ، درمنه، رازیانه و پروانش در شرایط شوری گزارش شده است (۴۰، 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، اسید سالیسیلیک و اثر مقابل این دو تیمار نشان داد که شوری و اثر مقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱ درصد معنی دار بودند. اسید سالیسیلیک بر وزن تر در سطح ۵ درصد و بر بقیه صفات در سطح ۱ درصد معنی دار بود، هرچند بر میزان کارتنتوئیدها اثر معنی داری نداشت.

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 میلی‌مولا ر شوری + ۱۰۰ میکرومولا 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 دهنگی آن می‌تواند به نقش آن در جلوگیری از کاهش سطوح ایندول استیک اسید و سیتوکینین در گیاهان تحت تنش شوری ارتباط داده شود غلظت‌های مختلف اثرات متفاوتی را نشان می‌دهد. اسید سالیسیلیک تا غلظت مشخص سبب افزایش فاکتورهای



شکل ۳- اثر مقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات مرغوب‌یابی 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

میانگین معربات									منابع تغییرات
کارتنتوئید (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم)	وزن خشک (گرم)	وزن تر (گرم)	درجه آزادی			
۰/۰۰۱**	۰/۰۲۳**	۰/۰۰۸۵**	۰/۰۰۲۷**	۰/۰۷۵۸**	۰/۰۸۳۵**	۴	شوری		
۰/۰۰۰۸n.s	۰/۰۱۷**	۰/۰۰۴۵**	۰/۰۰۱۰**	۰/۰۱۹۴**	۰/۰۳۱۶*	۳	اسید سالیسیلیک		
۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱۴**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۲۶۰**	۰/۰۳۶۲**	۱۲	شوری *		
۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۴۰	اسید سالیسیلیک		
۱۷/۹۳	۹/۶۶	۱۴/۰۲	۱۰/۹۳	۲۱/۶۳	۱۹/۶۰	-	خطای آزمایش		
ضریب تغییرات									*

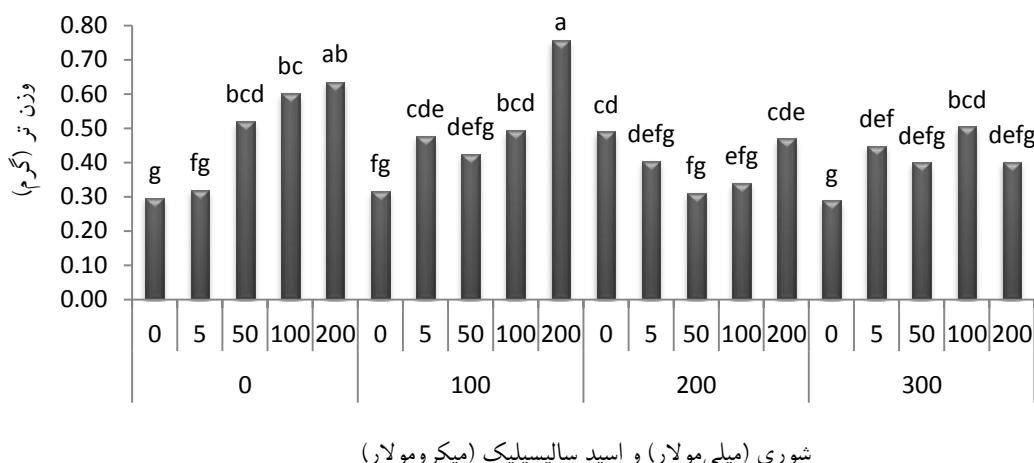
**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح٪ ۵ و عدم معنی داری

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 فتوستراتی 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 محرك 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 فتوستراتی و حفاظت از آن در مجموع سبب افزایش رنگیزه‌های فتوستراتی می‌گردد که بسیار موثر بر رشد، وزن تر و خشک گیاه می‌باشند. اسید سالیسیلیک ممکن است در غلظت‌های بالاتر با اثرگذاری بر هورمون انتلن سبب

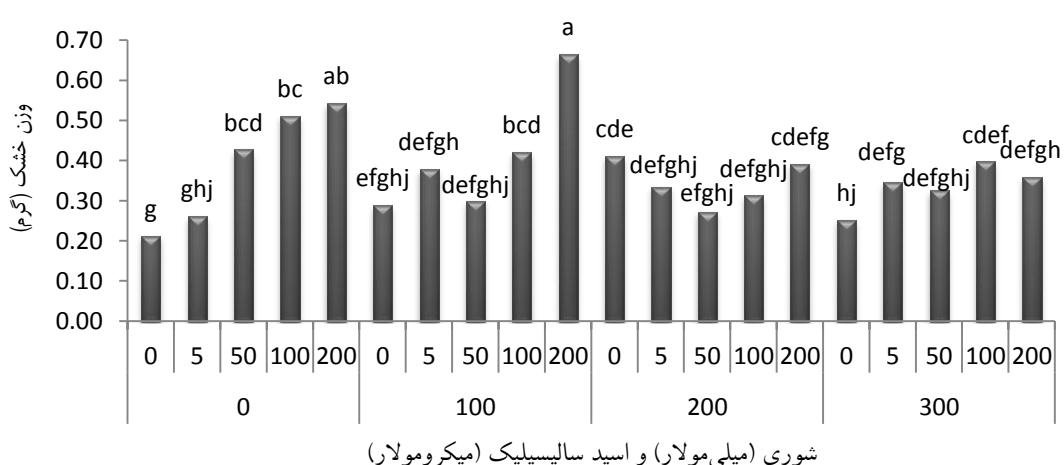
اثر مقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر وزن تر و خشک کالوس با توجه به شکل ۴ و ۵، بیشترین میزان وزن تر و خشک در کالوس‌های تیمار شده با ۲۰۰ میلی‌مولا اسید سالیسیلیک مشاهده شد که افزایش وزنی در حدود دو و نیم برابر نسبت به کالوس‌های شاهد نشان داد. کمترین وزن تر و خشک در نمونه‌های شاهد مشاهده شد. افزایش وزن با 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 نتیجه‌ای افزایش غلظت املاح در آبپلاست و به دنبال آن افزایش فشار تورژسانس سلولی و القای رشد دانست (۲۵، ۱۰، ۱۳، ۲۳، ۴۰) که این نتایج با پژوهش ذاکری اصل و همکاران (۵۵) و پور اسماعیل

افزایش رشد نمود یافت (۵۱). البته به نظر می‌رسد که افزایش اسید سالیسیلیک محیط تا غلظت معین سبب تحریک بیوستتر هورمون‌های رشد شده و افزایش بیش از حد تحمل بافت، بیوستتر 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، لویا و ذرت در شرایط شوری گردید (۲۰۹، ۲۹۰، ۴۸).

کاهش پارامترهای رشدی شود (۴۲، ۴۹). در پژوهشی گزارش شده است اسید سالیسیلیک تا غلظت مشخصی سبب افزایش وزن تر و خشک گیاه مزه 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



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



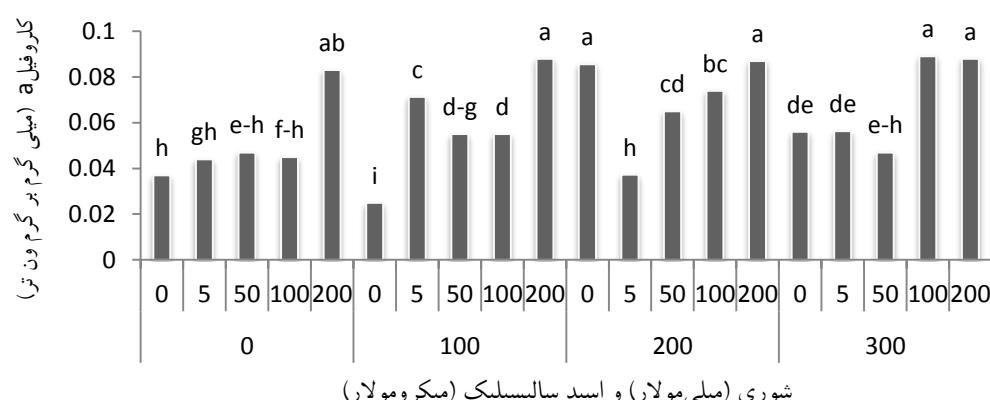
شکل ۵- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر وزن خشک کالوس
Figure 5. Interaction effect of salinity and salicylic acid on dry weight of callus

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

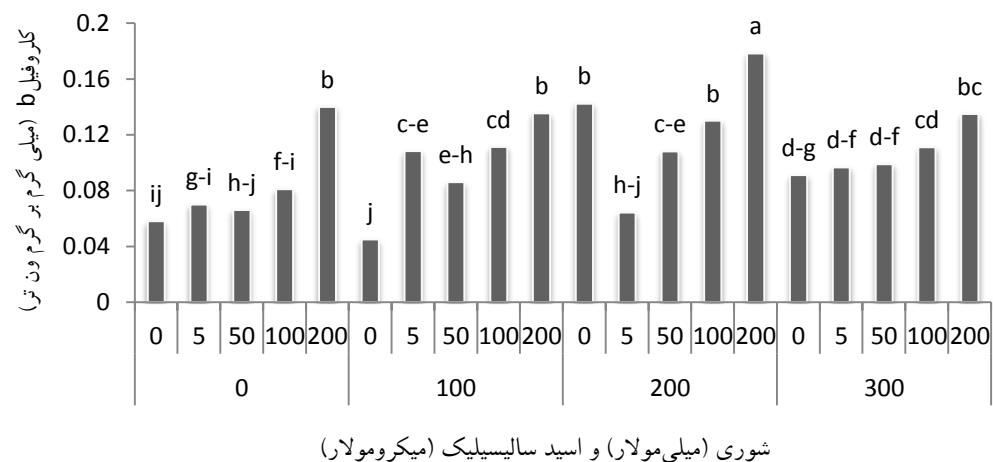
اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر محتوای رنگدانه‌های درونی همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل و کارتوئید در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و میزان این رنگدانه‌ها در تیمار ترکیبی بیشتر از تیمار مستقل بوده است. بیشترین میزان کلروفیل a

پتانسیل دفاعی و تحمل آن می‌باشد که با نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته بر روی گیاهانی نظریه 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 بیوستز اتیلن باشد. اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مناسب از سنتز اتیلن جلوگیری کرده و سبب حفظ و افزایش رنگدانه‌های درونی کلروفیل و کارتوئید می‌گردد. در مقابل در غلظت‌های بالا سبب سنتز اتیلن می‌گردد که اتیلن با افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز منجر به تخریب کلروفیل و ظهور رنگدانه کارتوئید می‌شود^(۱۲,۳۱,۵۳). اسیدسالیسیلیک تاثیر خود را بر فتوستز از طریق تاثیر بر فاکتورهای روزنامه‌ای، رنگیزهای و ساختار کلروپلاست و آنزیم‌های دخیل در فتوستز اعمال می‌کند^(۲۳). اعمال بر้อน‌زای اسیدسالیسیلیک در گیاهان سبب افزایش تحمل به تحفاظت بیشتر از رنگدانه‌های آنتی‌اسیدانی سولول منجر به تحفظیه کلروفیل می‌گردد. استفاده از اسید سالیسیلیک منجر به افزایش سنتز کارتوئید در شرایط تنفس شده که می‌تواند به دلیل نقش حفاظتی آن در تشکیلات فتوستزی باشد، زیرا سبب خاموش شدن اکسیژن یکتایی و جلوگیری از تنفس اکسیداتیو می‌گردد. در این پژوهش در کالوس‌های تیمار شده با نمک در حضور اسید سالیسیلیک، ماندگاری و افزایش بیشتری در کلروفیل و کارتوئیدی دیده شد که این نتایج در شبیله^(۴۱)، شیرین‌بیان^(۹)، ذرت^(۴۸)، جو^(۱۶) و کلزا^(۲۳) مشاهده شد.

در تیمار ۲۰۰ شوری + ۲۰۰ اسید سالیسیلیک و کمترین میزان در صفر شوری ۱۰۰+ اسید سالیسیلیک مشاهده شد. بیشترین محتوی کارتوئید 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). کلروفیل و کارتوئید رنگدانه‌های اصلی فتوستزی بوده که نقش مهمی در فتوستز بازی می‌کنند. تغییرات در مقدار رنگدانه‌ها به عنوان تغییرات در فتوستز مورد بررسی قرار می‌گیرد و این تغییرات تحت تنفس شوری به عنوان پارامتری جهت انتخاب ارقام متتحمل 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 فتوستزی به شوری با ظرفیت گونه‌های گیاهی به طور موثر با گروه‌بندی یون در واکوئل، سیتوپلاسم و کلروپلاست در ارتباط است^(۴۷). افزایش میزان کلروفیل تحت تنفس شوری (که در این آزمایش نیز مشاهده شده است) ممکن است به دلیل افزایش در تعداد کلروپلاست در بافت تحت تنفس نیز باشد^(۴). کارتوئیدها رنگدانه‌های همراه کلروفیل از آنتی‌اسیدان‌های غیرآنزیمی محافظتی مهم گیاه در برابر تنفس اکسیداتیو بوده و کلروپلاست گیاه را از آسیب اکسیداتیو حفظ می‌کنند. پاسخ نشان داده شده به تجمع کارتوئیدها تحت شوری توسط گیاهان از یک گیاه به گیاه دیگر متفاوت است^(۳۳). افزایش محتوی کلروفیل و کارتوئیدی در گیاه کنگرفرنگی تحت تیمار شوری بیانگر

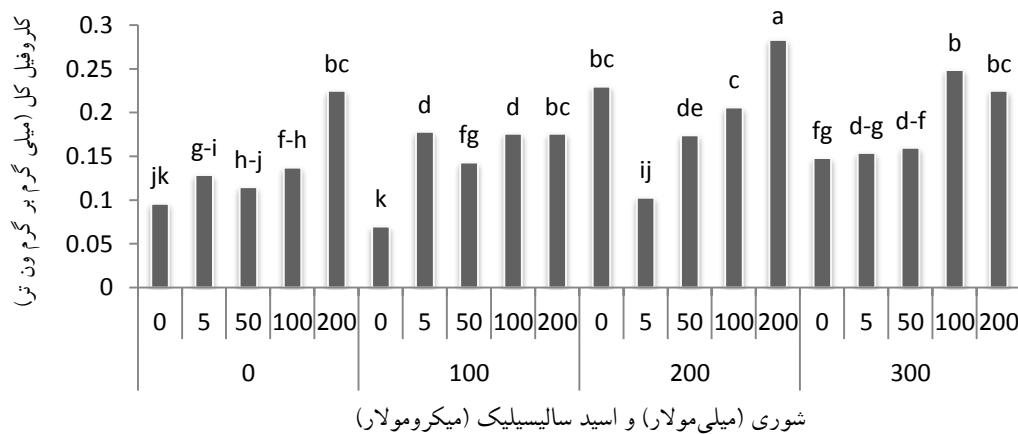


شکل ۶- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل a کالوس
Figure 6. Interaction effect of salinity and salicylic acid on amount of chlorophyll a of callus



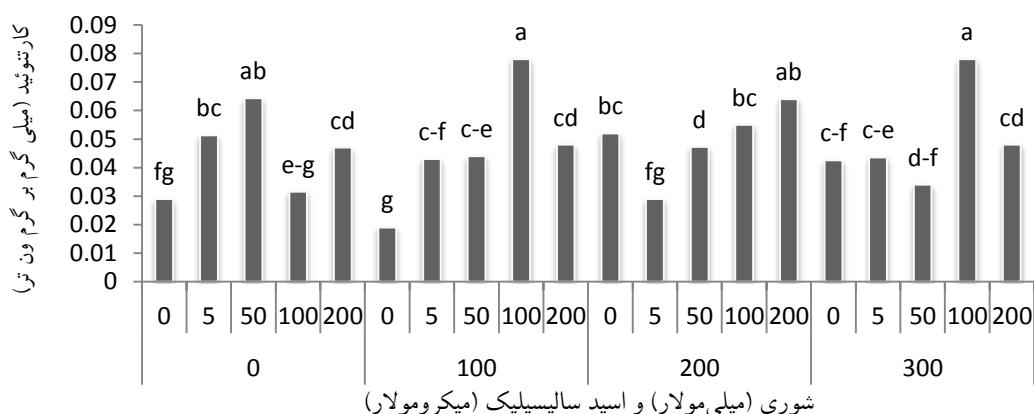
شوری (میلی مولار) و اسید سالیسیلیک (میکرومولار)

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 کارتونوئید کالوس

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

شوری در حضور اسید سالیسیلیک در بالاترین مقدار خود قرار داشتند. تراکم رنگدانه‌های فتوستتری در غلظت‌های بالای شوری در حضور اسیدسالیسیلیک افزایش یافت که نشان‌دهنده تلاش سلول گیاه برای سازگاری بیشتر با شرایط تنفس است. با توجه به یافته‌های این تحقیق، به دلیل اثرگذاری مثبت شوری و اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی و ترکیبات فتوستتری و در نهایت میزان ترکیبات بیوشیمیایی کالوس، می‌توان با استفاده از غلظت‌های مناسب آن‌ها، عملکرد و ترکیبات ارزشمند کالوس را افزایش داد.

به طور کلی می‌توان بیان نمود کنگرفرنگی به عنوان 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 فتوستتری همراه بود. استفاده از اسیدسالیسیلیک نیز در سطوح مناسب اثر مثبتی بر صفات رشدی و رنگدانه‌های فتوستتری 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 فتوستتری در غلظت‌های بالای

منابع

- 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.
- 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.
- Agarwal, 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.
- 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.
- Alizadeh, M. 2011. A user manual on plant tissue culture and micro propagation. 1th edn. Norouzi, Gorgan, 365 pp.
- 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.
- 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.
- 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-RCPNI01-RCPNI01_200.html.
- 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.
- 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).
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 42: 215-224.
- Eryilmaz, F. 2007. The relationships between salt stress and anthocyanin content in higher plants. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 20: 47-52.
- 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).

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 Lüttege, 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.

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 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 manifestation 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 Environmental 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. Ziae, 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).

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

Sahar Zamani¹, Azim Ghasemnezhad², Mehdi Alizadeh³ and Mehran Alami⁴

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 μ M) 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 μ M 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