Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره اول، ۱۳۹۹
۱۶۵-۱۷۸
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16087.2448

اثر محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی–فیزیولوژیکی و زیست–شیمیایی گیاه عروسک پشت پرده (*Physalis peruviana* L.) در شرایط تنش شوری

سارا سیاه‌منصور[۱]، *عبداله احتشام‌نیا[۲] و عبدالحسین رضایی‌نژاد[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران،
[۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران،
[۳]دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴

چکیده

سابقه و هدف: تنش شوری از طریق برهم زدن توازن عناصر موجود در خاک، موجب استقرار ضعیف گیاه می‌شود، که میزان این تأثیر بستگی به‌میزان حساسیت گیاه دارد. عروسک پشت پرده (*Physalis peruviana* L.) متعلق به خانواده سولاناسه می‌باشد. این گیاه در دامنه وسیعی از شرایط آب و هوایی رشد می‌کند، اما سطوح بالای شوری را تحمل نمی‌کند و در واقع یک گیاه گلیکوفیت محسوب می‌شود. با توجه به حساسیت گیاه به تنش شوری، این پژوهش با هدف بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر برخی صفات ریخت‌شناسی و زیست–شیمیایی گیاه عروسک پشت پرده در شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار انجام شد. ترکیب تیماری آزمایش، شامل چهارسطح شوری (۰، ۳۵، ۷۰ و ۱۰۵ میلی‌مولار کلرید سدیم) و چهار سطح اسید سالیسیلیک (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) بودند. نشاهای عروسک پشت‌پرده در گلدان حاوی خاک، کود دامی و ماسه کشت شدند. صفات اندازه‌گیری‌شده در این آزمایش شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه، برگ، ساقه و کل شاخساره، کلروفیل، آنتوسیانین، کاروتنوئید، پرولین، نشت یونی، مالون دی‌آلدئید و محتوای نسبی آب برگ بودند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثرات اصلی و اثرات متقابل تنش شوری و اسید سالسیلیک برای بیش‌تر صفات اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار شد. با افزایش غلظت کلریدسدیم، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، میزان کلروفیل و کاروتنوئید، آنتوسیانین برگ، محتوای نسبی و سطح برگ، کاهش و میزان مالون دی‌آلدئید، نشت الکترولیت و پرولین افزایش یافت و کاربرد اسید سالیسیلیک موجب کاهش اثرات منفی ناشی از تنش شوری شد، به‌طوری‌که غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بیش‌ترین اثر را بر صفات مورد بررسی داشت، در بین تیمارها، بیش‌ترین میانگین برای بیش‌تر صفات در تیمار شاهد (بدون تنش شوری) و غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان محتوای نسبی به‌ترتیب در تیمار بدون تنش شوری (با کاربرد غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک) و تیمار شوری ۱۰۵

* مسئول مکاتبه: ab.ehteshamnia@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌مولار کلریدسدیم (با غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک) مشاهده شد. بیش‌ترین میزان مالون‌دی‌آلدئید در تیمار تنش شوری ۱۰۵ میلی‌مولار و غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، با افزایش غلظت کلرید سدیم شاخص‌های ریخت‌شناسی-فیزیولوژیکی مانند ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک بوته، میزان کلروفیل و کاروتنوئید، آنتوسیانین برگ و محتوای نسبی آب برگ، کاهش و شاخص‌های زیست-شیمیایی مانند میزان مالون‌دی‌آلدئید، نشت الکترولیت و پرولین افزایش یافت. نتایج این مطالعه مشخص نمود که گونه مورد بررسی (*peruviana*) در این پژوهش نسبت به مقادیر کم شوری (۳۵ میلی‌مولار) حساس و قادر به میوه‌دهی در شرایط شوری کم نیست و نباید در مناطق دارای خاک یا آب شور کشت گردد. این گونه راهبردها مانند افزایش پرولین در شرایط تنش متوسط (۷۰ میلی‌مولار) و شدید (۱۰۵ میلی‌مولار) کلرید سدیم را جهت بقای گیاه در این شرایط از خود نشان داد و با کاربرد اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار، شاخص‌های مهم مورد بررسی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره و میوه، کلروفیل، کاروتنوئید، محتوی نسبی آب و پرولین نسبت به عدم کاربرد اسید سالیسیلیک یا سطوح کم‌تر آن (نیم و یک میلی‌مولار) بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، تنش، عروسک پشت پرده، کلروفیل، محتوای نسبی آب

مقدمه

شوری آب و خاک، از موانع مهم گسترش کشاورزی در بیش‌تر نقاط جهان بوده، به‌طوری‌که پس از خشکی، شوری مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش محیطی در سطح جهان می‌باشد (۲۷). تنش شوری موجب تغییرات شیمیایی، فیزیولوژیک و ریخت‌شناسی متعدد در گیاهان شده و رشد، فتوسنتز و تولید انرژی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۳۸). هم‌چنین، شوری موجب اختلال در جذب مواد معدنی می‌شود و با دخالت در فعالیت ناقل‌ها و کانال‌های یونی در ریشه مانند کانال‌های انتخابی k^+ (رقابت سدیم با پتاسیم)، مهار رشد ریشه توسط اثرات اسمزی Na^+ و یا با تأثیر Na^+ بر ساختار خاک موجب کاهش جذب آب و مواد معدنی می‌شود (۳۸ و ۵۰). راهبردهای مختلفی برای کاهش اثرات منفی تنش وجود دارد (۳۳). یکی از روش‌های افزایش مقاومت در گیاهان، استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی می‌باشد. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به‌عنوان عاملی برای بهبود عملکرد محصولات به‌کار برده می‌شوند و اغلب برای افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌ها استفاده می‌شوند (۱۹) از جمله مواد تنظیم‌کننده رشد، اسید سالیسیلیک یا اورتوهیدروکسی بنزوئیک اسید[1]، می‌باشد. تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه، القای گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم اسید سالیسیلیک به‌شمار می‌رود. عروسک پشت پرده[2] متعلق به خانواده سولاناسه[3]، دارای بیش از ۸۰ گونه در دنیا می‌باشد. گیاهی علفی، یک‌ساله یا چندساله به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، بوته‌ای و منشعب با عادت رشد نامحدود و (۱۵) منشأ آن مناطق معتدله و گرمسیری آمریکا، شرق آسیا و استرالیا می‌باشد. از بین گونه‌های این جنس، سه گونه پرووییانا[4]، پابسنز[5] و ایکزوکارپا[6] دارای ارزش غذایی فراوان بوده و گونه *peruviana* به‌علت طعم بی‌نظیر

1- Orto- hydroxy benzoic acid
2- *Physalis spp.*
3- Solanaceae
4- *Physalis peruvian*a L.
5- *Ph. Pubescen*s L.
6- *Ph. Ixocarpa* L.

www.SID.ir

Archive of SID

و عملکرد بالا مطرح می‌باشد (۲ و ۱۰). این میوه در چند سال اخیر به‌دلیل مقادیر بالای ویتامین (آ، ب، ث) و مواد معدنی (فسفر، آهن)، آنتی‌اکسیدان‌ها (بتاکاروتن)، آلکالوئید، فلاونوئید و کاروتنوئید مورد توجه قرار گرفته است (۳۹، ۵۱ و ٥٦) سطح زیرکشت آن حدود ۱٦۲/۳۹۰ تن در ۳۰/٦۲۲ هکتار از اراضی جهان می‌باشد. علاوه‌بر میوه، ریشه و برگ‌های آن نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. اهمیت اقتصادی این جنس نه تنها به‌عنوان منبع غذایی، بلکه به‌دلیل ترکیبات شیمیایی مهم آن از جمله: آلکالوئیدهای تروپان[1] (عمدتاً تروپین[2] و تیگویدین[3]) و فیسالین (ترکیبات استرویدی) می‌باشد (۱۰). عروسک پشت پرده، مانند بسیاری از گیاهان باغبانی، به‌عنوان یک گلیکوفیت محسوب می‌شود، یعنی گیاهی است که سطح بالای شوری را تحمل نمی‌کند و تنش نمک به‌عنوان یک تهدید زیست‌محیطی برای آن محسوب می‌شود، زیرا بر بسیاری از جنبه‌های فیزیولوژی گیاه تأثیر می‌گذارد (۲۳). در پژوهشی اثر اسید سالیسیلیک بر صفات فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی گیاه بادمجان (*Solanum melongena* var. Taki) در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این پژوهش نشان داد که اثر متقابل تنش شوری و سالیسیلیک معنی‌دار شد و با افزایش سطح شوری، ارتفاع، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه و میزان کلروفیل، کاهش یافت و کاربرد اسید سالیسیلیک، موجب بهبود شاخص‌های فوق شد (٤١). نتایج اثر زمان پاشش اسید سالیسیلیک بر برخی رنگدانه‌ها و خصوصیات ریخت‌شناسی میوه گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) نشان داد که بهترین تیمار محلول‌پاشی از زمان کاشت نشا تا زمان برداشت محصول بوده به‌طوری‌که موجب افزایش تعداد برگ تا اولین خوشه گل، تعداد گل در هر خوشه و تعداد میوه در هر خوشه شد و به‌طور معناداری میزان کلروفیل کل و سایر رنگدانه‌ها را افزایش داد که ناشی از افزایش فتوسنتز در گیاه است (۲۰). در پژوهشی اثر تنش شوری بر میزان جوانه‌زنی بذر و رشد دانهال دو گونه عروسک پشت پرده (*Ph. ixocarpa* و *Ph. peruviana*) بررسی شد، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی و رشد دانهال در هر دو گونه کاهش یافت و گونه *peruviana* درصد جوانه‌زنی بیش‌تری نسبت به گونه *ixocarpa* نشان داد، هم‌چنین تنش شوری به‌طور معنی‌داری، وزن تر و خشک را در هر دو گونه کاهش داد (۲۳). نتایج محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک روی گیاه گوجه‌فرنگی باعث کاهش اثرات منفی شوری، افزایش رشد و عملکرد گیاه، افزایش فتوسنتز و سایر خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه شده، همچنین این ماده موجب بیان ژن آمینوترانسفر[4] شده که این آنزیم نقش مهمی در مقابله با تنش‌های محیطی دارد (۱). در پژوهشی دیگر اثر پنج غلظت ۰، ۳۰، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار سدیم کلرید بر میزان تجمع پرولین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عروسک پشت پرده (*Ph. peruviana* L.) بررسی شد، نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش سطح شوری، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه، کاهش و میزان پرولین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن افزایش یافت (۳۱). با توجه به مطالعات انجام شده در خصوص حساسیت گیاه عروسک پشت پرده نسبت به تنش شوری، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تنش شوری بر ویژگی‌های ریختشناختی-فیزیولوژیک و زیست-شیمیایی گیاه عروسک پشت پرده و نقش اسید سالیسیلیک در تعدیل اثرات تنش صورت گرفت.

1- Tropane
2- Tropine
3- Tigoidine

4- Aminotransferase

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان با میانگین دمای روزانه ۳۲-۲۸ درجه سانتی‌گراد، میانگین دمای شبانه ۲۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰-۶۰ درصد، واقع در شهرستان خرم‌آباد انجام شد. نشاهای عروسک پشت پرده از شرکت ایران به‌لیمو تهیه و در اردیبهشت‌ماه در محیط کشت شامل خاک، ماسه و کود دامی به نسبت ۲:۱:۱ در گلدان پلاستیکی ۳۵×۳۵ کشت شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل، بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. ترکیب تیماری شامل شوری شامل چهار سطح ۰، ۳۵، ۷۰ و ۱۰۵ میلی‌مولار کلرید سدیم و تیمار اسید سالیسیلیک در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار بود. تیمار شوری دو هفته بعد از نشاکاری اعمال شد. اسپری برگی سالیسیلیک یک هفته قبل از اعمال تنش شوری انجام و به فاصله ده روز یک بار تکرار شد. در مجموع، هفت مرتبه محلول‌پاشی صورت گرفت.

اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناختی: در پایان مرحله رشد، صفات زیر اندازه‌گیری شد:

ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی (برگ، ساقه و شاخساره) و ریشه بود. ارتفاع گیاه با استفاده از خط‌کش و قطر ساقه با استفاده کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری سطح برگ، یک برگ از گره سوم هر بوته جدا و سپس سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (مدل A30325) اندازه گیری شد.

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی

محتوای نسبی آب: جهت اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، یک برگ از گره پنجم جدا و بعد از اندازه‌گیری وزن تر (FW)، نمونه به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور شد، سپس وزن تورژسانس (TW) آن اندازه‌گیری و جهت اندازه‌گیری وزن خشک (DW)، نمونه به‌مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۸۰ درجه قرار داده شد، در نهایت درصد محتوای نسبی آب برگ از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید (۴۰):

$$RWC\ (\%) = (FW- DW/ TW- DW) \qquad (۱)$$

اندازه‌گیری صفات زیست‌شیمیایی

کلروفیل و کاروتنوئید: به‌منظور اندازه‌گیری کلروفیل و کاروتنوئید ۰/۱ گرم برگ تازه در هاون چینی با ازت مایع خرد و با ۱۰ میلی‌لیتر استون خالص، مخلوط گردید و پس از سانتریفیوژ، با استفاده از اسپکتروفتومتری، جذب محلول در طول موج‌های ۶۴۵، ۶۶۲ و ۴۷۰ اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ، به‌دست آمد (۲۸).

مالون دی‌آلدئید: برای سنجش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا، ۰/۵ گرم از بافت تازه برگ در هاون چینی حاوی ۵ میلی‌لیتر تری اسید کلرواستیک ۲۰ درصد و تیوباربیوتیک ۰/۵ درصد آسیاب شده و عصاره به‌دست آمده به‌مدت ۱۵ دقیقه دور ۶۰۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول رویی به‌مدت ۲۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه قرار گرفت و پس از کاهش فوری دمای آن در حمام یخ، به‌مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ شد. ماده قرمز زنگ مالون دی‌آلدئید- تیوباربیوتیک تولید شده در طول موج ۵۳۲ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد و جذب سایر رنگیزه‌های اختصاصی نیز، در طول موج ۶۰۰ نانومتر قرائت شد و غلظت مالون دی‌آلدئید بر حسب میکرومول بر گرم وزن تازه برگ، با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (۸):

$$MDA\ (\mu mol/g\ FW) = [(A_{532}-A_{600}) / 155]\times 1000 \qquad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

نشت الکترولیت: جهت تعیین میزان نشت الکترولیت، ابتدا برگ‌های گیاه را با آب مقطر شسته، سپس دیسک‌هایی با اندازه مساوی (۲ سانتی‌متر) از برگ‌ها جدا شد. دیسک‌های تهیه شده را در لوله‌های حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده و به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از گذشت ۲٤ ساعت، هدایت الکتریکی محلول توسط دستگاه سنجش هدایت الکتریکی تعیین شد (EC_1). پس از آن لوله‌های حاوی محلول، به‌مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی آن تعیین شد (EC_2). درصد نشت الکترولیت از طریق رابطه ۳ محاسبه شد (۲۹):

$$EC\ (\%)= (EC_1/ EC_2) \times 100 \qquad (۳)$$

پرولین: جهت اندازه‌گیری میزان پرولین، ۰/۱ گرم بافت تازه برگ در هاون چینی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک آسیاب و پس از سانتریفیوژ، قسمت بالای محلول جدا شد. سپس محلول معرف ناین هیدرین به آن‌ها اضافه شد و به‌مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه در حمام آب گرم قرار گرفتند. پس از سرد شدن سریع نمونه‌ها در حمام آب یخ و اضافه‌کردن تولوئن، نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه ورتکس شدند. سپس میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج ۵۲۰ نانومتر به‌دست آمد. در نهایت میزان پرولین بر اساس نمودار استاندارد پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تازه برگ به‌دست آمد (٦).

آنتوسیانین برگ: به‌منظور اندازه‌گیری آنتوسیانین برگ، نمونه‌های برگی در هاون چینی حاوی محلول متانول اسیدی کاملاً ساییده شد و عصاره به‌دست آمده به‌مدت ۲٤ ساعت در تاریکی قرار گرفت. پس از گذشت ۲٤ ساعت نمونه‌ها سانتریفیوژ شد و جذب محلول رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۵۰ نانومتر قرائت شد و میزان آنتوسیانین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تازه برگ از رابطه ٤ محاسبه شد (۵۲):

$$A=\varepsilon bc \qquad (٤)$$

که در آن، اپسیلون (ε) ضریب خاموشی (۳۳۰۰۰µmol/ cm)، A مقدار جذب، b عرض کوات و c مقدار آنتوسیانین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر برگ می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel و Minitab و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مورفولوژیکی

ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، سطح برگ: نتایج تجزیه واریانس ارتفاع گیاه نشان داد که اثرات ساده تنش شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، تأثیر معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) بر ویژگی ارتفاع گیاه داشت اما اثرات متقابل این عوامل بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثرات اصلی (جدول ۱) نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه (۷۰/۲ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد (صفر میلی‌مولار کلرید سدیم) بود و از بین غلظت‌های اسید سالیسیلیک، غلظت ۲ میلی‌مولار بیش‌ترین اثر را بر ارتفاع گیاه داشت. نتایج تجزیه واریانس برای قطر ساقه نشان داد که اثر عوامل اصلی شوری و اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل این عوامل معنی‌دار بود. بیش‌ترین قطر ساقه (۸/۸۱ میلی‌متر) مربوط به غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در تنش ۳۵ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. نتایج تجزیه واریانس تعداد برگ و سطح برگ نشان داد که اثر عوامل اصلی تنش شوری و اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل این عوامل، تأثیر معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) بر ویژگی تعداد و سطح برگ داشت. بیش‌ترین تعداد برگ (۱٤۸ عدد) و بیش‌ترین میزان سطح برگ (٤۷/۳ سانتی‌مترمربع)

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به تیمار بدون تنش با کاربرد اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار بود. کاهش رشد، یک نوع سازگاری برای زنده ماندن در شرایط تنش شوری است (۵۵). گیاه برای کاهش اثرات ناشی از تنش شوری، انرژی متابولیک خود را حفظ می‌کند تا با کاهش رشد، انرژی لازم برای تنظیم اسمزی و یونی را فراهم نماید (۲٤). گزارش‌های زیادی بیانگر اثرات منفی شوری بر صفات رویشی گیاهان وجود دارد، که علت این کاهش رشد ممکن است به‌خاطر اثرات منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک بوده، که جذب آب و املاح را کاهش داده و در نهایت رشد اندام هوایی کاهش می‌یابد. همچنین گیاه در شرایط تنش، پروتئین‌هایی تولید می‌کند که تولید این پروتئین‌ها توسط فیتوهورمون‌هایی مانند اسید آبسیزیک و اسید سالیسیلیک تحریک می‌شود (۳۷). اسید سالیسیلیک به‌عنوان مولکول پیام رسان، در پاسخ به تنش‌های محیطی در گیاهان دخالت می‌نماید و در بافت‌های گیاه تحت تنش، تجمع‌یافته و موجب افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری می‌شود (٤۸). گزارش شده که اسید سالیسیلیک سبب مقاومت به تنش شوری و خسارت اکسیداتیو ناشی از کلرید سدیم در گیاه گوجه‌فرنگی شده است (۳۲). کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش ارتفاع میان‌گره‌ها شده که به دنبال آن، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (۲۲). نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های انجام شده روی گیاه بادمجان (٤۱) و گیاه فلفل شیرین (۱۷) مطابقت دارد.

وزن تر و خشک برگ، ساقه، شاخساره و ریشه: نتایج تجزیه واریانس برای صفت وزن تر و خشک برگ، ساقه، شاخساره و ریشه نشان داد که اثر عوامل اصلی شوری و اسید سالیسیلیک برای تمامی صفات و اثر متقابل این عوامل نیز برای تمامی صفات ذکرشده غیر از وزن تر ساقه معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیش‌ترین وزن تر و خشک برگ، ساقه، شاخساره و ریشه در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تحت شرایط بدون تنش مشاهده شد. نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با مشاهدات در گیاه بادمجان (٤۱)، فلفل شیرین (۱۷) و ذرت (۲۵) مبنی بر این که اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه و ساقه و شاخساره در شرایط تنش شوری شده است مطابقت دارد.

وزن تر و خشک میوه: در این مطالعه که با هدف بررسی واکنش ریخت‌شناسی-فیزیولوژیکی و زیست-شیمیایی گونه ***peruviana*** در شرایط شوری و کاربرد اسید سالیسیلیک انجام شد. نتایج نشان داد پاسخ عملکردی این گونه به شوری، عدم میوه‌دهی در تمام سطوح شوری کم (۳۵ میلی‌مولار)، متوسط (۷۰ میلی‌مولار) و زیاد (۱۰۵ میلی‌مولار) کلرید سدیم است. این در حالی است که تیمار شاهد (بدون کاربرد کلرید سدیم) فاز رویشی، گلدهی و سپس میوه‌دهی را تکمیل نمود. در سطوح ۳۵ و ۷۰ میلی‌مولار شوری گیاه ضمن تکمیل فاز رویشی، وارد مرحله گلدهی شد ولی گلدهی منجر به تشکیل میوه نشد. هم‌چنین، در سطح ۱۰۵ میلی‌مولار شوری گیاه فاز رویشی را تکمیل نمود ولی گونه مورد بررسی نتوانست وارد فاز گلدهی و میوه‌دهی در این سطح از شوری شود (جدول ۱). در نتیجه، نتایج مقایسه میانگین اثر سالیسیلیک بر صفت وزن تر و خشک میوه در تیمار شاهد، مورد بحث قرار می‌گیرد. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی اسید سالیسیلیک نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن تر و خشک میوه به‌ترتیب در سطح ۱ و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک مشاهده شد (جدول ۱). کاهش وزن تر و خشک گیاه در شرایط تنش شوری ممکن است به‌دلیل اثرات منفی پتانسیل اسمزی شدید محلول خاک باشد که جذب آب و عناصر غذایی را کاهش می‌دهد و در نهایت باعث کاهش رشد ریشه و بخش هوایی می‌شود (۲۰). افزایش وزن تر و خشک در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک، به‌دلیل افزایش میزان هورمون اکسین و سایتوکینین است که این دو هورمون باعث طویل شدن و تقسیم سلولی و به دنبال آن رشد و افزایش وزن گیاه می‌شود (۳۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات ریختشناسی-فیزیولوژیک و زیست-شیمیایی عروسک پشت پرده.

Table 1. Mean comparison of salinity and salicylic acid on morpho-physiological and biochemical characteristics of Physalis.

مقایسه میانگین تنش شوری (میلی‌مولار) Mean comparison of salinity stress (mM)				ویژگی‌ها Traits	مقایسه میانگین اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار) Mean comparison of salicylic acid (mM)			
0	35	70	105		0	0.5	1	2
70.2[a]	55.0[b]	48.0[c]	39.7[d]	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	47.2[d]	51.6[c]	55.0[b]	59.1[a]
8.48[b]	8.81[a]	7.93[c]	6.85[d]	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	7.35[d]	7.75[c]	8.02[b]	8.97[a]
39.6[a]	21.6[b]	10.6[c]	9.6[c]	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf area (cm^2)	15.9[d]	17.6[c]	20.2[b]	27.6[a]
108.1[a]	78.7[b]	47.0[c]	16.6[d]	تعداد برگ Leaf number (per plant)	45.0[d]	51.9[c]	66.7[b]	86.9[a]
77.7[a]	57.2[b]	27.7[c]	10.4[d]	وزن تر برگ (گرم در بوته) Leaf fresh weight (g/plant)	30.2[d]	36.0[c]	44.9[b]	61.9[a]
13.3[a]	8.93[b]	3.26[c]	1.82[d]	وزن خشک برگ (گرم در بوته) Leaf dry weight (g/plant)	4.99[d]	5.89[c]	7.16[b]	9.31[a]
78.2[a]	68.7[b]	56.4[c]	41.9[d]	وزن تر ساقه (گرم در بوته) Stem fresh weight (g/plant)	46.1[d]	54.0[c]	65.0[b]	79.2[a]
12.4[a]	8.72[b]	6.20[c]	5.48[c]	وزن خشک ساقه (گرم در بوته) Stem dry weight (g/plant)	5.56[d]	7.53[c]	9.04[b]	10.7[a]
154.7[a]	135.1[b]	85.1[c]	52.4[d]	وزن تر شاخساره (گرم در بوته) Shoot fresh weight (g/plant)	74.6[c]	97.9[b]	111.8[b]	143.1[a]
25.7[a]	17.6[b]	9.46[c]	7.27[d]	وزن خشک شاخساره (گرم در بوته) Shoot dry weight (g/plant)	10.5[d]	13.3[c]	16.2[b]	20.03[a]
29.3[a]	19.3[b]	7.65[c]	2.52[d]	وزن تر ریشه (گرم در بوته) Root fresh weight (g/plant)	9.26[d]	12.2[c]	14.3[b]	22.9[a]
6.08[a]	3.45[b]	1.47[c]	0.88[d]	وزن خشک ریشه (گرم در بوته) Root dry weight (g/plant)	2.34[c]	2.60[c]	3.10[b]	3.84[a]
105.1[a]	-	-	-	وزن تر میوه (گرم در بوته) Fruit fresh weight (g/plant)	30.2[b]	21.5[d]	31.1[a]	22.2[c]
19.1[a]	-	-	-	وزن خشک میوه (گرم در بوته) Fruit dry weight (g/plant)	4.13[b]	5.30[a]	4.17[b]	5.49[a]
77.0[a]	75.1[b]	70.9[c]	67.4[d]	محتوای نسبی (درصد) RWC (%)	69.5[c]	71.6[b]	74.0[a]	75.3[a]
8.96[a]	7.60[b]	4.93[c]	3.71[d]	کلروفیل آ (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Chl a (mg g^{-1}FW)	4.72[c]	6.13[b]	6.89[a]	7.46[a]
10.5[a]	3.96[b]	1.99[c]	1.68[c]	کلروفیل بی (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Chl b (mg g^{-1}FW)	3.04[d]	4.02[c]	5.22[b]	5.86[a]
20.7[a]	11.7[b]	6.98[c]	5.57[d]	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Total Chl (mg g^{-1} FW)	7.88[d]	11.04[c]	12.51[b]	13.62[a]
3.17[a]	2.36[b]	1.39[c]	1.16[c]	کاروتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Carotenoid (mg g^{-1}FW)	1.45[c]	2.03[b]	2.24[ab]	2.36[a]
0.46[d]	2.01[c]	3.08[b]	4.50[a]	مالون دی‌آلدئید (میکرومول در گرم وزن تر) MDA (µmol g^{-1} FW)	3.18[a]	2.86[b]	2.34[c]	1.66[d]
29.6[d]	47.1[c]	62.7[b]	85.4[a]	نشت الکترولیت (درصد) Electrolyte Leakage (%)	62.2[a]	58.8[b]	55.1[c]	48.7[d]
4.56[c]	4.63[c]	7.00[b]	8.20[a]	پرولین (میکرومول در گرم وزن تر) Proline (µmol g^{-1} FW)	6.42[a]	6.59[a]	6.16[b]	5.23[c]
7.37[a]	5.77[b]	5.70[b]	3.63[c]	آنتوسیانین برگ (میکرومول در گرم وزن تر) Leaf Anthocyanin (µmol g^{-1} FW)	4.77[d]	5.45[c]	6.37[b]	6.88[a]

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means with same letters in each row are not significantly different at 5% of probability level –using LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID

صفات فیزیولوژیکی و زیست-شیمیایی

محتوای نسبی آب: نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده تنش شوری و اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین میزان محتوای نسبی آب (۷۹/۱ درصد) در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در شرایط بدون تنش و کم‌ترین میزان (۵۹/٦ درصد) در تیمار تنش شوری ۱۰۵ میلی‌مولار بدون کاربرد اسید سالیسیلیک مشاهده شد (شکل ۱- b). محتوای نسبی آب برگ، نشان‌دهنده وضعیت آبی گیاه بوده و کاهش میزان محتوای نسبی آب برگ، به‌علت کاهش میزان جذب آب توسط گیاه است. نمک موجب ایجاد پتانسیل منفی در خاک می‌شود، که در نتیجه آن، جذب آب توسط گیاه کاهش می‌یابد و در نهایت خشکی فیزیولوژیکی به‌وجود می‌آید (٤٥). سالیسیلیک موجب افزایش قدرت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، کاهش اثرات تنش، افزایش پایداری غشا و تعدیل سیستم اسمزی (ازطریق افزایش یون پتاسیم) و حفظ تورژسانس سلول شده و در نهایت سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (٤ و ٢٦). این نتایج، با نتایج بررسی گیاه ریحان (٤٩) مطابقت دارد.

کلروفیل و کاروتنوئید: نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی شوری و اسید سالیسیلیک برای کلروفیل a معنی‌دار (P<۰/۰۱) شد، اما اثرات متقابل این عوامل معنی‌دار نشد. نتایج تجزیه واریانس کلروفیل b نشان داد که اثر عوامل اصلی تنش شوری و اسید سالیسیلیک و اثر متقابل این عومل معنی‌دار (P<۰/۰۱) شد. تجزیه واریانس کلروفیل کل نشان داد که اثرات ساده تنش شوری و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد و اثرات متقابل این عوامل در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج تجزیه واریانس کاروتنوئید نشان داد که اثر عوامل اصلی تنش شوری و اسید سالیسیلیک معنی‌دار (P<۰/۰۱) شد اما اثر متقابل این عوامل معنی‌دار نشد. نتایج مقایسات میانگین اثرات اصلی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح تنش شوری از نظر میزان کلروفیل a وجود داشت و بیش‌ترین میزان کلروفیل a (۸/۵ میلی‌گرم در گرم بافت برگ) در تیمار شاهد مشاهده شد. هم‌چنین غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بیش‌ترین اثر را بر میزان کلروفیل a داشت. نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل کلروفیل b نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل b (۱۳/٤ میلی‌گرم بر گرم بافت برگ) در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در شرایط بدون تنش وجود داشت. مقایسات میانگین اثرات متقابل برای کلروفیل کل نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل کل (۲۳/٤ میلی‌گرم بر گرم بافت برگ) در تیمار شاهد با کاربرد غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک وجود داشت (شکل ۱- c). نتایج مقایسات میانگین اثرات اصلی شوری و اسید سالیسیلیک (جدول ۱) نشان داد که با افزایش سطح شوری، میزان کاروتنوئید کاهش یافت و بیش‌ترین میزان کاروتنوئید (۳/۱۷ میلی‌گرم بر گرم بافت برگ) در تیمار شاهد مشاهده شد. کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت شرایط شوری، به‌علت کاهش میزان کلروفیل، افزایش بسته شدن روزنه‌ها (۳)، کاهش فعالیت آنزیم کربوکسیلاز و افزایش فعالیت کلروفیلاز، تجزیه کلروفیل و یا کاهش سنتز کلروفیل می‌باشد (٤٢). کاروتنوئید یکی از رنگیزه‌های کلیدی و مهم سیستم آنتی‌اکسیدانی در گیاه است که بسیار به تخریب اکسیداتیو ایجاد شده در اثر تنش شوری حساس می‌باشد. کاربرد اسید سالیسیلیک در این پژوهش، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه عروسک پشت پرده را در شرایط تنش شوری بهبود بخشید. گزارش‌های زیادی در خصوص اثر مثبت سالیسیلیک بر رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت شرایط تنش شوری وجود دارد. افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی

www.SID.ir

Archive of SID

در اثر سالیسیلیک را می‌توان به تحریک مسیر تولید این رنگدانه‌ها نسبت داده شده (١٦) که در واقع نشان‌دهنده اثر محافظتی سالیسیلیک بر فتوسنتز و رنگدانه فتوسنتزی گیاهان تحت تنش شوری می‌باشد (١٢). نتایج این پژوهش در خصوص اثر اسید سالیسیلک بر افزایش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری، با نتایج پژوهش در بررسی گیاه بادمجان (٤١)، فلفل شیرین (١٧) و ریحان (٤٩) مطابقت دارد.

مالون‌دی‌آلدئید: نتایج تجزیه واریانس مالون‌دی‌آلدئید نشان داد که اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک معنی‌دار ($P<0/01$) شد. مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل برای مالون‌دی‌آلدئید نشان داد که بیش‌ترین (٥/٧٩ میکرومول بر گرم بافت برگ) و کم‌ترین (٠/١٢ میکرومول بر گرم بافت برگ) میزان مالون دی‌آلدئید به‌ترتیب در غلظت صفر اسید سالیسیلیک در تیمار شوری ١٠٥ میلی‌مولار و غلظت ٢ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در شرایط بدون تنش مشاهده شد (شکل ١- a). به‌نظر می‌رسد که پایداری غشای سلولی در شرایط تنش شوری با تولید پروتئین‌های ویژه و آنزیم‌های کلیدی فتوسنتز گیاه و غشاهای تیلاکوئیدی مرتبط است (٤٣). پایداری سلولی، حتی در مراحل ابتدایی تنش شوری، معیار مناسبی از میزان تحمل به تنش است و غشاهای سلولی، اولین محل آسیب به سلول‌ها در شرایط تنش توسط گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشد. افزایش مالون‌دی‌آلدئید که یکی از محصولات پراکسیداسیون لیپیدهاست در اثر کاهش شاخص پایداری غشا در مقابل تنش می‌باشد (٩). رادیکال‌های سوپراکسید ایجاد شده در شرایط تنش شوری باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و در نتیجه آسیب به غشای سلول‌ها و افزایش مالون‌دی‌آلدئید می‌شود (٧ و ٤٣). تنظیم‌کننده‌های رشدی مانند اسید سالیسیلیک موجب مهار گونه‌های فعال اکسیژن شده و در نهایت باعث کاهش آسیب به غشای سلولی و کاهش میزان مالون‌دی آلدئید می‌شوند (٣). اسید سالیسیلیک موجب جلوگیری از آسیب به اسیدهای چرب و کاهش نفوذپذیری غشا و حفاظت از غشا تیلاکوییدی در اثر تنش شوری شده، و به این طریق نقش مثبت خود را ایفا می‌کند (٧).

نشت الکترولیت: نتایج تجزیه واریانس برای نشت الکترولیت نشان داد که اثر عوامل اصلی و اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل نشت الکترولیت نشان داد که بیش‌ترین میزان نشت (٩٧/٩ درصد) در غلظت صفر سالیسیلیک در تیمار ١٠٥ میلی مولار و کم‌ترین میزان (٢٦/٨ درصد) در غلظت صفر میلی‌مولار سالیسیلیک در شرایط بدون تنش مشاهده شد (شکل ١- e). در تنش شوری، میزان رادیکال‌های آزاد و پراکسید هیدروژن افزایش می‌یابد، که در نتیجه پراکسیده شدن چربی‌های غشا افزایش یافته و موجب کاهش پایداری غشا و در نهایت افزایش نشت الکترولیت می‌شود (٣٦). کاربرد سالیسیلیک موجب کاهش نشت یونی می‌شود. این ماده با اثر بر روی پلی‌آمین‌های پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین و ایجاد کمپلکس پایدار با غشای سلول، موجب افزایش مقاومت غشای سلولی و در نتیجه کاهش نشت الکترولیت در گیاه می‌شود (٣٥). در این پژوهش، با افزایش سطح شوری، میزان نشت سلول‌های گیاه افزایش یافت، که با نتایج بررسی گیاه ریحان (٣٧ و ٤٩) مطابقت دارد.

پرولین: نتایج تجزیه واریانس برای پرولین نشان داد که اثر عوامل اصلی و اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک معنی‌دار ($P<0/01$) شد. اثرات متقابل

www.SID.ir

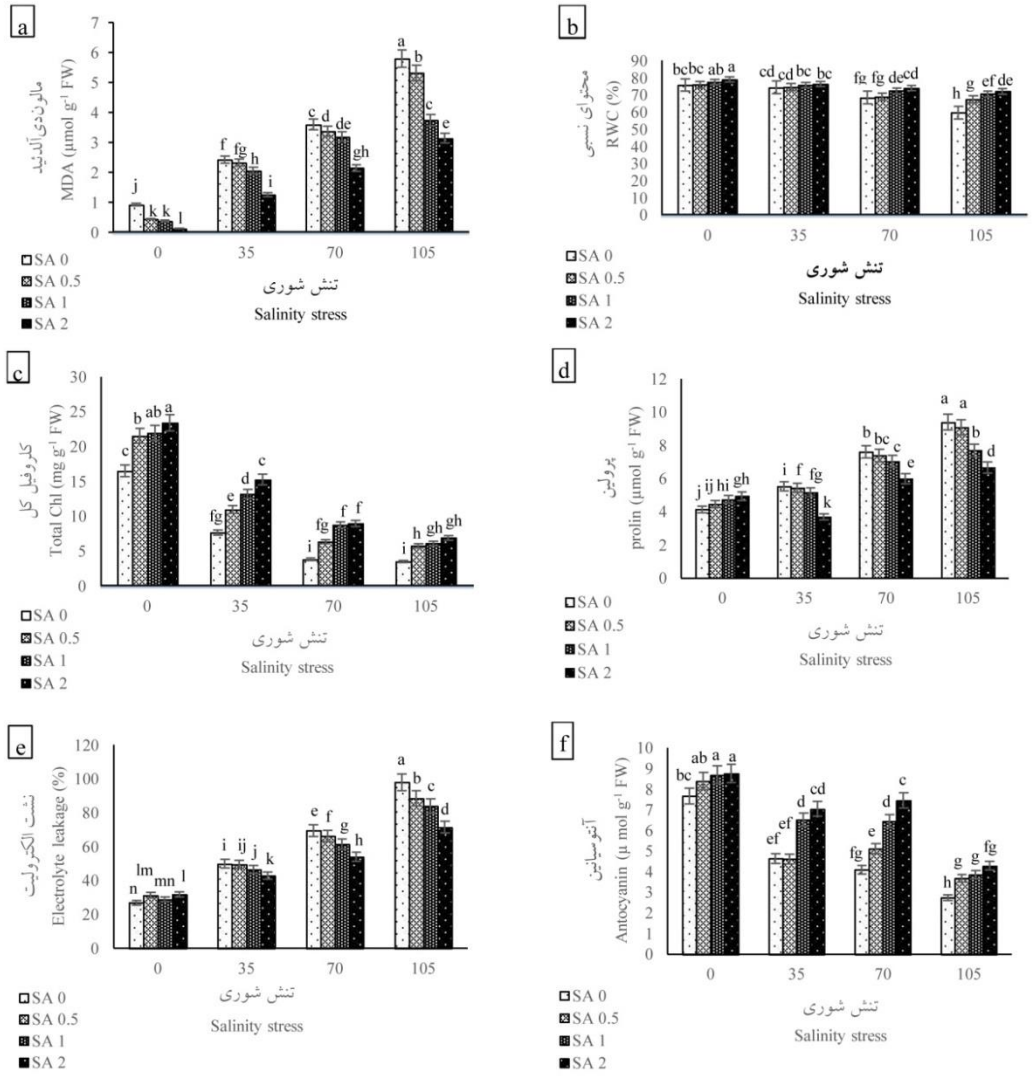
Archive of SID

برای پرولین نشان داد که با افزایش تنش شوری، میزان پرولین افزایش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان پرولین (۹/٤۰ میکرومول بر گرم بافت برگ) در غلظت صفر اسید سالیسیلیک در تنش ۱۰۵ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۱- d). کاربرد سالیسیلیک در این پژوهش موجب کاهش میزان پرولین در گیاه عروسک پشت پرده شد. بررسی‌های بیوشیمیایی نشان داده، که در گیاهان تحت تنش شوری، موادی با وزن مولکولی کم به نام اسمولیت، تجمع می‌یابد. پرولین یکی از این اسمولیت‌هاست. در شرایط تنش، پرولین جهت تنظیم اسمزی در گیاه افزایش می‌یابد. این ماده موجب تنظیم پتانسیل اکسیداسیونی سلول، حفظ تورژسانس و حجم سلول می‌شود که در نهایت موجب تحمل به تنش می‌شود. تنش شوری موجب تحریک ژن‌های سنتزکننده آنزیم‌های مسیر گلوتامات شده که این آنزیم‌ها موجب افزایش سنتز پرولین می‌شوند (٤۹). کاهش پرولین در اثر کاربرد سالیسیلیک، می‌تواند در رابطه با کاهش و یا تنظیم آنزیم‌های کاهش دهنده پرولین باشد (٤٤). کاهش سطح پرولین در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک نشان‌دهنده بهبود وضعیت گیاه تحت شرایط تنش می‌باشد که موجب حفظ رشد گیاه در این شرایط می‌شود (۵). کاربرد سالیسیلیک میزان هورمون اسید آبسیزیک را در گیاه افزایش می‌دهد. که این هورمون نقش کلیدی در انگیزش برخی پروتئین‌ها دارد. بنابراین نقش اسید سالیسیلیک کنترل تغییر مقدار پرولین از طریق هورمون اسید آبسیزیک است که این امر منجر به آماده‌سازی گیاه، برای مقابله با تنش می‌شود (٤۷). نتایج این پژوهش با نتایج بررسی گیاه فیسالیس (۳۱)، گیاه خرفه (۱۱) و مریم گلی (۱۸) مطابقت دارد.

آنتوسیانین برگ: نتایج تجزیه واریانس برای آنتوسیانین برگ نشان داد که اثرات اصلی و متقابل تنش شوری و اسید سالیسیلیک در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثرات متقابل برای آنتوسیانین نشان داد که با افزایش غلظت شوری، میزان آنتوسیانین روند کاهشی داشته و اسید سالیسیلیک اثر منفی شوری را کاهش داده و موجب افزایش آنتوسیانین شد. بیش‌ترین (۸/۷۵ میکرومول بر گرم بافت برگ) میزان آنتوسیانین در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در شرایط بدون تنش و کم‌ترین میزان (۲/۷۳ میکرومول بر گرم بافت برگ) در تنش ۱۰۵ میلی‌مولار (بدون کاربرد سالیسیلیک) مشاهده شد (شکل ۱- f). سیستم دفاعی غیرآنزیمی در گیاهان شامل آنتی‌اکسیدان‌هایی از جمله آنتوسیانین، کاروتنوئید و غیره می‌باشند. آنتوسیانین به‌عنوان یک ترکیب فلاونوئیدی، نه تنها موجب از بین رفتن رادیکال‌های آزاد در گیاه می‌شود، بلکه مانعی برای تولید رادیکال‌های آزاد در گیاه می‌باشد. آنتوسیانین، ورود نمک به واکوئل سلول‌ها را تسهیل کرده و موجب جمع‌آوری نمک از سایر بخش‌ها می‌شود. آنتوسیانین‌ها با سایر مولکول‌های حفاظت کننده سلول‌های گیاهی، همکاری داشته و کاهش غلظت این مولکول‌ها را در شرایط تنش جبران می‌کنند. تجمع آتنوسیانین در گیاه، توسط تنظیم‌کننده‌های رشدی از جمله اسید سالیسیلیک (۳۰)، اتیلن (۳۵) و غیره و هم‌چنین عومل محیطی مانند دمای پایین تحریک می‌شود. این نتایج، با نتایج بررسی گیاه سیاهدانه (۱٤) و هم‌چنین گیاه اسفناج (۱۳)، مبنی بر این‌که تنش شوری موجب کاهش میزان آنتوسیانین و اسید سالیسیلیک موجب افزایش این ترکیب می‌شود، مطابقت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات فیزیولوژیک و زیست-شیمیایی گیاه عروسک پشت پرده. *میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD نیستند.

Fig. 1. Interaction effects of salinity stress and salicylic acid on physiological and biochemical traits of Physalis. *Means with the same letter in each treatment are not significantly different at 5% of probability level-using LSD test.

نتیجه‌گیری

با توجه نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، با افزایش غلظت کلرید سدیم شاخص‌های ریختشناسی-فیزیولوژیکی مانند ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک بوته، میزان کلروفیل و کاروتنوئید، آنتوسیانین برگ و محتوای نسبی آب برگ، کاهش و شاخص‌های بیوشیمیایی مانند میزان مالون‌دی‌آلدئید، نشت الکترولیت و پرولین افزایش یافت. گونه مورد بررسی در پاسخ به افزایش نشت الکترولیت و پراکسیداسیون لیپیدهای غشا در شرایط تنش شوری متوسط و شدید با افزایش محتوی پرولین سبب القای مقاومت غیرآنزیمی گیاه در شرایط تنش گردید. نتایج این مطالعه مشخص نمود که گونه مورد بررسی (*peruviana*) در این پژوهش نسبت به مقادیر کم شوری (۳۵ میلی‌مولار) حساس و قادر به میوه‌دهی در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط شوری کم نیست و نباید در مناطق دارای خاک یا آب شور کشت گردد. این گونه مکانیسم‌ها مانند افزایش پرولین در شرایط تنش متوسط (۷۰ میلی‌مولار) و شدید (۱۰۵ میلی‌مولار) کلرید سدیم را جهت بقای گیاه در این شرایط از خود نشان داد و با کاربرد اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار، شاخص‌های مهم مورد بررسی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره و میوه، کلروفیل، کاروتنوئید، محتوی نسبی آب و پرولین نسبت به عدم کاربرد اسید سالیسیلیک یا سطوح کم‌تر آن (نیم و یک میلی‌مولار) بهبود یافت.

منابع

1. Agamy, R.A., ELsayed, E. and Tarek, H.T. 2013. Acquired resistant motivated by salicylic acid applications on salt stressed tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Amer-Eur. J. Agri. Env. Sci. 13: 1. 50-57.
2. Alam, I., Kumar, A., Mohan Kumar, B. and Kumar Ravi, A. 2018. Effect of different chemicals in enhancing yield of cape- gooseberry. J. Cur. Mic. App. Sci. 7: 3239-3245.
3. Ashraf, M. and Foolad, M.D. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. J. Environ. Exp. Bot. 59: 206-216.
4. Bandurska, H. and Stroinski, A. 2005. The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta. Physio. Plant. 27: 379-386.
5. Bastam, N., Baninasab, B. and Ghobadi, C. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. J. Plant Growgth Reg. 69: 265-284.
6. Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, 1973. I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil J. 39: 205-207.
7. Borsani, O., Valpuestan, V. and Botella, M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. Plant Physio. J. 126: 1024-1030.
8. Buege, J.A. and Aust, S.D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. Meth Enz. 52: 302-310.
9. Candan, N. and Tarhan, L. 2003. The correlation between antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels in Mentha pulegium organs grown in Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Mn^{2+} stress conditions. Plant Sci. 163: 769-779.
10. Choi, K., Murillo, G., Su, B., Pezzuto, J., Kinghorn, A. and Mehta, R. 2006. Ixocarpalactone isolated from the Maxican tomatillo shows potent anti-proliferative and apoptotic activity in colon cancer cells. Bot. Sci. J. 273: 5714-5723.
11. Dehghan, Z., Movahedi dehnavi, M., Balouchi, H. and Salehi, A. 2016. Effect of salisylic acid on some physiological traits of purple (*Portulaca oleracea* L.) under NaCl stress. J. Plant Pro. Func. 23: 7. (In Persian)
12. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barely grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. J. Plant Growth Reg. 45: 215-225.
13. Eraslan, F., Inal, A., Pilbeam, D.J. and Gunes, A. 2008. Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L. Cv. Matador) grown under boron toxicity and salinity. J. Plant Growth Reg. 55: 207-219.
14. Fazeli, A., Zareie, B. and Tahmasebi, Z. 1396. Effect of salt stress and salicylic acid on some physiological and biochemical characteristics of black current (*Nigella sativa* L.). J. Plant Biol. 9: 34. 69-83. (In Persian)
15. Fischer, G. 2000. In Production, potharvest y exportaciton of the Physalis (*Physalis peruviana* L.). Unibi. Uni. Natio. Colombia. Pp: 9-26.

www.SID.ir

Archive of SID

16.Garcia-Sanchez, F., Jifon, J.L., Carvajal, M. and Syversten, J.P. 2002. Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na^+ and Cl^- accumulation in sunburst mandarin grafted on different rootstock. J. Plant Sci. 35: 314-320.

17.Ghanbari, F., Amirinejad, A., Sayari, M. and Kordi, S. 2013. Salicylic acid effect on resistance to salt stress and alkalinity in sweet peppers (*Capsicum annum* L.). J. Plant Prod Res. 29: 1. (In Persian)

18.Gholami, R., Kashefi, B. and Saeedisar, S. 2013. Effect of salisylic acid spraying on reducing the effects of salinity stress on growth traits of salvia (*Salvia limbata* L.). J. Plant Ecophysiol. 5: 15. 63-73. (In Persian)

19.Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarre-Sanavy, S.A.M. and Allahdadi, I. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Austr. J. Crop Sci. 5: 6. 726-734.

20.Hafeznia, M., Mashayekhi, K. and Ghaderifar, F. 2013. Effect of salicylic acid spraying on some of the pigments and morphological traits of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). J. Plant Pro. Res. 22: 2. (In Persian)

21.Hashemi, A., Abdolzadeh, A. and Sadeghipour, H.R. 2010. Beneficial effects of silicon nutrition in alleviating stress in hydroponically grown canola (*Brassica napus* L.) plants. Soil Sci. Plant Nut. J. 56: 244-253.

22.Hossein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. Res. J. Agric. Bio. Sci. 3: 4. 321-328.

23.Karlidag, H., Yildirim, E. and Dursun, A. 2011. Salt tolerance of Physalis during germination and seedling growth. Pac. J. Bot. 43: 6. 2673-2676.

24.Kerepesi, H. and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. J. Crop Sci. 40: 482-487.

25.Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicilyc acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stress maize plants. Int. J. Agri. Biol. 6: 1. 5-8.

26.Korkmaz A., Uzunlu, M. and Demirkairan, A.R. 2007. Treatment with acetylsalicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta. Physio. Plant. 29: 503-508.

27.Koushafar, M., Khoshgoftarmanesh, A.H., Moezzi, A.A. and Mobli, M. 2011. Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and crop per drop (CPD) of hydroponic-grown tomato. Sci. Hort. 131: 1-5.

28.Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and cartenoides pigments of hotosynthetice biomembranes. Meth. Enzym. 148: 350-382.

29.Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence inleaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 78: 3. 389-398.

30.Matas, A., Sanaz, M.J. and Heredia, A. 2003. Studies on the structure of the plant wax nonacosan-10-ol, the main component of epicuticular wax conifers. Int. J. Biol. Macr. 33: 31-35.

31.Miranda, D., Fischer, G., Mewis, I., Rohn, S. and Ulriches, C.H. 2014. Salinity effects on proline accumulation and total antioxidant activity in leaves of the Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). J. Qual. 87: 67-73.

32.Molina, A., Bueno, P., Marin, M.C., Rudriguze- Rosales, M.P., Belver, A., Venema, K. and Donaire, J.P. 2002. Innolvement of endogenous salicylic acid content, lipoxygenase and antioxidant enzyme activities in the response of tomato cell suspension cultures to NaCl. New Phytol. 156: 3. 409-415.

33.Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25: 239-250.

34.Neinhuis, C., Koch, K. and Barthlott, W. 2001. Movement and regeneration of epicuticular waxes through plant cuticles. Planta. 213: 427-434.

35.Nemeth, M., Janda, T., Hovarth, E., Paldi, E. and Szali, G. 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. Plant Sci. J. 162: 569-574.

www.SID.ir

Archive of SID

36.Noctor, G. and Foyer, C.H. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Ann. Rev. Plant Phys. Plant Mol. Biol. J. 49: 249-279.
37.Noreen, S. and Ashraf, M. 2008. Alleviation of adverse effects of salt stress on (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. Pak. J. Bot. 40: 4. 1657-1663.
38.Parida, A.K. and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Eco toxico. Environ Safety. 60: 324-349.
39.Rabie, M.A., Soliman, A.Z., Diaconeasa, Z.S. and Constantin, B. 2015. Effect of pasteurization and shelf life on the physicochemical properties of Physalis (*Physalis peruviana* L.) juice. Food Prod. Pres. J. 39: 6. 1051-1060.
40.Ritchie S.W. and Hanson A.D. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. J. 30: 105-11.
41.Roghami, M., Estaji, A., Bagheri, V. and Ariakia, A. 2013. Effect of salinity stress and salicylic acid on some characteristics of an eggplant (*Solanum melonjena* var. Taki) in soilless culture system. J. Sci. Techno. Green. Cult. 27: 7. (In Persian)
42.Sairam, R.K. and Tyagi, A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Sci. 86: 406-412.
43.Sairam, R.K., Rao, K.V. and Srivastava, G.C. 2002. Differential response of wheat genotypes to longterm salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci. J. 163: 1037-1046.
44.Sakhabutdinova, A.R., Fatkhutdinova, D.R., Bezrukova, M.V. and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulgaria Plant Physio. J. Pp: 314-319.
45.Salimi, F., Shekari, F., Azimi, M.R. and Zangani, E. 2012. Role of methyl jasmonate on improving salt resistance through some physiological characters in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Plant Biol. J. 27: 700-711. (In Persian)
46.Serraj, R. and Sinclair, T.R. 2002. Osmolyte accumulation: Can it really help increase crop yield under drought covfition. Plant Cell Environ. 25: 333-341.
47.Shakirova, M., Sakhabuydinova, A.R.M., Bezrukova, V.R., Fakhotdinova, A. and Fakhotdinova, D.R. 2003. Change in the hormonal status of wheat (*Triticum annum*) seedlings induced by salicylic acid and salinity. J. Plant Sci. 164: 317-322.
48.Singh, B. and usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. J. Plant Growth Reg. 39: 137-141.
49.Taheri, S., Barzegar, T., Rabiee, V. and Angourani, H. 2013. Physiological responses of two basils (*Ocimum basilicum* L.) cultivars to salicylic acid spraying under salinity stress. Agri. Crop Manage. J. 18: 1. 259-274. (In Persian)
50.Tester, M. and Venterport, R.D. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Ann. Bot. 93: 503-537.
51.Torres, J., Pascual-Seva, N., San Bautista, A., Pascual, B., López-Galarza., S., Alagarda, J. and Maroto, J.V. 2015. Growth and nutrient absorption of cape gooseberry (*Physalis Peruviana* L.) in soilless culture. Plant Nut. J. 38: 4. 485-496.
52.Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuoles distribution of neutral sugars, free amino acid, and anthocyanins in protoplast. Plant Physiol. J. 64: 88-93.
53.Wanichan, P., Kirdmanee, C. and Vutyano, C. 2003. Effect of salinity on biochemical and physiological characteristics in correlation to selection of salt tolerance in Aromatic rice (*Oryza sativa* L.). Asia Plant Sci. J. 29: 333-330.
54.Zhang, Y.J., Deng, G.F., Wu, S., Li, S. and Li, H.B. 2013. Chemical components and bioactivities of capegooseberry (*Physalis peruviana*). Inter. J. Food Nut. Saf. 3: 1. 15-24.
55.Zhu, J.K. 2007. Plant salt stress. Encyclopedia of life Sciences. John Wiley and sons, Ltd., N. Y.

www.SID.ir