Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵
صفحه‌های ۲۷۴-۲۵۹

پاسخ‌های فیزیولوژیک دو رقم ریحان به محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری

سالومه طاهری[۱]، طاهر برزگر[۲]*، ولی ربیعی[۳]، حسین ربی انگورانی[۴]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۴. دانشجوی دکترا علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۰۲

چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی می‌باشد که رشد و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به منظور مطالعه اثر سالیسیلیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیکی دو رقم ریحان تحت تنش شوری در آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل شوری کلرید سدیم در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌مولار)، سالیسیلیک اسید در سه سطح (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵ میلی‌مولار) و دو رقم ریحان (بنفش و سبز) بود. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت شوری، مقدار کلروفیل، کارتنوئید و محتوای نسبی آب برگ به طور معنی‌داری کاهش و مقدار پرولین، مقاومت روزنه‌ای و درصد نشت یونی افزایش یافت. کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش مقدار کلروفیل، کارتنوئید و درصد محتوای نسبی آب برگ و کاهش مقدار پرولین، مقاومت روزنه‌ای و درصد نشت یونی شد. بیش‌ترین مقدار کلروفیل b (۰/۶۱۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) و کم‌ترین درصد نشت یونی (۳۰/۴) در شرایط بدون شوری و کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به ترتیب در ریحان سبز و بنفش حاصل شد. کم‌ترین میزان مقاومت روزنه‌ای (۷/۸ ثانیه بر سانتی‌متر مربع) و بیش‌ترین مقدار پرولین (۱۱/۴ میکروگرم در گرم وزن تر برگ) در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به ترتیب در ریحان بنفش و سبز مشاهده گردید. با توجه به نتایج، استفاده از سالیسیلیک اسید برای بهبود رشد گیاه در شرایط تنش شوری توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: پرولین، تیمار، کلروفیل، مقاومت روزنه ای، نشت یونی

* نویسنده مسئول
Email: tbarzegar@znu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

با توجه به کمبود آب‌های با کیفیت مناسب در برخی مناطق، کشاورزان به اجبار از آب‌های با کیفیت پایین و شور استفاده می‌کنند که در این شرایط رشد و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. سطح کل اراضی کره زمین ۱۳/۲ میلیارد هکتار است که هفت میلیارد هکتار آن را اراضی قابل کشت و یک و نیم میلیارد هکتار از آن تحت کشت می‌باشد [۴۵] که در سراسر جهان حدود ۴۵ میلیون هکتار از زمین توسط شوری آسیب دیده است و سالانه به دلیل سطوح بالای شوری خاک، ۱/۵ میلیون هکتار برای تولید از دسترس خارج می‌شود [۳۰]. از اراضی تحت کشت حدود ۲۳ درصد اراضی شور و ۳۷ درصد خاک‌های سدیمی می‌باشند [۷]. حدود ۱۲ درصد از کل مساحت کشور ایران به صورت کشت و آیش و به منظور تولیدات کشاورزی استفاده می‌شود. گفته می‌شود که نزدیک به ۵۰ درصد این سطح زیر کشت به درجات مختلف با مشکل شوری، قلیایی بودن و غرقابی بودن رو به رو می‌باشد [۸].

شوری یکی از عوامل محدود کننده رشد و تولید محصول در سراسر دنیا به شمار می‌رود. به طور طبیعی مهم‌ترین علت شوری وجود کلرید سدیم است [۳۴]. شوری از طریق ایجاد تغییرات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تاثیر می‌گذارد که شدت خسارت شوری با طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است [۲۳]. این تنش رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپیدها و تولید انرژی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین شوری با جایگزینی Na^{+} به جای Ca^{++} در غشاء، نفوذپذیری غشاء را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۳۲]. تنش شوری باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن و افزایش نشت‌پذیری غشاء سلول‌ها شده که علاوه بر آسیب اکسیداتیو وارد شده توسط گونه‌های فعال اکسیژن، باعث افزایش برخی پروتئین‌ها مانند پروتئین‌های شوک گرمایی و سایر پروتئین‌های سم‌زدا می‌شود. گیاه برای حفظ تورژسانس خود در شرایط تنش موادی می‌سازد که با منفی‌تر کردن پتانسیل آبی درون سلول‌ها، تورژسانس خود را حفظ می‌کند. این مواد که اسمولیت نام دارند که دارای وزن مولکولی کم بوده و در غلظت‌های بالا برای سلول سمی نیستند [۴۲].

امروزه از ترکیباتی استفاده می‌شود که مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی افزایش داده، موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شوند. یکی از این ترکیبات که در این زمینه شناسایی شده، سالیسیلیک اسید است. سالیسیک اسید به عنوان ترکیب ضروری در مقاومت گیاهان به پاتوژن‌ها، عوامل بیماری‌زا و شرایط نامطلوب زیست محیطی گزارش شده است. این ترکیب باعث کاهش آثار ناشی از تنش‌های زیستی و غیر زیستی بخصوص شوری، خشکی، گرما، سرما و فلزات سنگین می‌گردد [۱۶].

کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاه گوجه‌فرنگی موجب افزایش محتوای کاروتنوئید گردید [۲۵] همچنین این هورمون می‌تواند محتوای نسبی آب برگ را در این گیاه تحت تنش شوری افزایش [۴۴] و میزان نشت یونی را کاهش دهد [۴۱]. کاربرد سالسیلیک اسید در گیاه شاهی باعث کاهش میزان کارتنوئید شد [۹]. استفاده از سالیسیلیک اسید باعث بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی خیار مانند شاخص کلروفیل، هدایت روزنه‌ای و نشت یونی گردید [۵]. در آزمایشی دیگر استفاده از سالیسیلیک اسید در دانهال‌های خیار باعث بهبود محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ تحت تنش شوری شد و نشت یونی را در برگ‌های این گیاه تحت تنش شوری کاهش داد [۱۴]. کاربرد این هورمون روی گیاه لوبیا سبز در شرایط شوری کلرید سدیم نشان داد که سبب بهبود شاخص‌های درصد نسبی آب برگ، میزان پرولین و کلروفیل برگ

www.SID.ir

Archive of SID

گردید [۶]. استفاده از سالیسیلیک اسید در گیاه اسفناج [۲۰] و گوجه‌فرنگی [۴۶] سبب افزایش میزان کلروفیل شد. همچنین گزارش شده است که کاربرد ۰/۷۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در کاهو سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل، پرولین و کاهش نشت یونی شد [۳۸]. در چندین پژوهش دیگر نیز به نقش مهم سالیسیلیک اسید در تعدیل پاسخ گیاهان به تنش‌های غیر زنده مانند شوری اشاره شده است [۴۹ و ۲۱].

ریحان با نام علمی (*Ocimum basilicum* L.) یکی از سبزی‌های معطر و پر مصرف خوراکی می‌باشد که سطح زیر کشت و مصرف آن در جهان رو به گسترش است [۴]. گیاهی یکساله با برگ‌های کوچک و کرک‌دار به رنگ سبز یا بنفش با ساقه منشعب است [۳].

از آنجایی که شوری از عوامل محدود کننده رشد و نمو و تولید محصول در بسیاری از گیاهان است و گیاه ریحان به شوری حساس است، این تحقیق با هدف مطالعه واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه ریحان به تنش شوری ناشی از کلرور سدیم و سالیسیلیک اسید مورد بررسی قرار گرفت تا بتوان از این ماده که نسبتاً ارزان و در دسترس است در جهت بهبود رشد و کیفیت گیاه ریحان در شرایط شوری استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل تنش شوری در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) و سالیسیلیک اسید ساخت شرکت مرک آلمان در سه سطح (صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌مولار) با سه تکرار در شرایط آب و هوایی زنجان انجام شد. سطوح شوری با استفاده از کلرورسدیم ۹۷ درصد اعمال گردید و گیاهان شاهد با آب شهری زنجان (EC=۰/۰۱۷ds/m pH=۷/۸ در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد) آبیاری شد. قبل از کشت بذرهای دو رقم ریحان بنفش و سبز با محلول هیپوکلریت سدیم یک دهم درصد ضدعفونی شدند. جعبه‌های کاشت با خاک به نسبت سه به یک از خاک زراعی (بافت خاک لوم رسی با pH معادل ۷/۶)، ماسه، خاک برگ و مقداری کود دامی پر گردید و بذرها (شش گیاه) در جعبه‌های پلاستیکی با اندازه ۵۰×۳۰ و عمق ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. برای اعمال تنش شوری تا مرحله سه الی چهار برگی، گیاهان با آب معمولی آبیاری شدند. در مرحله سه الی چهار برگی تیمارهای سالیسیلیک اسید به صورت محلول‌پاشی برگی اعمال گردید. ۴۸ ساعت پس از اولین تیمار سالیسیلیک اسید، تیمار شوری توسط آب آبیاری با در نظر گرفتن شوری موجود در آب شروع شد. تیمارهای شوری نیز برای جلوگیری از شوک اسمزی به تدریج از کمترین مقدار (۵۰ میلی‌مولار کلرور سدیم) شروع شده و غلظت‌های بیشتر به تدریج در طی چند روز (هر روز ۵۰ میلی مولار کلرور سدیم) به گلدان‌ها اضافه شد. آبیاری بر حسب نیاز گیاه (یک روز در میان ۷۵۰ سی سی برای هر جعبه) انجام شد. تیمار اسید سالیسیلیک طی شش مرحله به فاصله هر شش روز یکبار اعمال شد. پس از پایان آزمایش، صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

صفات مورد ارزیابی

به منظور بررسی اثر تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر شاخص‌های فیزیولوژیک گیاه ریحان، صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفت. محتوای نسبی آب برگ از طریق روش[۳۶] اندازه‌گیری شد و در نهایت محتوای نسبی آب برگ با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

1) $RWC\ (\%) = (Fw - Dw / Sw - Dw) \times 100$

در این رابطه، Fw: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری، Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در

www.SID.ir

Archive of SID

آون، Sw: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطراست.

نشت یونی سلول‌های برگ از روش [۲۹] استفاده و در نهایت با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید.

2) $\%EL = Ec_1 / Ec_2 \times 100$

در این رابطه، EL: نشت یونی Ec_1: هدایت الکتریکی اول (۲۴ ساعت بوسیله شیکر شیک)، Ec_2: هدایت الکتریکی دوم (به مدت ۲۰ دقیقه درون اتوکلاو).

محتوای کلروفیل‌ها و کارتنوئید برگ به روش [۱۱] استفاده شد و کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید با استفاده از روابط زیر بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر نمونه محاسبه شد.

3) $Chl.a\ mg/g\ FW= [12.7(A663) - 2.69(A645)] \times V/1000FW$

4) $Chl.b\ mg/g\ FW= [22.9(A645) - 4.68(A663)] \times V/1000FW$

5) $Chl.\ Total\ mg/g\ FW= [20.2(A645) + 8.02(A663)] \times V/1000FW$

6) $Carotenoides= 1000(A470) + 3.27(mg\ Chl.a) - 104(mg\ Chl.b)/227$

در این رابطه، A663: میزان جذب در طول موج ۶۶۳ نانومتر، A645 : میزان جذب در طول موج ۶۴۵ نانومتر، A470: میزان جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر، V: حجم نهایی استون مصرف شده (در اینجا ۲۰ میلی‌لیتر) و FW: وزن تر نمونه به گرم (در اینجا نیم گرم).

برای اندازه‌گیری پرولین ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه برگ تازه در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک هموژنیزه شد و محتوای پرولین با استفاده از معرف نین هیدرین اسید، روش [۱۵] اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه (۷) برآورد شد.

7) $$\frac{\text{Prolin (µmol/gr fw)}}{\text{Prolin (µgr/ml)} \times \text{Toluene(ml)}/115.5} = \frac{}{\text{gr sample}/5}$$

در این رابطه، Toluene (ml): میزان تولوئن مصرف شده برای هر نمونه (چهار)، 115.5: جرم مولکولی پرولین، عدد پنج: تعداد دفعات رقیق شدن، gr sample: میزان ماده گیاهی مصرف شده (یک دهم گرم) است.

مقاومت روزنه‌ای با استفاده از دستگاه پرومتر[1] مدل (DELTA-T DEVICEC LTD, ENGLAND) در ساعات ۱۱ تا ۱۴ اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS, V9 (Institute Inc., Cary, NC, USA)، آنالیز و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

محتوای نسبی آب برگ

با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۱) محتوای نسبی آب برگ در ریحان سبز (۶۶/۵۷ درصد) بیش‌تر از ریحان بنفش (۶۰/۳۱ درصد) بود. با افزایش سطح شوری محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت. بیش‌ترین مقدار محتوای نسبی آب برگ (۶۶/۷۹ درصد) مربوط به تیمار شاهد و کمترین مقدار (۵۸/۹۹ درصد) مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار شوری بود (شکل ۱). سالیسیلیک اسید محتوای نسبی آب برگ را افزایش داد ولی بین سطوح مختلف سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲).

محتوای نسبی آب برگ معرف بسیار خوبی از وضعیت آبی گیاه است [۴۷]. رشد اندام‌ها بستگی به سرعت تولید سلول‌های جدید و سرعت بزرگ شدن این سلول‌ها دارد که هر دو این فرآیندها نیز به آماس سلولی حساس هستند. از آنجایی که کاهش محتوای نسبی آب برگ باعث کاهش آماس سلولی می‌گردد، پس به دنبال کاهش آماس، ارتفاع بوته نیز کاهش می‌یابد [۵۲]. شوری سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود که این نتیجه، با نتایج [۱] در ریحان تطابق دارد.

افزایش محتوای نسبی آب برگ توسط سالیسیلیک

1. Porometere

www.SID.ir

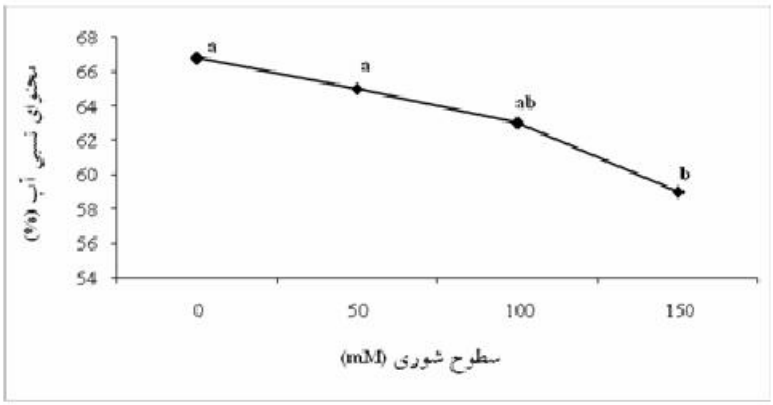
Archive of SID

اسید می‌توان به نقش آن در افزایش قدرت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی و کاهش تنش و افزایش همبستگی و پایداری غشاء و تعدیل و تنظیم اسمزی از طریق افزایش مقدار پتاسیم به عنوان یون بسیار مهم در حفظ تورژسانس سلولی نسبت داد [۱۳ و ۲۴]. تاثیر مثبت سالیسیک اسید بر روی گیاهان جو [۱۹] و ذرت [۱۸ و ۴۸] تحت تنش شوری گزارش شده است.

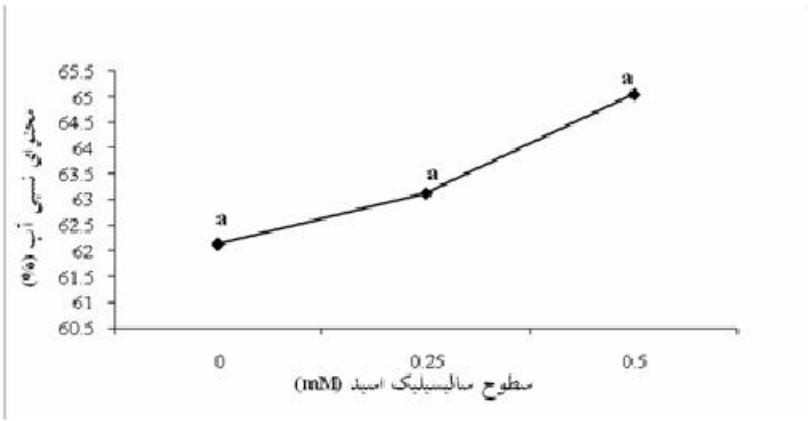
جدول ۱. مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات فیزیولوژیک گیاه ریحان

رقم	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	محتوای نسبی آب برگ (%)	مقاومت روزنه‌ای (S/cm^2)	نشت یونی (%)	پرولین ($\mu gr/gr\ Fw$)
	(mg/gr Fw)							
بنفش	۰/۶۳^{b}	۰/۱۵^{b}	۰/۷۹^{b}	۲/۹۷^{a}	۶۰/۳۱^{b}	۹/۵۲^{b}	۷۰/۲۳^{b}	۴/۰۸۶^{b}
سبز	۱/۱۱^{a}	۰/۴۱^{a}	۱/۵۳^{a}	۲/۸۵^{a}	۶۶/۵۷^{a}	۲۱/۸۰^{a}	۸۸/۱۸^{a}	۵/۱۲۸^{a}

* میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشابه نشان داده شده‌اند از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل ۱. اثر سطوح مختلف شوری بر محتوای نسبی آب برگ



شکل ۲. اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر محتوای نسبی آب برگ

www.SID.ir

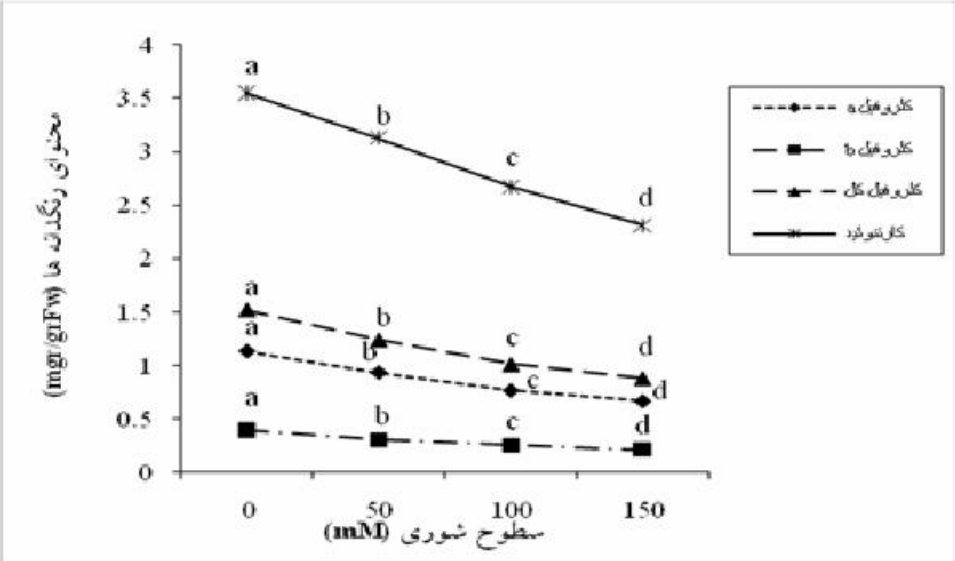
Archive of SID

کلروفیل و کارتنوئید

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که مقادیر کلروفیل در بین دو رقم متفاوت بود. ریحان سبز نسبت به بنفش مقادیر بالاتری از کلروفیل a، b و کل را نشان داد. ولی از نظر کارتنوئید ریحان بنفش مقدار بالاتری نسبت به ریحان سبز داشت، اگر چه اختلاف بین دو رقم معنی‌دار نبود. با افزایش سطوح شوری میزان کلروفیل و کارتنوئید به طور معنی‌داری کاهش یافت. کم‌ترین مقدار کلروفیل a (۰/۶۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)، کلروفیل b (۰/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)، کلروفیل کل (۰/۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) و کارتنوئید (۲/۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در بالاترین سطح شوری یعنی غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۳).

با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها، سالیسیلیک اسید باعث افزایش محتوای کلروفیل و کارتنوئید گردید اگر چه بین غلظت ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴). نتایج اثرات متقابل نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل b در بالاترین غلظت سالیسیلیک اسید و شرایط بدون تنش در رقم ریحان سبز مشاهده شد و کم ترین میزان کلروفیل b در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و سالیسیلیک اسید صفر میلی‌مولار در رقم بنفش به دست آمد (شکل ۵).

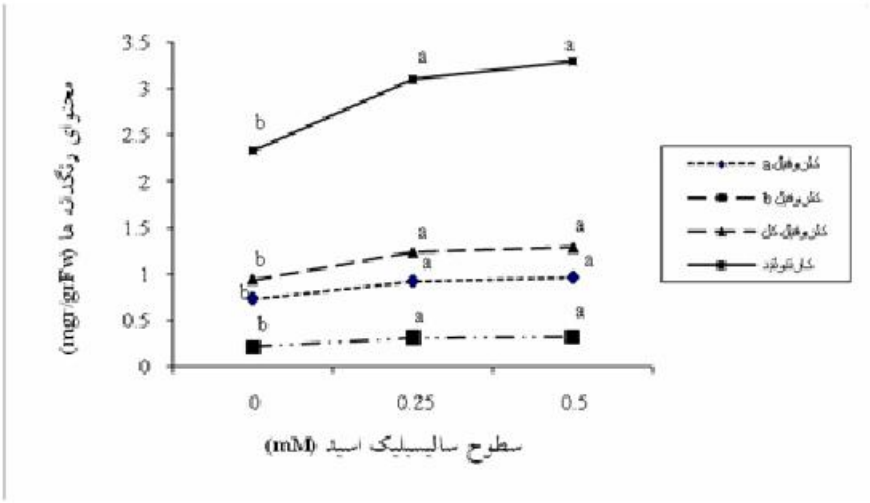
اثر شوری بر میزان کلروفیل با متوقف کردن آنزیم خاصی که مسئول سنتز رنگدانه‌های سبز در گیاه می‌باشد در ارتباط است [۱۲]. به نظر می‌رسد یکی از اثرات مهم شوری بر گیاه، پیری برگ باشد و یکی از دلایل کاهش کلروفیل‌ها، تخریب آن‌ها بوسیله اکسیژن فعال می‌باشد. از طرف دیگر در شرایط تنش، غلظت اسید آمینه پرولین افزایش می‌یابد و از آن‌جا که کلروفیل و پرولین هر دو از پیش ماده مشترکی به نام گلوتامات سنتز می‌شوند، شاید بتوان گفت رقابت و پیشی گرفتن آنزیم گلوتامیل کیناز به هنگام تنش شوری از آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) باعث می‌شود تا پیش‌ساز گلوتامات بیشتر به مصرف پرولین برسد و بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود [۳۳].



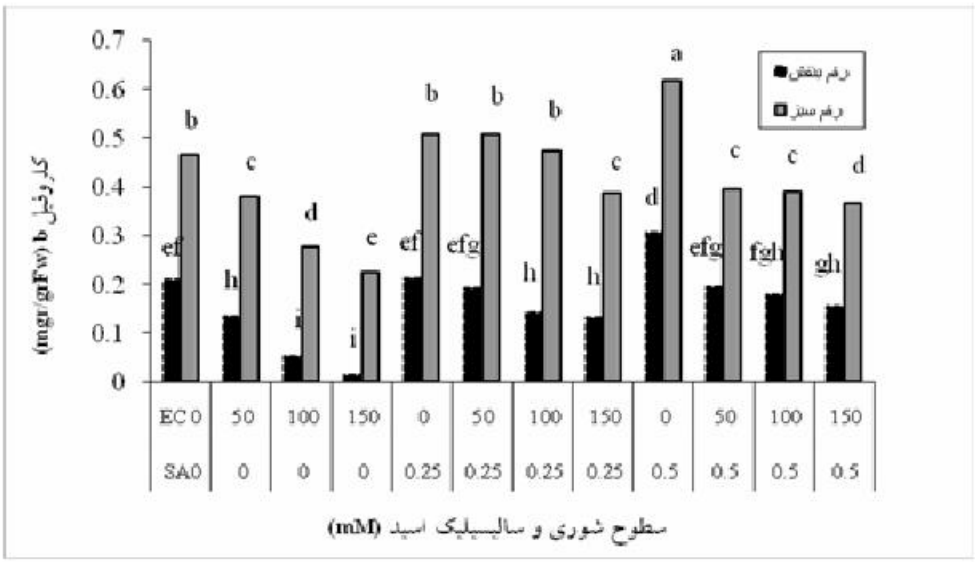
شکل ۳. اثر سطوح مختلف شوری بر محتوای رنگدانه‌ها (کلروفیل و کارتنوئید)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر محتوای رنگدانه‌ها (کلروفیل و کارتنوئید)



شکل ۵. اثر متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر محتوای کلروفیل b در دو رقم ریحان

در شرایط شوری و خشکی کاربرد سالیسیلیک اسید بر گیاه توانسته است با حفظ کلروفیل سرعت فتوسنتز را افزایش دهد و خسارت کلروفیل a و کارتنوئیدها را کاهش دهد [۴۰]. سالیسیلیک اسید مانع فعالیت ACC سنتاز شده و از تشکیل اتیلن و به دنبال آن از کاهش کلروفیل جلوگیری می‌کند [۲۸]. القای سنتز کاروتنوئیدها در شرایط تنش می‌تواند به دلیل نقش حفاظتی آن‌ها در تشکیلات فتوسنتزی باشد [۲۵]. طبق نتایج آزمایش، سالیسیلیک اسید با کاهش نشت یونی و حفظ غشاء سلولی و همچنین افزایش سنتز رنگیزه کارتنوئید، موجب حفاظت رنگیزه‌های

www.SID.ir

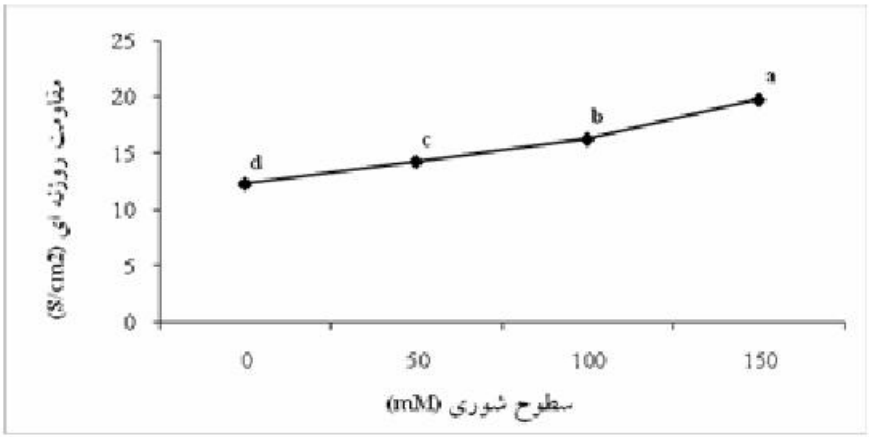
Archive of SID

کلروفیل در شرایط تنش شوری شده است. سالیسیلیک اسید با تأثیر بر عمل هورمون‌هایی مانند آبسزیک اسید [۳۹] جیبرلین، متیل جاسمونات و اتیلن [۲۲] بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان را تنظیم می‌کند.

مقاومت روزنه‌ای

بین دو رقم از نظر مقاومت روزنه‌ای اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و میزان مقاومت روزنه‌ای (۲۱/۸۰ ثانیه بر سانتی‌متر مربع) در ریحان سبز بیش‌تر بود (جدول ۱). با افزایش سطح شوری مقاومت روزنه‌ای به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیش‌ترین میزان مقاومت روزنه‌ای (۱۹/۷۶ ثانیه بر سانتی‌متر مربع) در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار شوری و کم‌ترین مقدار (۱۲/۳۲ ثانیه بر سانتی‌متر مربع) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۶). با کاربرد سالیسیلیک اسید، میزان مقاومت روزنه‌ای کاهش یافت. کم‌ترین میزان مقاومت روزنه‌ای (۱۳/۲۰ ثانیه بر سانتی‌متر مربع) در سطح ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد (شکل ۷). بالاترین میزان مقاومت روزنه‌ای در شرایط شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و بدون کاربرد سالیسیلیک اسید در رقم سبز حاصل شد و کم‌ترین میزان مقاومت روزنه‌ای و با کاربرد سالیسیلیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار در ریحان بنفش در شرایط بدون شوری بدست آمد (شکل ۸).

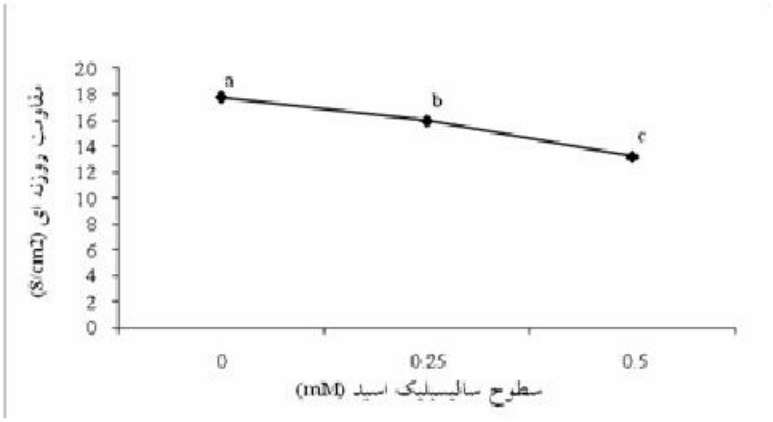
یکی از مکانیسم‌های مقاومتی برای حفظ گیاه در مقابل کمبود آب حاصل از تنش شوری افزایش مقاومت روزنه‌ای است. طبق گزارش‌ها تنش شوری باعث تغییراتی در پتانسیل اسمزی سلول‌های محافظ روزنه، پتانسیل اسمزی سلول‌های اپیدرمی، ضخامت دیواره و اندازه سلول‌های محافظ می‌شود[۱۷]. طبق تحقیقات بیان شده است که در شرایط تنش شوری که منجر به کمبود آب می‌شود، کاهش فشار آماس همراه با افزایش اسید آبسزیک برگ باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود که در پی آن ورود دی اکسید کربن، تعرق و فتوسنتز کاهش می‌یابد [۵۰]. سالیسیلیک اسید دارای اثر بازدارندگی روی بسته شدن روزنه‌ها ناشی از وجود نمک است، از این رو غلظت مناسب از این هورمون می‌تواند مانع از بسته شدن روزنه‌ها شود [۳۵]. میزان هدایت روزنه‌ای که برعکس مقاومت روزنه‌ای است، با کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت محلول پاشی برگی در برگ‌های لوبیا افزایش یافت [۲۷].



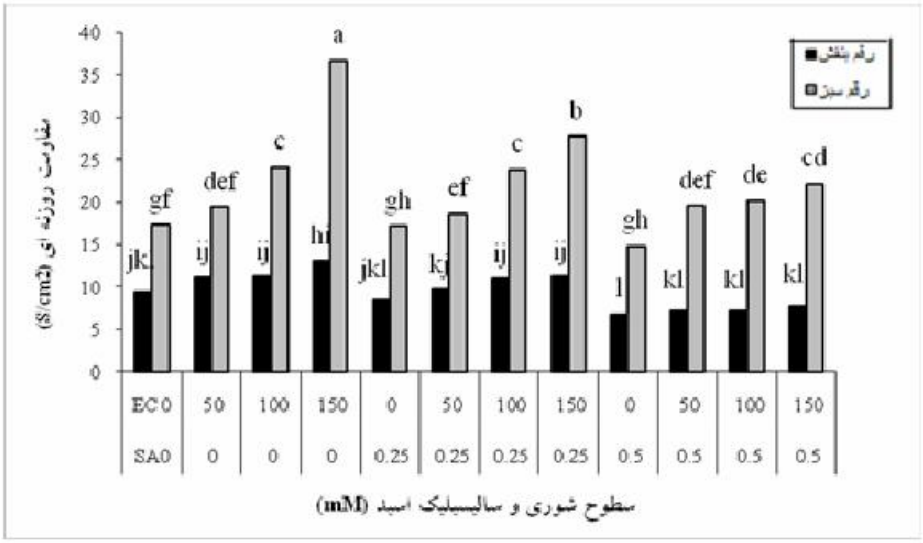
شکل ۶. اثر سطوح مختلف شوری بر مقاومت روزنه‌ای برگ

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر مقاومت روزنه‌ای برگ



شکل ۸. اثر منفابل شوری و سالیسیلیک اسید بر مقاومت روزنه‌ای برگ در دو رقم ریحان

نشت یونی

با توجه به (جدول۱) مقایسه میانگین داده‌ها از نظر صفت نشت یونی نشان داد که بین دو رقم تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیش‌ترین میزان نشت یونی (۸۸/۱۸ درصد) در ریحان سبز مشاهده شد. با افزایش سطح شوری نشت یونی به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیش‌ترین میزان نشت یونی (۹۹/۰۴ درصد) در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار شوری و کم‌ترین مقدار (۵۹/۰۳ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۹). کاربرد سالیسیلیک اسید میزان نشت یونی را کاهش داد، ولی بین دو سطح سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱۰). کم‌ترین درصد نشت یونی در ریحان بنفش با کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در شرایط بدون شوری و بیش‌ترین درصد نشت یونی در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در ریحان سبز مشاهده شد (شکل ۱۱).

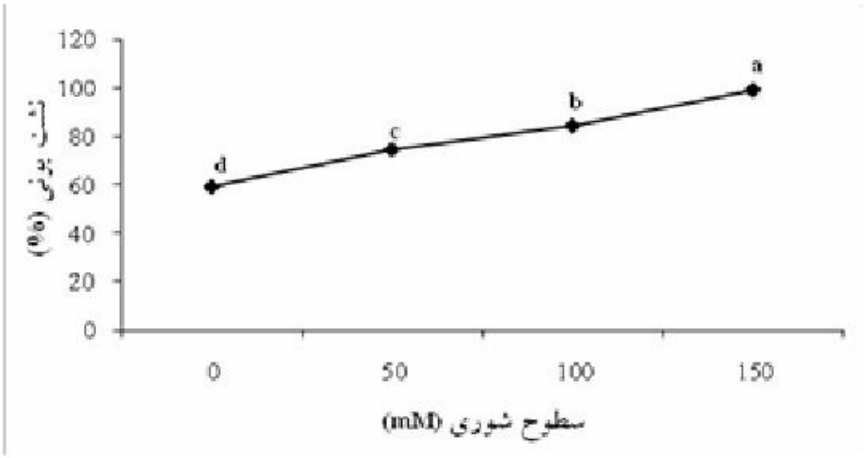
گزارش‌های بسیاری وجود دارد که بیان کننده افزایش

www.SID.ir

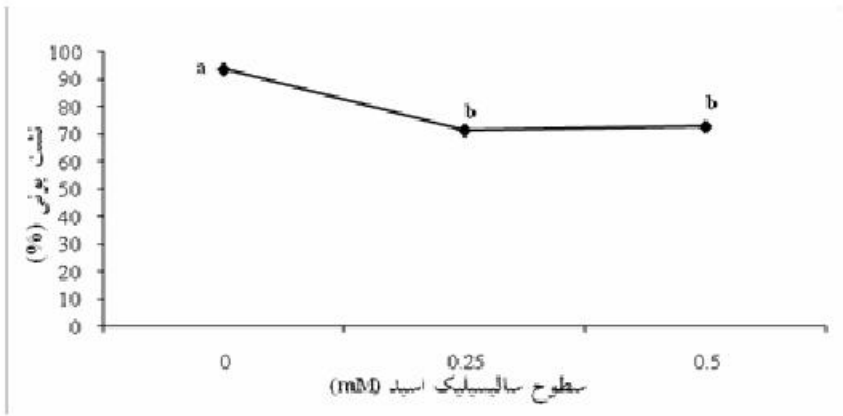
Archive of SID

تنش اکسیداتیو در هنگام تنش شوری می‌باشد [۴۲ و ۳۲]. گونه‌های فعال اکسیژن منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و تغییر در نفوذ پذیری غشاء (نشت یونی) و خسارت به سلول می‌گردند. بنابراین نشت یونی در بافت گیاه شاخص خوبی برای تخمین نفوذپذیری غشاء و میزان آسیب اکسیداتیو وارد شده به غشاء می‌باشد [۴۲]. هر چه نشت یونی بالاتر، خسارت وارده به غشاء سلولی بیش‌تر است. تنش شوری باعث افزایش نشت یونی در گیاهان آزمایشی شد، که این نتایج با نتایج [۳۲] و [۵۱] مشابه است.

افزایش مصرف سالیسیلیک اسید موجب کاهش نشت یونی می‌شود. سالیسیلیک اسید از طریق اثر بر روی پلی‌آمین‌هایی نظیر پوتریسین، اسپرمین و اسپرمیدین و همچنین ایجاد کمپلکس‌های پایدار با غشاء باعث محافظت غشاء می‌شود [۳۱].



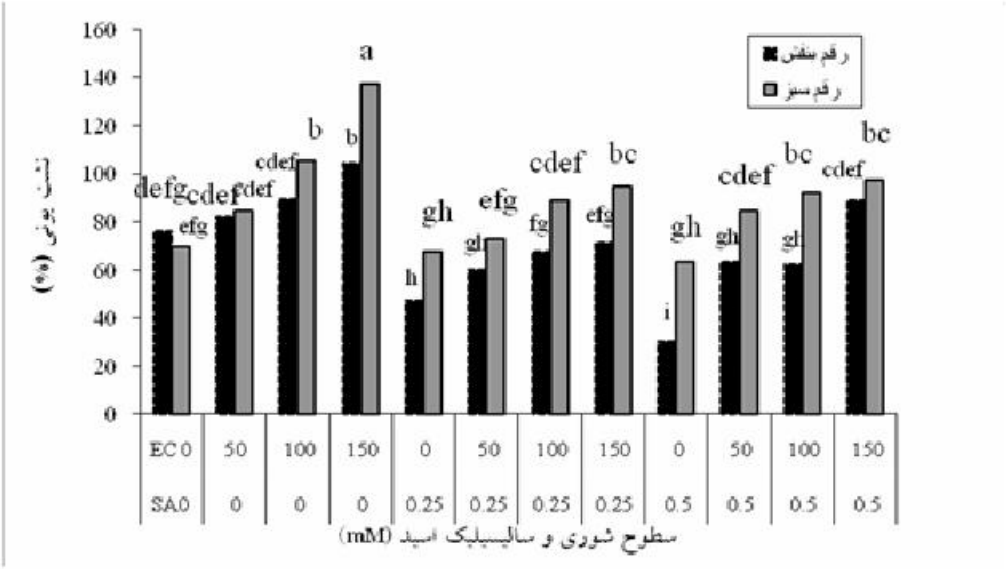
شکل ۹. اثر سطوح مختلف شوری بر درصد نشت یونی



شکل ۱۰. اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر درصد نشت یونی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱. اثر متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر درصد نشت یونی در دو رقم ریحان

کاهش تنش اکسیداتیو و آسیب غشایی، همراه با افزایش پارامترهای رشد در پاسخ به پیش تیمار سالیسیلیک اسید ممکن است مربوط به القای پاسخ‌های آنتی‌اکسیدان باشد که سلول‌ها را از آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از تنش محافظت می‌نماید. هنگامی که سالیسیلیک اسید در غلظت و زمان مناسب به کار برده می‌شود موجب یک تنش اکسیداتیو موقت و گذرا در سلول‌های گیاهی شده که به عنوان یک فرآیند مقاوم‌سازی[1] عمل می‌نماید و موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول می‌گردد [۲۱]. با کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاهان یکساله یا چندساله در شرایط تنش‌های مختلف محیطی علاوه بر افزایش مقاومت گیاهان به آفات و امراض، نشت یونی به طور محسوسی کاهش پیدا می‌کند [۴۰]. این نتاج با نتایج در گوجه فرنگی [۴۱] و خیار [۵۱] همخوانی دارد.

پرولین

دو رقم ریحان از نظر مقدار پرولین با هم اختلاف معنی‌داری داشتند و بیش‌ترین مقدار پرولین در ریحان سبز اندازه‌گیری شد (جدول ۱). با افزایش سطح شوری میزان پرولین به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیش‌ترین میزان پرولین (۷/۱۰۶ میکروگرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار شوری و کمترین میزان پرولین (۲/۳۹ میکروگرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۱۲). مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۱۳) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین مقدار پرولین در سه سطح مورد استفاده از سالیسیلیک اسید وجود دارد و با کاربرد سالیسیلیک اسید تجمع پرولین در برگ‌ها کاهش یافت. اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر تجمع پرولین در دو رقم اختلاف معنی‌داری نشان داد و بیش‌ترین میزان پرولین در رقم سبز در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار اندازه‌گیری شد (شکل ۱۴).

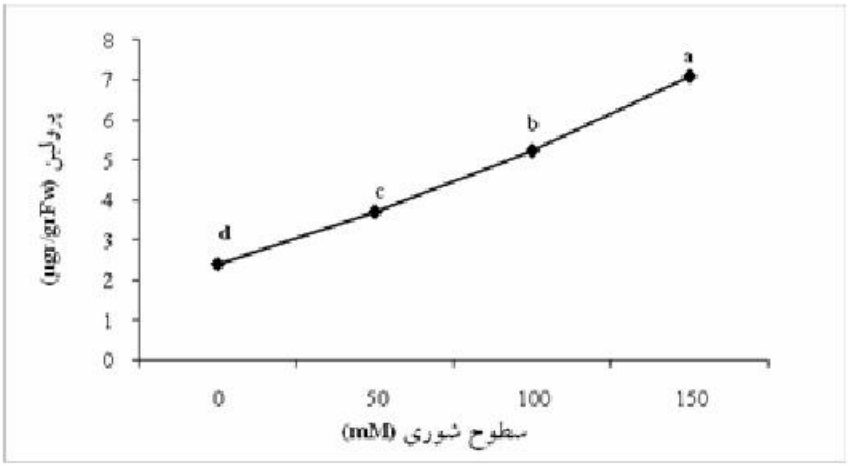
بررسی‌های بیوشیمیایی نشان داده است که در گیاهان تحت تنش شوری، مواد با وزن مولکولی کم که مواد محلول سازگار نامیده می‌شوند تجمع پیدا می‌کنند. پرولین یکی از اسمولیت‌های تجمع یافته در شرایط شوری است

1. hardening

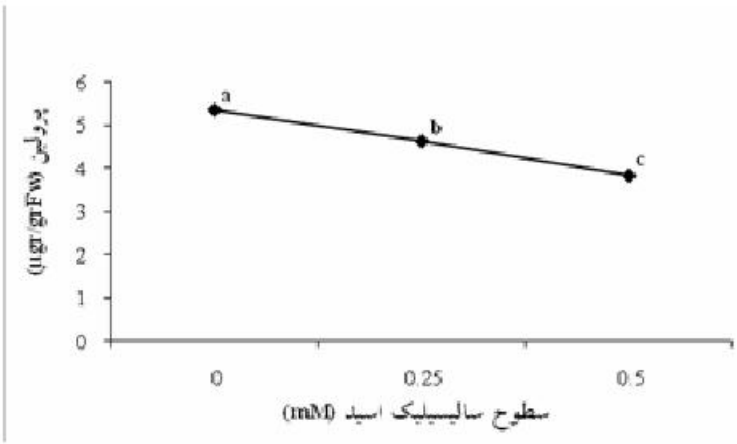
www.SID.ir

Archive of SID

که نقش‌هایی شامل ایجاد ترکیب اسمزی، از بین برنده رادیکال‌های هیدروکسیل، تنظیم پتانسیل اکسیداسیونی سلولی، حفظ تورژسانس و حجم سلول را بر عهده دارد که همه آنها موجبات تحمل در برابر تنش شوری را فراهم می‌نمایند [۲۶]. هیچ مدرک مستندی وجود ندارد برای اینکه نشان دهد پرولین در گیاهان مقاوم بیشتر از گیاهان حساس به شوری، تجمع می‌یابد. برخی از محققین نشان دادند که تنش شوری در گیاهچه‌های برنج موجب افزایش مقدار پرولین نسبت به شاهد شد [۴۳]. نتایج حاصله با نتایج در لوبیا سبز [۶] و تره ایرانی [۲] تطابق دارد. کاربرد سالیسیلیک اسید باعث کاهش مقدار پرولین در برگ‌های گیاه شد که این ممکن است به علت شباهت در عملکرد این ماده با پرولین باشد. استفاده از غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید در گیاه ریحان و مرزه سبب کاهش میزان پرولین شد [۱۰].



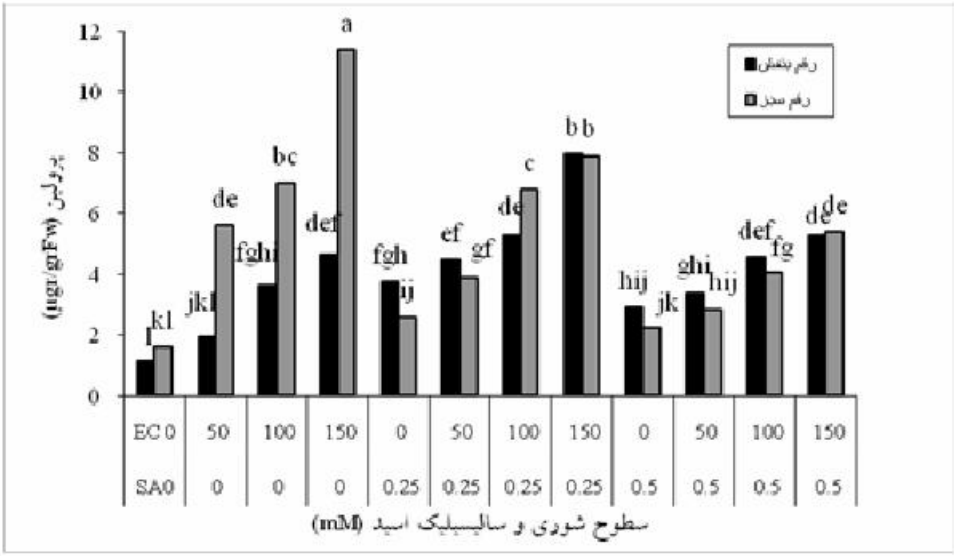
شکل ۱۲. اثر سطوح مختلف شوری بر محتوای پرولین برگ



شکل ۱۳. اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر محتوای پرولین برگ

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۴. اثر متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر محتوای پرولین برگ در دو رقم ریحان

منابع

۱. اردلانی ح و دانشیان ج (۱۳۹۰) گزارشی از آخرین رهیافت‌های تحقیقاتی شوری بر روی ریحان در کشور. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد واحد ساوه. ۱-۵.

۲. اکبری س، دشتی ف و غلامی ف (۱۳۹۰) گزارشی از آخرین رهیافت‌های تحقیقاتی تنش شوری بر تره ایرانی در کشور. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران. اصفهان. ۱-۳.

۳. امیدبیگی ر (۱۳۷۹) گزارشی از آخرین رهیافت‌های تحقیقاتی بر توانمندی‌های کشور در جهات تولید گیاهان دارویی و داروهای گیاهی. مجموعه مقالات اولین همایش بین المللی طب سنتی و مفردات پزشکی تهران. ۲۷۰-۲۷۵.

۴. امیدبیگی ر (۱۳۸۴) روش‌های تولید و فرآیند گیاهان دارویی. انتشارات به نشر مشهد. ۳۹۷ صفحه.

۵. بیات ح، مردانی ح، آرویی ح و سلاح ورزی ی (۱۳۹۰) تأثیر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دانهال‌های خیار (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۸(۳): ۱-۱۴.

۶. خوشبخت د، رامین ع الف و باغبانها م ر (۱۳۹۱) امکان کاهش اثر تنش شوری در گیاه لوبیا با استفاده از سالیسیلیک اسید. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲(۵): ۱-۱۱.

۷. سپاس خواه الف، امین اسچانی س و ابتهی الف (۱۳۶۴) آبشویی و کنترل نمک در مناطق شور و سدیمی. گزارشی از تحقیقات شماره پنج. دانشکده کشاورزی شیراز. ۴۷ صفحه.

۸. فاموری چ و دیوان م ل (۱۳۸۵) خاک‌های ایران. وزارت کشاورزی و عمران روستایی. سازمان تحقیقات آب و خاک. چاپ دوم. ۳۸۳ صفحه.

۹. هاشمی ش، اسرار ز و پورسیدی ش (۱۳۸۹) اثر پیش

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار بذر توسط سالیسیلیک اسید بر رشد و برخی از شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در شاهی (*Lepidium sativum*). ۲(۲): ۱-۱۰.

10. Abdel F and Gharib L (2006) Effect of Salicylic Acid on the growth, metabolic activities and oil content of Basil and Marjoram. International Journal of Agriculture & Biology. 9(2): 294-301.
11. Arnon AN (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23:112-121.
12. Ashraf M (1989) The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, protein and proline contents of two cultivars of black gram (*Vigna mungo* L.). Plant and Soil. pp. 205-210.
13. Bandurska H and Stroinski A (2005) The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta Physiology Plant. 27: 379-386.
14. Baninasab B and Baghbanha MR (2013) Influence of salicylic acid pre-treatment on emergence and early seedling growth of cucumber (*Cucumis sativus*) under salt stress. International Journal of Plant Production. 7(2): 1-20.
15. Bates IS, Waldern RP and Tear ID (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.
16. Bosch SM, Penuelas J and Liusia J (2007) A deficiency in salicylic acid alters is opened accumulation in water-stressed NahG transgenic Arabidopsis plants. Plant Science. 172(4): 756-762.
17. Demichele DW and Sharpe PJH (1974) A parametric analysis of the anatomy and physiology of stomata. Agricultural Meteorology. 14: 229-241.
18. El-Khallal SM, Hathout TA, Ashour AA and Kerrit AA (2009) Brassinolide and salicylic acid induced growth, biochemical activities and productivity of maize plants grown under salt stress. Journal of Agriculture and Biological Science. 5: 380- 390.
19. El-Tayeb MA (2005) Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 42: 215-224.
20. Eraslan F, Inal A, Pilbeam DJ 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. Plant Growth Regulation. 55: 207-219.
21. Horvath E, Szalai G and Janda T (2007) Induction of a biotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Journal of Plant Growth Regulation. 26: 290-300.
22. Jiang H and Huang B (2001) Drought and heat streets injury to two cool-season turf grass in relation to antioxidant metabolism and lipid per oxidation. Journal of Crop Science. 41: 436-442.
23. Kang HM and Saltveit ME (2002) Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedlings leaves and roots are differently affected by salicylic acid. Physiology Plant Aromatic. 115: 571-576.
24. Korkmaz A, Uzunlu M and Demirkairan AR (2007) Treatment with acetylsalicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiology Plant. 29: 503-508.
25. Koyro HW (2006) Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of potential cash crop halophyte (*Plantago coronopus* L.). Environmental and Experimental Botany. 56: 136-149.
26. Kuzentzov VIV and Shevyakova NI (1999) Proline under stress. Russian Journal of Plant Physiology. 46: 274-287.

www.SID.ir

Archive of SID

27. Larque-Saavedra A (1978) The antitransparent effect of acetylsalicylic acid on *Phaseolus vulgaris* L. Plant Physiology. 43: 126-128.

28. Li N, Parsons BL, Liu DR and Mattoo AK (1992) Accumulation of wound-inducible ACC syntheses transcript in tomato fruit is inhibited by salicylic acid and polyamines. Plant Molecular Biology. 18: 477-487.

29. Lutts S, Kinet JM and Bouharmont J (1996) NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany. 78: 389-398.

30. Munns R and Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651-681.

31. 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 Science. 162: 569-574.

32. Parida AK and Das AB (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Eco toxicology and Environmental Safety. 60: 324-349.

33. Platten JD, Cotsaftis O, Berthomieu P, Bohnert H and Bressan R (2006) Nomenclature for HKT genes, key determinants of plant salinity tolerance. Trends Plant Science. 11: 372-374.

34. Ramin AA (2006) Effects of salinity and temperature on germination and seedling establishment of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal Herbs, Spices & Medicinal Plants. pp. 81-90.

35. Rai VK, Sharma SS and Sharma S (1986) Reversal of ABA-induced stomatal induced closure by phenolic compounds. Journal of Experimental Botany. 37: 129-134.

36. Ritchie SW and Nguyen HT (1990) Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30: 105-111.

37. Sakhabut dinova AR, Fatkahut dinova DR, Bezrukova MV and Shakiorova FM (2003) Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plant. Journal of Physiology Special. 23: 314-319.

38. Sayyari M, Ghavami M, Ghanbari F and Kordi s (2013) Assessment of salicylic acid impacts on growth rate and some physiological parameters of lettuce plants under drought stress conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(17): 1951-1957.

39. Senaranta T, Touchell D, Bunn E and Dixon K (2000) Acetyl salicylic acid and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. Journal of Plant Growth Regulation. 30: 157-161.

40. Singh B and Usha k (2003) Salicylic acid induced physiological and biochemical change in wheat seedling under water stress. Plant Growth Regulation. 39: 137-141.

41. Stevens J, Senaratna T and Sivasithamparam K (2006) Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. Plant Growth Regulation. 49: 77-83.

42. Sudhakar C, Lakshmi A and Giridarakumar S (2001) Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus Alba* L.) under NaCl salinity. Plant Science. 141: 613-619

43. Summart J, Thanonkeo P, Panichajakul S, Prathepha P and McManus MT (2010) Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Khao Dawk Mali 105, callus culture. African Journal of Biotechnology. 9: 145-152.

www.SID.ir

Archive of SID

44. Szepesi A, Csiszar J, Bajkan S, Gemes K, Horvath F, Erdei L, Deer AK, Simon ML and Tari I (2005) Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt-and osmotic stress. Acta Biology. 49: 123-125.

45. Tanji KK (1990) Agricultural salinity assessment and management. ASCe, New York. pp. 619.

46. Tari I, Csiszar J, Szalai G, Horvat F, Pecsvaradi A, Kiss G, Szepsi A, Szabo M and Erdei L (2002) Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. Acta Biological Szegediensis. 46: 55-56.

47. Teulate B, Monneveux P, Werg J, Borriers C, Souyrus I, Charri A and This D (1997) Relationship between relative water content and growth parameters and water stress in barley, a QTL study. New Philologist. 137: 99-107.

48. Tuna LA, Kaya C, Dikilitas M, Yokas I, Burun B and Altulu H (2007) Comparative effects of various salicylic acid derivatives on growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize plants. Pakistan Journal of Botany. 39: 787-798.

49. Verslues PE, Agarwal M, Katiyar S, Agarwal J, Zhu J and Zhu JK (2006) Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, a biotic stresses that affect plant water status. Plant Journal. 45: 523-539.

50. Wang WX, Vinocur B, Shoseyov O and Altman A (2001) Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: physiological and molecular considerations. Acta Horticulture. 560: 285-293.

51. Yildirim E, Turan M and Guvenc I (2008) Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll and mineral content of cucumber grown under salt stress. Journal Plant Nutrition. 31: 593-612.

52. Zehtab-salmasi S, Javanshir A, Omidbaigi R, Alyjari H and Ghassemi-golezani K (2001) Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Acta Agronomical Hungarian. 49: 75–81.

www.SID.ir