اثر سالیسیلیک اسید بر پارامترهای رشد، اسمولیت ها و پتانسیل اسمزی در گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.) تحت تنش شوری

عفت حسین زاد بهبود[۱]، نادر چاپارزاده[۲،۱*] و کمال الدین دیلمقانی[۳]

[۱] تبریز، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، گروه زیست شناسی گیاهی

[۲] تبریز، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، گروه پژوهشی بیوتکنولوژی گیاهان شورپسند

[۳] مرند، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند، گروه زیست شناسی گیاهی

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱۹

چکیده

شوری خاک یک مسئله محیطی جدی است که آثار منفی بر رشد و تولید گیاهان دارد. از سوی دیگر سالیسیلیک اسید یکی از گزینه های موثر برای بهبود اثرات تنش می باشد که اخیرا از آن به عنوان یک شبه هورمون گیاهی یاد شده است. این مطالعه جهت بررسی آثار تنش شوری (۱۸۰ mM) و سالیسیلیک اسید(۰/ ۲ mM) بر پارامترهای رشد و اسمولیت های گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.) صورت گرفت. نتایج نشان دادند که سالیسیلیک اسید و تنش شوری هر دو بر رشد گیاه تاثیر منفی داشتند به طوری که اثر تنش شوری توام با سالیسیلیک اسید روی رشد گیاهان بسیار مشهود بود. تیمار شوری و تیمار شوری به همراه سالیسیلیک اسید موجب افزایش مقدار قندهای محلول در برگ ها و ریشه ها گردید. اگرچه شوری روی محتوای اسیدهای آمینه آزاد تاثیری نداشت ولی تیمار با سالیسیلیک اسید موجب افزایش آن در برگ ها و ریشه ها شد. محتوای پروتئین های محلول در شرایط شوری، کاهش و با تیمار سالیسیلیک اسید افزایش یافت. هر دو تیمار موجب منفی تر شدن پتانسیل اسمزی برگ ها شدند.

واژه های کلیدی: اسمولیت‌ها، رشد، تربچه، شوری، سالیسیلیک اسید

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۴۱۲-۴۳۲۷۵۴۱، پست الکترونیکی nchapar@azaruniv.ac.ir

مقدمه

تنش شوری یکی از مهم ترین عوامل محیطی است که رشد و تولید گیاهان را محدود می کند. شوری با منفی تر کردن پتانسیل اسمزی محلول خاک موجب القای تنش آبی می شود (۲۳). تنش شوری همچنین با افزایش غلظت یون های سمی درون پیکر گیاه منجر به کاهش رشد و تولید گیاه می گردد (۲۲). مقادیر بالای یون های سمی به ویژه Na^+ و Cl^- در سیتوزول، بازدارنده بسیاری از فرایندهای متابولیکی سلولی است و این یون ها در واکوول ها انبار می شوند (۶ و ۲۳). تولید گونه های فعال اکسیژن، تغییر در متابولیسم نیتروژن و کربن، ناپایداری و تخریب غشاهای سلولی، سمیت متابولیکی، ممانعت از فتوسنتز و کاهش جذب مواد غذایی از عواملی هستند که به رویدادهای نامطلوب در گیاه منتهی می شوند (۱۶). تجمع مواد محلول فعال اسمزی مانند کربوهیدرات ها، پروتئین ها و اسیدهای آمینه آزاد طی تنش شوری، به عنوان مکانیسمی موثر در مقاومت به شوری تایید شده است. سازگاری گونه های گیاهی به مقادیر بالای نمک خاک که منجر به منفی تر شدن پتانسیل اسمزی محلول خاک می شود با تولید و تجمع این ترکیبات در گیاهان همراه می گردد (۲۲ و ۲۸). منفی تر شدن پتانسیل اسمزی سلول ها به عنوان مکانیسمی مهم برای ایجاد مقاومت در گیاهان

Archive of SID
www.SID.ir

مورد توجه است. تنظیم روابط آبی و تجمع مواد محلول می تواند به حفظ هومئوستازی، حذف رادیکال های آزاد، پایداری ماکرومولکول های پروتئینی و غشاها کمک کند (۱۶ و ۲۸).

سالیسیلیک اسید یا اورتوهیدروکسی بنزوئیک اسید به عنوان یک ترکیب فنولی، در تنظیم رشد و نمو و جوانه زنی بذرها، فتوسنتز و گلیکولیز، برهم کنش با سایر موجودات و پاسخ به تنش های محیطی گیاهان نقش مهمی ایفا می کند (۱۷ و ۲۹). افزایش مقدار درونی سالیسیلیک اسید در دانه رست های نخود بعد از تیمار با کادمیوم به نقش آنتی اکسیدانی آن نسبت داده شده است (۳۰). کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت برون زا در سویا (۲۰)، برنج (۳۱)، گوجه فرنگی (۳۴) و *Brassica juncea* (۳۵) منجر به افزایش رشد و تغییرات مثبت در شرایط شوری گردیده است.

بر اساس مطالب فوق و نیز با توجه به روند افزایشی اراضی شور و جمعیت جهانی از یک سو و همچنین افزایش نیاز به تولیدات گیاهان زراعی مقاوم به شوری از جمله تربچه و اهمیت کشت آن از سوی دیگر (۱۰)، طی این مطالعه سعی شد که آثار تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر برخی نشانگرهای فیزیولوژیکی گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.) مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش سعی شده فرضیه اثرات بهبود دهندگی سالیسیلیک اسید در شرایط شوری روی گیاهان (منابع بالا) بررسی شود.

مواد و روشها

به منظور بررسی اثر سالیسیلیک اسید و تنش شوری بر گیاه تربچه، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار طراحی شد. بذرهای تربچه (*Raphanus sativus* L.) با هیپوکلریت ۱/۵ درصد ضدعفونی شده و پس از شست و شوی کامل با آب مقطر درون پتری دیش در تاریکی و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از جوانه زنی، دانه رست ها به گلدان های دارای پرلیت انتقال داده شدند. با ظهور اولین برگ، تیمار سالیسیلیک در دو سطح شاهد (۰) و ۰/۲ میلی مولار در طی سه روز توسط محلول غذایی هوگلند اصلاح شده از ریشه اعمال شد. پس از آن اعمال شوری با محلول کلرید سدیم در دو سطح شاهد (۰) و ۱۸۰ میلی مولار در شش روز صورت گرفت. گیاهان بیست روزه، برای اندازه گیری وزن تر (با ۸ تکرار) و دیگر اندازه گیری ها (با ۴ تکرار) مورد استفاده قرار گرفتند.

سنجش پارامترهای رشد: برای هر تیمار ۸ گیاه انتخاب و ریشه ها، برگ ها و ساقه های گیاهان پس از جداسازی برای حذف املاح از سطوح با آب مقطر شسته شدند. با استفاده از کاغذ جاذب رطوبت آب سطحی خشک و وزن تر و خشک اندام ها اندازه گیری شد. سطح برگ‌ها با دستگاه سطح سنج برگی و پارامترهای رشد از روابط زیر تعیین گردیدند. این عمل یکبار قبل از تیماردهی و بار دیگر پس از اتمام دوره تیمار دهی صورت گرفت که به عنوان یک دوره ده روزه در نظر گرفته شد.

Relative Growth Rate (RGR)= $(1/W)(dW/dt)$

Net Assimilation Rate (NAR)= $(1/L_A)(dW/dt)$

Leaf Area Ratio (LAR)= L_A/W

Specific Leaf Area (SLA) = L_A/L_{DW}

Leaf Weight Ratio (LWR)= L_{DW}/W

Leaf water content per unit Area (LWCA)= $(L_{FW}-L_{DW})/L_A$

L_A= سطح برگ، L_{DW}= وزن خشک برگ، L_{FW}= وزن تر برگ، W= وزن خشک گیاه

سنجش محتوای پروتئین های محلول کل: بافت گیاهی تر با بافر TRIS-HCl همگن و بعد از سانتریفیوژ (دمای ۴ درجه سانتیگراد، سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه و مدت ۲۰ دقیقه) مقادیر مشخصی از مایع رویی با معرف برادفورد مخلوط و جذب آن ها در طول موج ۵۹۵ nm تعیین گردید

Archive of SID

www.SID.ir

(۷). با رسم منحنی استاندارد از سرم آلبومین گاوی مقدار نهایی پروتئین های محلول کل براساس میلی گرم بر گرم وزن تر گزارش گردید.

سنجش محتوای اسیدهای آمینه آزاد: بافت گیاهی تر با بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی مول سرد (pH=۷/۵) همگن و بعد از سانتریفیوژ (دمای ۴ درجه سانتیگراد، سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه و مدت ۲۰ دقیقه) مقادیری از مایع رویی با معرف نین هیدرین مخلوط و مدتی در بن ماری جوشان قرار داده شد. بعد از سرد شدن جذب نمونه ها در طول موج ۵۷۰ nm تعیین گردید (۱۵). با رسم منحنی استاندارد از گلیسین مقدار اسیدهای امینه آزاد بر اساس میکروگرم بر گرم وزن تر گزارش گردید.

سنجش محتوای قند های محلول: بافت گیاهی تر با اتانول همگن و بعد از سانتریفیوژ (سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه و مدت ۱۵ دقیقه) مقادیری از مایع رویی با محلول آنترون مخلوط و در بن ماری در حال جوش قرار داده شد. بلافاصله بعد از توقف واکنش در آب یخ جذب نمونه ها در طول موج ۶۲۵ nm تعیین گردید (۳۲). با رسم منحنی استاندارد از گلوکز مقدار قندهای محلول براساس میلی گرم بر گرم وزن تر گزارش شد.

سنجش میزان پتانسیل اسمزی بافت های برگی در حالت عادی و در حالت تورژسانس کامل: شیره سلولی از بافت های برگی پس از انجماد و تخریب و سانتریفیوژ (سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و مدت ۱۵ دقیقه) استخراج و اسمولالیته با استفاده از روش انجمادی (OSMOMAT 030 GONOTEC) تعیین گردید. برای محاسبه پتانسیل اسمزی از معادله وانتهوف استفاده گردید. برای اندازه گیری پتانسیل اسمزی در حالت تورژسانس کامل روش بالا اعمال گردید ولی برگ ها برای به دست آوردن محتوای نسبی آب ۱۰۰٪ چند ساعت در محیط سرد در آب مقطر قرار داده شدند (۸).

تجزیه و تحلیل آماری: برای انجام تجزیه های آماری از نرم افزار SPSS و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ در صد جداگانه برای برگ ها و ریشه ها انجام شد.

جدول ۱- مقادیر سطح برگ، RGR، LAR، SLA، LWR، LWCA، پتانسیل اسمزی و پتانسیل اسمزی در حالت تورژسانس کامل. مقادیر میانگین ۴ تکرار ± انحراف معیار هستند. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح $P<0.05$ می‌باشد.

	شاهد	کلرید سدیم	سالیسیلیک‌اسید	سالیسیلیک
سطح برگ(cm^2)	۷/۳۸ ± ۰/۷۲^{a}	۶/۳۰ ± ۰/۸۲^{b}	۵/۲۷ ± ۰/۸۷^{c}	۶/۵۶ ± ۱/۱۶^{b}
RGR ($Kg\ Kg^{-1}\ day^{-1}$)	۰/۰۸۱ ± ۰/۰۰۳^{a}	۰/۰۷۸ ± ۰/۰۰۴^{ab}	۰/۰۷۶ ± ۰/۰۰۴^{bc}	۰/۰۷۴± ۰/۰۰۳^{c}
NAR ($Kg.m^{-2}\ d^{-1}$)	۰/۰۰۴۶ ± ۰/۰۰۰^{a}	۰/۰۰۴۷ ± ۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۰۴۹ ± ۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۰۳۳ ± ۰/۰۱۳^{b}
LAR ($m^2.Kg^{-1}$)	۱۷/۹۵۱ ± ۳/۱۸۹^{b}	۱۷/۷۶۲ ± ۴/۲۹^{b}	۱۶/۳۴۶ ± ۳/۸۶۸^{b}	۲۲/۲ ± ۳/۴۳۹^{a}
SLA ($m^2.Kg^{-1}$)	۶۶/۷۰۶ ± ۹/۶۱^{b}	۷۲/۹۰۶ ± ۱۴/۳۵^{b}	۷۹/۱۴۴ ± ۱۵/۳۴^{b}	۱۰۵/۱۶۷ ± ۳۲/۹۵^{a}
LWR ($Kg\ Kg^{-1}$)	۰/۲۷۳ ± ۰/۰۵۸^{a}	۰/۲۴۵ ± ۰/۰۴۶^{ab}	۰/۲۱۲ ± ۰/۰۶۵^{b}	۰/۲۲۵ ± ۰/۰۶۲۵^{ab}
LWCA ($Kg.m^{-2}$)	۰/۱۵۷ ± ۰/۰۱۴^{a}	۰/۱۶۴ ± ۰/۰۲۴^{a}	۰/۱۶۴ ± ۰/۰۳۴^{a}	۰/۱۴۸ ± ۰/۰۴۱^{a}
پتانسیل اسمزی (MPa)	-۰/۶۰۲ ± ۰/۰۲^{a}	-۰/۷۰۲ ± ۰/۰۶^{b}	-۰/۶۱۲ ± ۰/۰۲^{a}	-۰/۶۹۷ ± ۰/۰۵^{b}
پتانسیل اسمزی در حالت تورژسانس	-۰/۲۵۶± ۰/۰۱^{a}	-۰/۴۱۳ ± ۰/۰۳^{c}	-۰/۳۱۷ ± ۰/۰۳^{b}	-۰/۴۷۲ ± ۰/۰۳^{d}

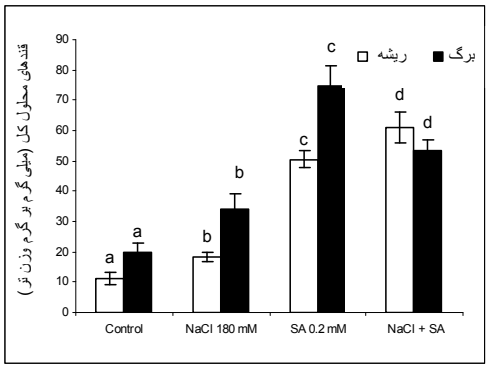
Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

تجزیه و تحلیل رشد: با توجه به جدول ۱ تیمار شوری، تیمار سالیسیلیک اسید و نیز تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید آثار متفاوت در پارامترهای رشد نشان دادند. عدم تاثیر معنی دار شوری روی RGR و کاهش معنی دار آن در تیمار سالیسیلیک اسید مشهود است. در حالیکه RGR و NAR به صورت معنی دار تحت تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید کاهش یافتند ولی SLA و LAR افزایش معنی داری نشان دادند. LWCA تحت هیچ کدام یک از تیمار ها تغییر نیافت.

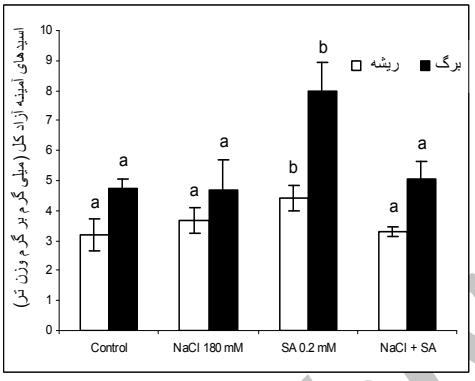
پتانسیل اسمزی بافت های برگی در حالت عادی و در حالت تورژسانس کامل : تیمار سالیسیلیک اسید پتانسیل اسمزی در حالت تورژسانس کامل را منفی تر نمود. این در حالی بود که هیچ تغییری در پتانسیل اسمزی برگ در حالت عادی به وجود نیاورد. تیمار شوری و تیمار شوری به همراه سالیسیلیک اسید پتانسیل اسمزی **در حالت عادی و در حالت تورژسانس کامل** را به صورت معنی دار منفی تر نمود (جدول ۱).



شکل ۱- محتوای قندهای محلول کل در برگ ها و ریشه ها. مقادیر میانگین ۴ تکرار ± انحراف معیار هستند. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح $P<0.05$ است.

قندهای محلول کل: میزان قندهای محلول کل در تیمار با سالیسیلیک اسید در برگ و ریشه به صورت معنی دار افزایش یافت. تیمار شوری و تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید نیز نتایج مشابهی در پی داشتند (شکل۱). بر خلاف تیمار های دیگر و شرایط شاهد میران قند های محلول ریشه ها در تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید بیشتر از برگ ها بود.

اسیدهای آمینه آزاد کل: میزان اسیدهای آمینه آزاد در تیمار با سالیسیلیک اسید در برگ و در ریشه به صورت معنی دار افزایش یافت. این درحالی است که شرایط شوری تغییری در میزان اسیدهای آمینه آزاد کل برگ و ریشه به وجود نیاورد. و تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید نیز نتایج مشابه با نتایج تنش شوری را به همراه داشت (شکل۲).



شکل ۲- محتوای اسیدهای آمینه آزاد کل در برگ ها و ریشه ها. مقادیر میانگین ۴ تکرار ± انحراف معیار هستند. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح $P<0.05$ است.

پروتئین های محلول کل: میزان پروتئین های محلول کل در برگ، تحت تیمار سالیسیلیک اسید تغییری نیافت در صورتیکه در ریشه به صورت معنی دار افزایش یافت. تیمار شوری میزان این دسته از ترکیبات را در برگ و ریشه به صورت معنی دار کاهش داد. تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید میزان پروتئین های محلول کل در مقایسه با شاهد در برگ کاهش و در ریشه افزایش یافت (شکل۳).

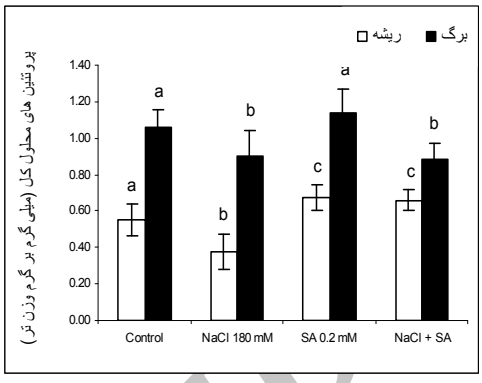
بحث

رشد: با توجه به داده های جدول ۱ تنش شوری باعث کاهش معنی دار در مقدار RGR نشد ولی این تاثیر در

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار سالیسیلیک اسید و تیمار شوری همراه سالیسیلیک اسید معنی دار است.



شکل ۳- محتوای پروتئین های محلول کل در برگ ها و ریشه ها. مقادیر میانگین ۴ تکرار ± انحراف معیار هستند. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح $P<0.05$ است.

به دلیل اینکه RGR حاصلضرب NAR و LAR می باشد لذا تاثیر دو فاکتور اخیر می تواند در مقدار RGR نمود پیدا کند. داده ها حاکی است که تنها در تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید مقادیر NAR و LAR تغییر معنی دار پیدا کرده است. در این تیمار کاهش زیاد NAR بیانگر تاثیر پذیری زیاد رشد از فرایندهای فتوسنتز و تنفس است. LAR حاصل عملکرد مشترک SLA و LAR می باشد که داده های جدول ۱ نشانگر تاثیر مثبت LAR روی RGR به ویژه در تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید است که تاثیر به طور عمده از طریق SLA می باشد اگرچه در تیمار سالیسیلیک اسید تنها LWR کاهش معنی دار پیدا کرده است. SLA میزان سطح برگ یک گیاه را بر اساس وزن خشک برگ ها را نشان می دهد. در یک گیاه کاهش SLA با تشکیل برگهای ضخیم ولی افزایش SLA با تشکیل برگ های نازک همراه است. در این مطالعه افزایش مقدار SLA در تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید بیانگر تغییر در ضخامت برگ هاست. با وجود کاهش سطح برگ ها افزایش SLA بیانگر تاثیر زیاد کاهش ماده خشک برگ ها در مقایسه با سطح برگ هاست. LWR میزان اختصاص ماده خشک به برگ ها را در مقایسه با کل گیاه را نشان می دهد. در این مطالعه تیمار ها نقش منفی روی LWR اعمال کرده اند که این تاثیر در تیمار سالیسیلیک اسید معنی دار ظاهر شده است. کاهشی که در این مطالعه در سطح برگ تیمارها به دست آمد از اولین واکنش هایی است که در گیاهان در پاسخ به تنشی مشاهده می شود (۸، ۹ و۲۴). شوری و تیمار سالیسیلیک اسید هر دو به تنهایی در این مطالعه تاثیر منفی روی رشد داشتند و به نظر می رسد در تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید اثرات آنها روی رشد (RGR) افزایشی بوده است. در شرایط شوری خشکی فیزیولوژیکی، سمیت و عدم تعادل یونی به کاهش فعالیت های متابولیکی و در نهایت کاهش رشد گیاه منتهی می شود (۲۲). از طرفی تنش اکسیداتیو از پیامدهای تیمار شوری است که با افزایش رادیکال های اکسیداتیو با آسیب به دستگاه فتوسنتزی و پروتئین سازی تاثیر منفی بر رشد و تولید را مضاعف می کنند (۵).

در ارتباط با سالیسیلیک اسید نتایج حاصل با نتایج اعمال سالیسیلیک اسید بر *Brassica juncea* منطبق است که در آن غلظت های بالای این ترکیب منجر به تخریب و مقادیر اندک آن منجر به ارتقای وضعیت گیاه گردید (۱۲). بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که سالیسیلیک اسید اثر دوگانه ای بر متابولیسم گیاه دارد. این ترکیب در غلظت های پایین به صورت یک آنتی اکسیدان، با فعال نمودن و افزایش آنزیم های آنتی اکسیدان، گونه های فعال حاصل از تنش اکسیداتیو را جاروب کرده و منجر به بهبود وضعیت حاصل از تنش می گردد (۱ و ۲۶). اما در مقابل، در غلظت های بالا، نه تنها به عنوان آنتی اکسیدان عمل نمی کند بلکه به عنوان یک اکسیدان با ایجاد تنش اکسیداتیو (داده ها نشان داده نشده اند) و تاثیر براجزای سلولی به نتایج منفی در گیاه منتهی می گردد (۱۲ و ۱۳).

عدم تغییر در RGR تحت تنش شوری مقاومت این گیاه را در برابر شوری نشان می دهد. همان طور که در جدول ۱

Archive of SID

www.SID.ir

آمده است این تنش در میزان NAR, LWCA, LWR, LAR, SLA, نیز تاثیری نداشت.

قندهای محلول کل: افزایش قندهای محلول در تنش شوری در حفاظت و تنظیم اسمزی، ذخیره کربنی، جاروب رادیکال‌های آزاد، حفاظت از غشاها و پروتئین های سلول های در معرض شوری و کاهش تجمع پروتئین های واسرشته نقش بسزایی دارد (۲۲). هم چنین گزارش شده است طی تنش شوری میزان آنزیم سوکروز فسفات سنتاز و آنزیم های تجزیه کننده نشاسته در اندام هوایی و نیز در ریشه افزایش می یابد. این روند با افزایش غلظت کلرید سدیم القا شده و به تجزیه نشاسته و افزایش قندها می انجامد (۱۱). طبق شکل۱، میزان قندهای محلول برگ و ریشه طی تیمار سالیسیلیک اسید و تنش شوری افزایش یافت که با نتایج به دست آمده در برگ ها و ریشه *Oryza sativa* مشابه می باشد (۲۷).

افزایش قندهای محلول طی تیمار سالیسیلیک اسید و نیز تیمار این ترکیب همراه با تنش شوری در ذرت نیز گزارش شده است(۲۱). در گزارش هایی که سالیسیلیک اسید به عنوان عامل بهبود دهنده آمده است، گمان می رود افزایش قند به دلیل افزایش میزان کلروفیل و متعاقب آن افزایش بازده دستگاه فتوسنتزی باشد (۲۱ و ۳۵). اما در این پژوهش با توجه به آثار مخرب سالیسیلیک اسید افزایش میزان قندهای محلول را می‌توان با اثر تحریکی سالیسیلیک اسید بر آنزیم های تجزیه کننده نشاسته توجیه نمود.

اسیدهای آمینه آزاد کل: اسیدهای آمینه ای که طی تنش شوری به سرعت تجمع می یابند تنظیم اسموتیکی را به عهده داشته و به عنوان منابع در دسترس برای نیتروژن و کربن به حساب می آیند (۱۸). با توجه به شکل۲، تیمار شوری و تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید تغییری در میزان اسیدهای آمینه به وجود نیاوردند. به نظر می رسد کاهش محتوای پروتئین های محلول برگ ها و ریشه ها در شرایط شوری (شکل۳) منجر به ممانعت سنتز پروتئین ها گشته که به دنبال آن تغییری در میزان اسیدهای آمینه آزاد دیده نمی شود.

مشابه نتایج به دست آمده در این پژوهش ، تیمار سالیسیلیک اسید به افزایش محتوای اسیدهای آمینه در باقلا منتهی شده است. این اسمولیت ها با افزایش فشار اسمزی سیتوپلاسم و افزایش شارش آب به داخل سلول در بافت ها و اندام های مختلف می تواند منجر به بهبود آثار منفی حاصل از تنش گردد (۴). با توجه به جدول ۱ و آثار منفی سالیسیلیک اسید بر پارامترهای رشد به نظر می‌آید گیاه راهبردی را در پیش گرفته است تا بتواند با افزایش اسمولیت ها و بهبود شرایط آبی از تاثیر منفی هر چه بیشتر سالیسیلیک اسید ممانعت کند.

پروتئین های محلول کل: با مراجعه به نتایج به دست آمده در شکل ۳، تنش شوری میزان پروتئین‌های محلول در برگ ها و ریشه ها را کاهش داد. تنش شوری به صورت منفی بر متابولیسم پروتئین تاثیر می گذارد. این کاهش می تواند به دلیل کاهش سنتز پروتئین، تسریع پروتئولیز، کاهش در اسیدهای آمینه فراهم و یا واسرشته شدن آنزیم های در گیر در سنتز پروتئین باشد (۲۵). از سوی دیگر، سطوح بالای سدیم و نسبت بالای سدیم به پتاسیم در طی تنش شوری، واکنش های آنزیمی مختلفی را در سیتوپلاسم تحت تاثیر قرار می دهند. گزارش هایی وجود دارد که حساسیت به شوری با نسبت بالای سدیم به پتاسیم سیتوزولی ارتباط مستقیم دارد (۵). پتاسیم بیش از ۵۰ آنزیم را فعال کرده و عنصری مهم در سنتز پروتئین به شمار می آید (۲۲). بنابراین کاهش در محتوای پروتئین ها را می توان به عنوان اثر مخرب سدیم در نظر گرفت که با تاثیر منفی بر آنزیم های موثر در سنتز پروتئین منجر به کاهش محتوای آن شده است. نتایج مشابه در *Raphanus sativus* (۲۵) و *Phaseolus vulgaris* (۱۹) نیز مشاهده شده است.

مطابق با شکل ۳، افزایش پروتئین های محلول توسط سالیسیلیک اسید و نیز تیمار شوری همراه با سالیسیلیک

Archive of SID

www.SID.ir

اسید در ریشه مشاهده می شود. تاثیر افزایشی در مقدار پروتیئن های برگ های گیاه فلفل در تیمار با سالیسیلیک نیز گزارش شده است (۲). سالیسیلیک اسید در تولید پروتئین های دفاعی و انواع متفاوتی از کینازها و روبیسکو تاثیرگذار می باشد (۲۸). احتمال می رود سالیسیلیک اسید بتواند با تاثیر بر آنزیم های مسیر سنتزی و یا تجزیه پروتئین ها در افزایش میزان پروتئین ها دخالت داشته باشد.

پتانسیل اسمزی در حالت عادی و در حالت تورژسانس کامل: منفی تر شدن پتانسیل اسمزی همراه با افزایش تجمع مواد محلول، به عنوان مکانیسمی مهم برای ایجاد مقاومت در گیاهان مورد توجه است. افزایش فشار اسمزی در گیاهان تحت تنش می تواند نتیجه تجمع یون‌هایی مانند سدیم، کلر و غیره و یا در نتیجه تجمع اسمولیت های آلی باشد. تنظیم اسمزی روابط آبی و تجمع مواد محلول می تواند به حفظ هومئوستازی، حذف رادیکال های آزاد، پایداری پروتئین ها و غشاها کمک کند (۱۶ و ۲۷).

در مطالعه حاضر پتانسیل اسمزی و پتانسیل اسمزی در حالت تورژسانس کامل در شرایط شوری و تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید منفی تر شد. در شرایط شوری، منفی تر شدن پتانسیل اسمزی و پتانسل اسمزی در حالت تورژسانس کامل در گیاهان دیگر نیز مشاهده شده است (۱۱ و ۱۴). افزایش در غلظت نمک محیط به افزایش اسمولالیته برگ منتهی می شود که انعکاسی از افزایش یون‌ها در بافت ها می باشد. در هالوفیت های دولپه ای تنظیم روابط آبی و توانایی منفی تر کردن پتانسیل اسمزی عوامل تعیین کننده پاسخ های رشد هستند (۳). منفی تر شدن پتانسیل اسمزی برگ ها در تیمار شوری همراه با سالیسیلیک اسید را نیز می توان به تجمع یون ها و مواد محلول همچون پرولین (۳۳)، قندهای محلول های و غیره نسبت داد.

به عنوان نتیجه گیری کلی می توان گفت در شرایط این تجربه استفاده از سالیسیلیک اسید برخلاف انتظار نه تنها تاثیر مثبتی بر بیشتر پارامترهای مورد نظر نداشت بلکه آثار حاصل از شوری را نیز شدت بخشید. بنابراین احتمال دارد این ترکیب در یک حالت وابسته به گونه گیاهی، غلظت مورد استفاده و برهمکنش با نوع تنش عمل نماید. تعیین غلظت مناسب از این ترکیب جهت تیمار و ارتقای کیفیت و ایجاد مقاومت در گیاه در برابر تنش های محیطی بسیار ضروری به نظر می آید. با توجه به نتایج حاصل از پتانسیل اسمزی، گیاه تربچه برای کاستن از اثرات شوری با منفی تر کردن پتانسیل اسمزی در روابط آبی ایجاد تغییر می کند تا مقاومت نسبی به شوری داشته باشد.

منابع

۱. شبانی ل.، احسان پور ع. ا.، ۱۳۸۸، القاء آنزیمهای آنتی اکسیدان، ترکیبات فنولیک و فلاونوئید در کشت در شیشه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) با استفاده از متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید، مجله زیست شناسی ایران، ۲۲ (۴): ۶۹۱-۷۰۳.

۲. مهدویان ک.، قربانلی م.، منوچهری کلانتری خ.، احمدی موسوی ع.، ۱۳۸۷، اثر سالیسیلیک اسید در تخفیف اثرات باندهای مختلف پرتو فرابنفش بر جوانه زنی و سایر پارامترهای رشد گیاه فلفل (*Capsicum annuum* L.)، مجله زیست شناسی ایران، ۲۱ (۵): ۸۱۹ – ۸۲۸.

3. Ajmal Khan, M., Ungar, I.A. and Showalter, A.M. (2000) The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. Journal of Arid Environments 45: 73–84.

4. Azooz, M. (2009) Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. International Journal of Agriculture and Biology 11: 343–350.

5. Bhutta, W.M. (2011) Antioxidant activity of enzymatic system of two different wheat

Archive of SID
www.SID.ir

(*Triticum aestivum* L.) cultivars growing under salt stress. Plant, Soil and Environment 57:101–107.

6. Blumwald, E., Aharon, G.S. and Apse, M.P. (2000) Sodium transport in plant cells. Biochimica et Biophysica Acta 1465: 140-151.
7. Bradford, M.M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye Binding. Analytical Biochemistry 72:248-254.
8. Chaparzadeh, N., Khavari-nejad, RA., Navari-Izzo, F. and Izzo, R. (2003) Water relations and ionic balance in *Calendula officinalis* L. under salinity conditions. Agrochimica 47: 69-79.
9. Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. (2000) Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Scientia Horticulturae 86 247-260.
10. Curtis, I.S. (2003) The noble radish: past, present and future. Trends in Plant Science 8: 305–307.
11. Dubay, R.S. and Singh, A.K. (1999) Salinity induces accumulation of soluble sugars and alter the activity of sugar metabolizing enzymes in rice plants. Biologia Plantarum 42: 233- 239.
12. Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. (2003) Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41: 281-284.
13. Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S.A.M. and Allahdadi, I. (2011) The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science 5:726-73
14. Gimeno, V., Syvertsen, J.P., Nieves, M., Simo, I., Martınez, V. and Garcıa-Sanchez, F. (2009) Additional nitrogen fertilization affects salt tolerance of lemon trees on different rootstocks. Scientia Horticulturae 121: 298–305.
15. Harding, V.J. and Maclean, R.M. (1916) The ninhydrin reaction with amines and amides. Journal of Biological Chemistry 25: 337-350.
16. Hasegava, P.M., Bressan, R.A., Kung Zhu, J. and Bohnert, H.J. (2000) Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 51:463–99.
17. Hayat, Q., Hayat, S., Irfana, M. and Ahmad, A. (2010) Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environmental and Experimental Botany 68: 14–25.
18. Kaya, C., Tuna, A.L., Ashraf, M. and Altunlu, H. (2007) Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Environmental and Experimental Botany 60: 397–403.
19. Khadri, M., Tejera, N.A. and Lluch, C. (2007) Sodium chloride–ABA interaction in two common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars differing in salinity tolerance. Environmental and Experimental Botany 60: 211–218.
20. Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D.L. (2003) Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology, 160: 485–492.
21. Khodarry, S.E.A. (2004) Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology 6:5-8.
22. Kumer Parida, A. and Bandhu Dasa, A. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60:324-349.
23. Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005) Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics 444: 139–158.
24. Marcelis, L.F.M. and Hooijdonk, J.V. (1999) Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.). Plant and Soil 215: 57-64.
25. Muthukumarasamy, M., Dutta Gupta, S. and Panneerselvam, R. (2000) Influence of triadimefon on the metabolism of NaCl stressed radish. Biologia Plantarum 43:67-72.
26. Mutlu, S., Atici, O., and Nalbantoglu, B. (2009) Effects of salicylic acid and salinity on apoplastic antioxidant enzymes in two wheat cultivars differing in salt tolerance. Biologia Plantarum 34: 334-338
27. Nemati, I., Moradi, F., Gholizadeh, S., Esmaeili, M.A. and Bihamta, M.R. (2011) The effect of salinity stress on ions and soluble sugars distribution in leaves, leaf sheaths and roots of rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. Plant, Soil and Environment 57: 26–33.
28. Parvaiz, A. and Satyawati, S. (2008) Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. Plant, Soil and Environment 54: 89-99.

Archive of SID

www.SID.ir

29. Popova, L., Pancheva T. and Uzunova, A. (1997) Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. Bulgarian Journal of Plant Physiology 23:85–93.

30. Popova, L.P., Maslenkova, L.T., Yordanova, R.Y., Ivanova, A.P., Krantev, A.P., Szalai, G., Janda T. (2009) Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 47:224-231.

31. Razack Mohammed, A. and Tarpley, L. (2011) Characterization of rice (*Oryza sativa* L.) physiological responses to α-tocopherol, glycine betaine or salicylic acid application. Journal of Agricultural Science 3: 3-13.

32. Roe, J.H. (1955) The determination of sugar in blood and spinal fluid with anthrone reagent. Journal of Biological Chemistry 212: 335-346.

33. 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. Bulgarian Journal of Plant Physiology, special issue, 314–319

34. 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.

35. Yusuf, M., Aiman Hasan, S., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q. and Ahmad, A. (2008) Effect of Salicylic Acid on Salinity-induced Changes in *Brassica juncea*. Journal of Integrative Plant Biology 50: 1096–1102.

Effect of salicylic acid on growth parameters, osmolytes and osmotic potential in radish (*Raphanus sativus* L.) under salt stress

Hosseinzad Behboud E.[1], Chaparzadeh N.[1,2] and Dilmaghani K.[3]

[1]Plant Biology Dept., Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, I.R. of Iran

[2]Halophyts Biotechnology Center, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, I.R. of Iran

[3] Plant Biology Dept., Marand Branch-Azad Islamic University, Marand, I.R. of Iran

Abstract

Soil salinity is a serious environmental problem that has negative effect on plants growth and production. On the other hand, salicylic acid is one of strong candidates for stress ameliorators that have been recently recognized as a plant hormone like substance. This study was conducted to investigate effects of salt stress (180 mM) and salicylic acid (0.2 mM) on growth parameters and osmolytes in radish (*Raphanus sativus*) plant. Results released that salicylic acid and salt stress had negative effect on growth parameters. The effect of salt stress with salicylic acid on growth of plants was obvious. Salt stress and also salicylic acid increased soluble sugars of leaves and roots. Whereas salt stress didn't have any effect on amino acids, salicylic acid caused to increase that in leaves and root tissues. Content of soluble proteins decreased under salt stress and increased by salicylic acid treatment. Both of treatments caused more negative osmotic potential.

Key words: Osmolytes, Growth, Radish (*Raphanus sativus* L.), Salinity, Salicylic acid

Archive of SID

www.SID.ir