اثر سالیسیلیک اسید بر برخی پارامترهای رشد و بیوشیمیایی گیاه گندم و ذرت تحت تنش شوری در شرایط آزمایشگاهی

زهرا داش آقا[۱*]، مریم مظاهری تیرانی[۲] و محدثه قاسمی خوراسگانی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۷)

چکیده

در این پژوهش تفاوت مقاومت دو گیاه گندم (c3) و ذرت (c4) در برابر تنش شوری بررسی شد. تحقیقات انجام شده روی تنش‌های محیطی نشان می‌دهد که تنش‌ها به‌عنوان عوامل محدودکننده تولیدات گیاهی به شمار می‌روند و برخی از ترکیبات فنلی نظیر سالیسیلیک اسید در بهبود یا تخفیف اثرات سوء تنش‌ها به‌کار می‌روند. در این تحقیق گیاهان درون گلدان‌های پلاستیکی کاشته شدند و پس از دو هفته به گیاهان تیمار سالیسیلیک اسید با غلظت ۱ میلی‌ملار در رو روز متوالی روی برگ‌ها اسپری شد و هفت روز بعد تنش شوری در سه سطح ۰و۱۰و۱۵ دسی زیمنس بر متر به گیاهان داده شد. سپس اثر تیمار روی تنش شوری در هر دو گیاه، برای برخی خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی بررسی شد. در آزمایش‌های بیوشیمیایی، پراکسیداسیون لیپیدها تحت تنش شوری و تیمار سالیسیلیک اسید در گندم افزایش داشته که نشان‌دهنده تأثیر تنش شوری بر گیاه و فعال شدن مکانیسم‌های دفاعی بوده اما این عوامل در ذرت کاهش داشته است. علاوه بر این افزایش میزان کلروفیل کل و فلاونوئیدها در گندم و کلروفیل b در گندم و ذرت نشان‌دهنده نقش این رنگریزه‌ها در فرونشاندن رادیکال پراکسید هیدروژن و سایر گونه‌های اکسیژن فعال است که این افزایش در گیاه ذرت چشمگیر نبوده است. بنابراین استفاده از سالیسیلیک اسید برای رفع آسیب اکسایشی در گیاه گندم توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای بیوشیمیایی، مورفولوژیکی، سالیسیلیک اسید، شوری

۱.گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، اصفهان

۲. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: zdashagha@yahoo.com

مقدمه

گیاهان هم در شرایط طبیعی و هم در شرایط آزمایشگاهی مکرراً در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند. برخی از عوامل محیطی مانند دمای ماکزیمم ومینیمم هوا، کمبود رطوبت خاک و وجود املاح بیش از ظرفیت گیاه را عوامل تنش‌زا می‌نامند.(۱۷ و ۱۸) تنش‌ها در تعیین نحوه گسترش گونه‌های گیاهی نقش مهمی دارند. مقدار آب، نوع خاک، غلظت یون سدیم و دیگر یون‌های خاص از مؤلفه‌ها اصلی شوری می‌باشند، که ریشه با آن مواجه است. ژنوتیپ گیاه، شرایط آب و هوایی، نوع و ترکیبات خاک، نوع آبیاری و عملیات زراعی تعیین‌کننده درجه حساسیت گیاهان به شوری است(۱۳). ژنوتیپ‌های مختلف گیاهان دارای درجات مقاومت متفاوت نسبت به شوری است.(۱) بقاء و موفقیت گیاهان تحت شرایط شوری مستلزم انتقال بهتر آب از طریق ریشه و سیستم آوندی مناسب، دارا بودن سازکارهای نشت و انتقال عناصر غذایی به قسمت‌های هوایی گیاه و هم‌چنین مقاومت در مقابل از دست دادن آب می‌باشد.گیاهان زراعی به جز تعداد کمی از آنها، بهترین رشد خود را در غلظت‌های پایین نمک در اطراف ریشه‌ها دارند(۱۴).

سالیسیلیک اسید دراغلب گیاهان به‌صورت طبیعی وجود دارد و در بیش از ۳۴ گونه شناسایی شده است. سالیسیلیک اسید بر بسیاری از روندهای فیزیولوژی سلول اثر می‌گذارد (۶). در نهایت در سال ۱۹۹۲ راسکین سالیسیلیک اسید را به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی معرفی کرد (۱۶). سالیسیلیک اسید، هورمونی گیاهی است که نقشی مهمی در تعدادی از فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه، نظیر کنترل تنفس، بسته شدن روزنه‌ها، جوانه‌زنی دانه، رسیدن میوه، گلیکولیز، گلدهی و تولید گرما ایفا می‌کند (۲ و ۸). سالیسیلیک اسید یک مولکول علامت‌دهنده مهم در پاسخ‌های گیاهان در برابرتنش‌های محیطی محسوب می‌شود. تیمار گیاهان با استیل سالیسیلیک اسید (یکی از مشتقات سالیسیلیک اسید) اثرات ناشی از شوری و خشکی را در گندم بهبود می‌بخشد (۴ و ۶). با توجه به این‌که تنش شوری به‌عنوان یک عامل مهم محدودکننده در تولیدات گیاهی است. بنابراین مقابله با این تنش‌ها به‌صورت‌های مختلفی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق به بررسی نقش سالیسیلیک اسید بر تنش شوری در دو گیاه گندم دارای متابولیسم C_3 (اولین ترکیب پایدار حاصل تثبیت کربن، یک ترکیب سه کربنه است) و گیاه ذرت دارای متابولیسم C_4 (اولین ترکیب پایدار حاصل تثبیت کربن، یک ترکیب چهار کربنه است) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه بذرهای موردنیاز

تهیه واریته رقم گیاه گندم رقم (الوند) و بذر گیاه ذرت رقم (۷۰۴) ازمرکز تحقیقات اصفهان انجام شد.

کشت گیاه در گلدان

پنج بذر سالم از گیاهان ذرت و گندم را جداگانه در گلدان‌هایی به قطر شانزده سانتی‌متر حاوی خاک با نسبت‌های خاک: شن: خاک برگ (۱:۲:۱) در شرایط گلخانه کشت و گلدان‌ها به طریقی آبیاری شدند که خاک آنها همیشه مرطوب بماند. در ضمن هفته‌ای یک بار به گلدان‌ها محلول غذایی Long-Ashton با رقت ۱/۲ به میزانcc ۷به هر گلدان داده شد، پس از جوانه‌زنی، تعداد گیاهان هر گلدان به سه گیاه کاهش یافت.

نحوه اعمال تیمارها

دو هفته بعد از رویش گیاهان تیمار سالیسیلیک (. و ۱ میلی‌مول)به اضافه یک قطره۱۰۰ - tritron x به مقدار یکصدم درصد روی گیاهان اسپری شد و قبل از شروع تنش شوری همه گیاهان روزانه آبیاری می‌شدند. سپس تیمارهای شوری (در سه سطح ۰و ۱۰و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) اعمال گردید. دو هفته پس از اعمال تیمار شوری در مرحله رویشی گیاه (عملکرد و شرایط مناسب مرحله رویشی، برفاز زایشی تأثیر مثبت می‌گذارد)، پارامترهای رشد و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شد.

مطالعه صفات رشد

اندازه‌گیری وزن تر (FW) اندام هوایی و ریشه گیاهان و محاسبه محتوای آبی اندام هوایی

پس از جدا کردن اندام هوایی و ریشه از یکدیگر، وزن هریک برحسب گرم با ترازوی Sartorius مدل BPSIID با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در فویل آلومینیومی پیچیده شده و به‌مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد تا وزن خشک ثابت به‌دست آید. آنگاه وزن خشک نمونه‌ها با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ

برای تعیین محتوای آب نسبی (RWC)، گلدان‌های حاوی گیاهان به محیط آزمایشگاه آورده شدند، برگ‌های قطع شده از گیاهان بلافاصله برای تعیین وزن تر(FW) وزن گردیدند، سپس برگ‌ها در آب مقطر درون پتری دیش در بسته شناور شدند و به‌مدت ۶ ساعت در تاریکی برای ایجاد تورژسانس کامل قرار داده شدند. سپس رطوبت سطح برگ‌ها توسط کاغذ صافی گرفته شد و پس از تعیین وزن در تورگر کامل(TW)، نمونه‌ها ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای حصول وزن خشک(DW) قرار گرفتند.

مطالعات بیوشیمیایی

سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید

برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید از روش لیکتنچالر استفاده شد. ۰/۲ گرم از برگ‌های تازه گیاه در هاون چینی که حاوی ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد بود سائیده شد و پس از صاف کردن با کاغذ صافی جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل cary50 ساخت آلمان در طول موج‌های، ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲۰، ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. جهت تنظیم دستگاه استن ۸۰ درصد مورد استفاده قرار گرفت. غلظت رنگیزه‌ها با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد.

$$Chla = (۱۲/۲۵A_{۶۶۳/۲} - ۲/۷۹A_{۶۴۶/۸})$$

$$Chlb = (۲۱/۲۱A_{۶۴۶/۸} - ۵/۱A_{۶۶۳/۲})$$

$$ChlT = Chla + chlb$$

$$Car = \left(\frac{(۱۰۰۰A_{۴۷۰} - ۱/۸Chla - ۸۵/۰۲Chlb)}{۱۹۸}\right)$$

در این فرمول Chla، Chlb، ChlT و Car به‌ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها (شامل کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها) می‌باشد. غلظت برحسب $mg.\ ml^{-1}$ عصاره گیاهی تعیین گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی برحسب گرم وزن تر محاسبه و ارائه شدند.(۱۰)

سنجش مقدار پراکسیداسیون چربی‌ها

برای سنجش مقدار پراکسیداسیون چربی‌های غشاء غلظت مالون‌دآلدئید و سایرآلدئیدهای حاصل از این واکنش اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری غلظت مالون‌دآلدئید (MDA)

اندازه‌گیری غلظت مالون‌دآلدئید (MDA) به روش هس و پاکر انجام شد. طبق این روش ۰/۲ گرم از بافت تازه برگی توزین شد و در هاون چینی حاوی ۵ میلی‌لیتر اسید تری کلرواستیک (TCA) ۰/۱ درصد سائیده شد. عصاره حاصل با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ شد. به ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ، ۴ میلی‌لیتر محلول TCA ۴۰ درصد که حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتوریک اسید (TBA) بود اضافه شد. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد حمام آبگرم حرارت داده شد. سپس بلافاصله در یخ سرد شد و دوباره مخلوط به‌مدت۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ گردید. شدت جذب این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. ماده مورد نظر برای جذب در این طول موج کمپلکس قرمز (MDA-TBA) است، جذب بقیه رنگیزه‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کسر گردید. برای محاسبه غلظت MDA از ضریب خاموشی معادل $۱/۵۶ \times ۱۰^{۵}\ Mcm^{-۱}$ استفاده شد و نتایج حاصل از

اندازه‌گیری برحسب وزن تر محاسبه و ارائه گردیدند.(۹)

اندازه‌گیری سایر آلدئیدها (پروپانال، بوتانال، هگزانال، هپتانال و پروپانال دی متیل استال)

اندازه‌گیری غلظت مالون‌دآلدئید (MDA) به روش میرس انجام شد. برای سنجش میزان این آلدئیدها مطابق روش قبل ۰/۲ گرم بافت تازه برگی در ۵ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید ۰/۱ درصد سائیده شد. عصاره حاصل به‌مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ g سانتریفوژ گردید. به ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی، ۴ میلی‌لیتر محلول اسید تری کلرواستیک ۲۰ درصد که حاوی ۰/۵ درصد اسید تیوباربیتوریک بود، اضافه شد. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آبگرم با دمای ۹۵ درجه قرار داده شد. سپس بلافاصله در یخ خرد شده سرد گردید. دوباره مخلوط سرد شده به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ گردید. سپس شدت جذب آن در طول موج ۴۵۵ نانومتر خوانده شد. جذب سایر رنگیزه‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر خوانده شد و از این مقدار کسر گردید(۱۲).

برای محاسبه غلظت این آلدئیدها از ضریب خاموشی معادل Mcm^{-1} $۰/۴۵۷ \times ۱۰^{5}$ استفاده شد. این ضریب خاموشی میانگین ضریب خاموشی برای پنج آلدئید مورد نظر است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بر حسب وزن تر محاسبه و گزارش شدند.

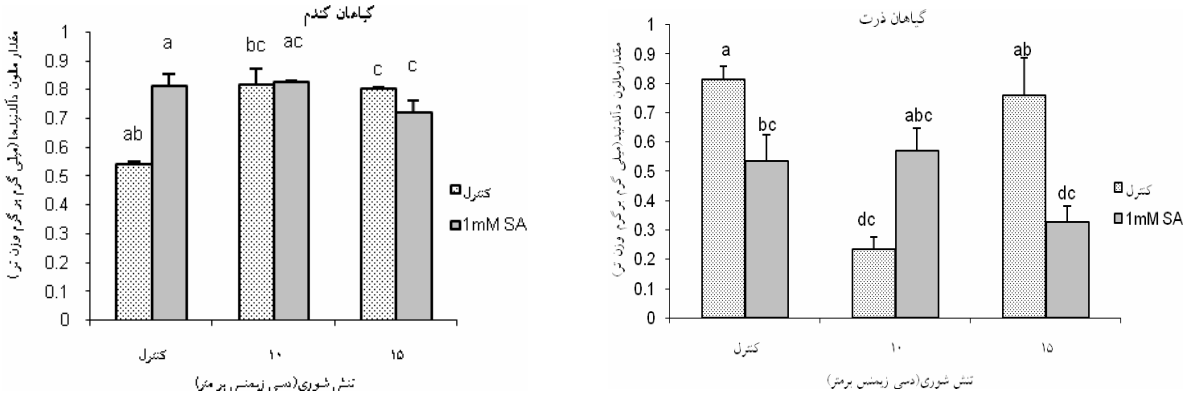
عملیات آماری

آنالیز آماری در این پژوهش براساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار minitab، SPSS و MSTATC و آزمون LSD با ضریب اطمینان ۹۵ درصد محاسبه گردید و برای رسم نمودارها از نرم‌افزارExcel استفاده شد.

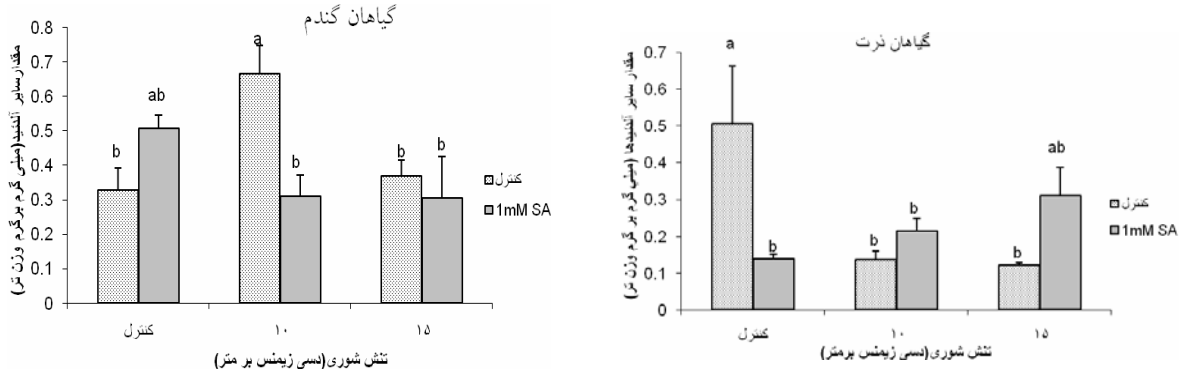
نتایج

مالون‌دآلدئید شاخصی از پراکسیداسیون لیپیدها (آسیب اکسیداتیو) در نظر گرفته شده است. در این تحقیق میزان مالون‌دآلدئید در غلظت ۱۰ دسی زیمنس بر متر شوری نسبت به گیاه ذرت شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش داشت. در صورتی‌که در همین غلظت در گیاه گندم افزایش قابل توجهی وجود داشت، که این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار بود. در گیاه ذرت در غلظت ۱۵ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنا داری با گیاه شاهد مشاهده نشد در حالی‌که سالیسیلیک اسید باعث کاهش میزان مالون‌دآلدئید شد و گیاه گندم در این غلظت فقط سالیسیلیک اسید باعث کاهش میزان مالون د آلدئید نسبت به گیاه شاهد شد. اثر تنش شوری بر سایر آلدئیدها در گیاه ذرت باعث کاهش قابل توجهی در میزان آن شد در صورتی‌که در گیاه گندم تنش شوری افزایش سایر آلدئیدها را نشان داد. اثر تیمار سالسیلیک اسید در گیاه ذرت باعث افزایش میزان سایر آلدئیدها و تعدیل تنش شوری شد ولی در گیاه گندم تیمار با سالیسیلیک اسید تفاوت معناداری را با گیاه شاهد نشان نداد (نمودارهای ۱ و ۲).

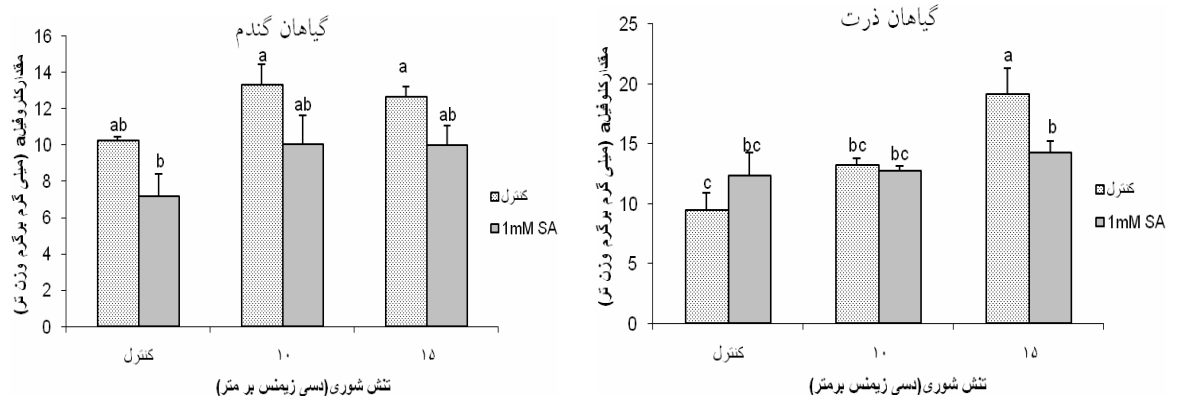
در پژوهش حاضر تنش شوری بر روی رنگیزه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی گیاه ذرت بررسی گردید و مشاهده شد که تنش شوری در هر دو غلظت مورد بررسی باعث افزایش میزان کلروفیل a در هر دو گیاه و در گیاه گندم میزان کلروفیل b و کلروفیل کل و کاروتنوئیدها تحت تنش شوری افزایش داشتند و در گیاه ذرت فقط در غلظت ۱۵ دسی زیمنس میزان کلروفیل b و کلرووفیل کل و در غلظت ۱۰ دسی زیمنس بر متر میزان کاروتنوئیدها افزایش داشت. در پژوهش حاضر در گیاه ذرت تیمار یک میلی‌مول سالسیلیک اسید تحت تنش شوری در گیاه ذرت اثر معنی‌داری را بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی نداشت (جدول۱ و۲) تنها مورد استثناء میزان کلروفیلb و کاروتنوئیدها در غلظت ۱۵ دسی زیمنس بر متر تنش شوری بوده که افزایش میزان این رنگدانه‌ها را نشان داد. هم‌چنین نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در گیاه گندم تیمار با سالسیلیک اسید تحت تنش شوری سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتری و غیرفتوسنتزی در این گیاه شد (نمودارهای ۳ تا ۶).



نمودار ۱. بررسی اثر برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر مالون دآلدئید گیاهان ذرت و گندم. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن انجام شد ($\alpha \leq 05/0$).



نمودار ۲. بررسی اثر برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر سایر آلدئیدها گیاهان ذرت و گندم. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن انجام شد ($\alpha \leq 0/05$).



نمودار ۳. بررسی اثر برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر کلروفیل a گیاهان ذرت و گندم. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون دانکن انجام شد ($\alpha \leq 0/05$).

جدول ۱. نتایج آنالیز واریانس اثر شوری و سالیسیلیک اسید بر صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده گیاهان ذرت

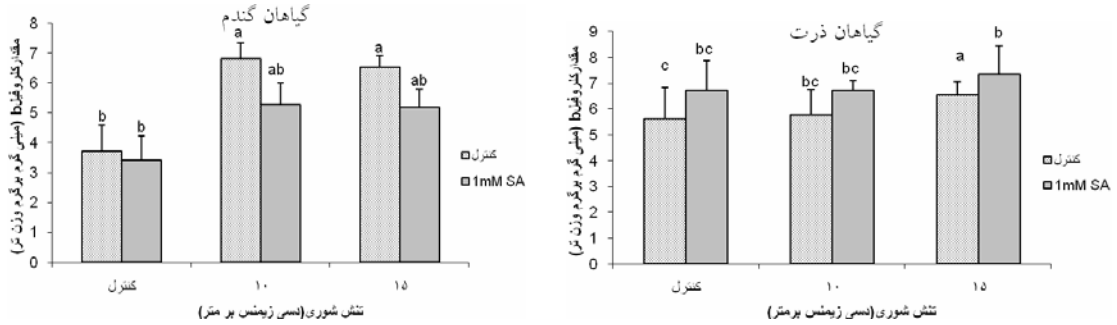
		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	مالون دآلدئید	سایر آلدئیدها	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها
SA	۱	۰/۵۰۰ ns	۰/۰۷۱ ns	۰/۰۵۶ ns	۳/۹۲۸ ns	۴۴/۶۶۱ ns	۰/۰۰۵ ns
شوری	۲	۰/۰۳۴ ns	۰/۱۱۲ **	۵۲/۱۵۲ **	۱/۰۹۴ ns	۱۹/۱۹ ns	۰/۰۲۳ ns
شوری×SA	۲	۰/۱۳ **	۰/۲۴۹ **	۲۲/۵۴۶ *	۰/۰۲۷ ns	۸/۰۴۷ ns	۰/۰۱۱۳ ns
خطا	۱۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸	۵/۷۶۸	۲/۶۲۶	۱۲/۸۹۱	۰/۰۸۲

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد ns= غیرمعنی‌دار از لحاظ آماری

جدول ۲. نتایج آنالیز واریانس اثر شوری و سالیسیلیک اسید بر صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده گیاهان گندم

		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	مالون دآلدئید	سایر آلدئیدها	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها
SA	۱	۰/۱۰۰ ns	۰/۰۷۴ ns	۴۱/۰۲۲ **	۴/۲۰۲ ns	۷۱/۴۸۲ **	۰/۲۷۹ **
شوری	۲	۰/۰۴۱ **	۰/۰۷۳ ns	۱۵/۸۸۶**	۱۳/۰۱۲ **	۵۷/۶۲۴ **	۰/۲۹۴ **
شوری×SA	۲	۰/۰۰۳ ns	۰/۱۵۱ **	۰/۱۴۰ ns	۱/۱۲۱ ns	۱/۱۹۴ ns	۰/۰۰۷ ns
خطا	۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۲۳	۳/۲۹۵	۱/۶۳۳	۸/۱۵۲	۰/۰۳۱

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد ns: غیرمعنی‌دار از لحاظ آماری



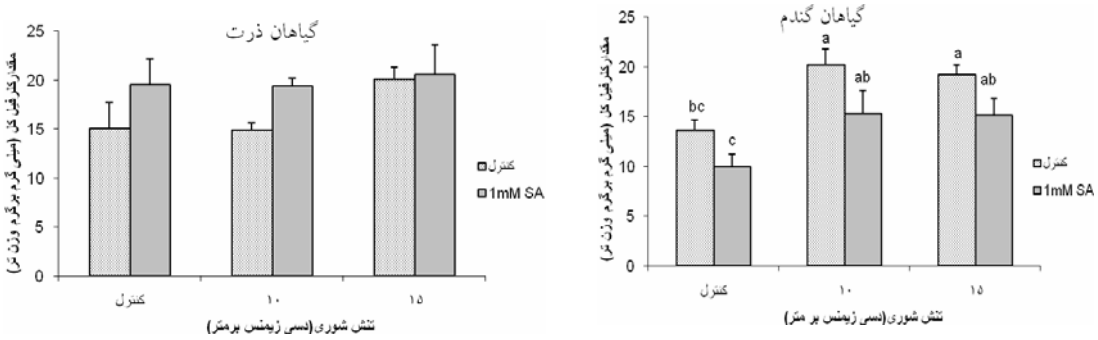
نمودار ۴. بررسی اثر برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر کلروفیل b گیاهان ذرت و گندم. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن انجام شد (α≤0/05).

طی بررسی‌های انجام شده در این پژوهش تنش شوری و تیمار سالیسیلیک اسید اثر چندانی روی وزن کل اندام هوایی گیاه ذرت نداشت. در حالی‌که اثر این دو تیمار در گیاه گندم فقط در غلظت ۱۵ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش میزان وزن کل اندام هوایی شد میزان وزن کل ریشه در گیاه ذرت در هر دو غلظت کاهش داشت که این کاهش در غلظت ۱۵ دسی زیمنس بر متر چشم گیرتر بود. در گیاه گندم فقط در غلظت ۱۰ دسی زیمنس بر متر میزان وزن کل ریشه افزایش داشت. تیمار سالیسیلیک اسید روی گیاه ذرت بی اثر بوده در حالی‌که در هر دو غلظت باعث افزایش میزان وزن کل ریشه شد. تنش شوری

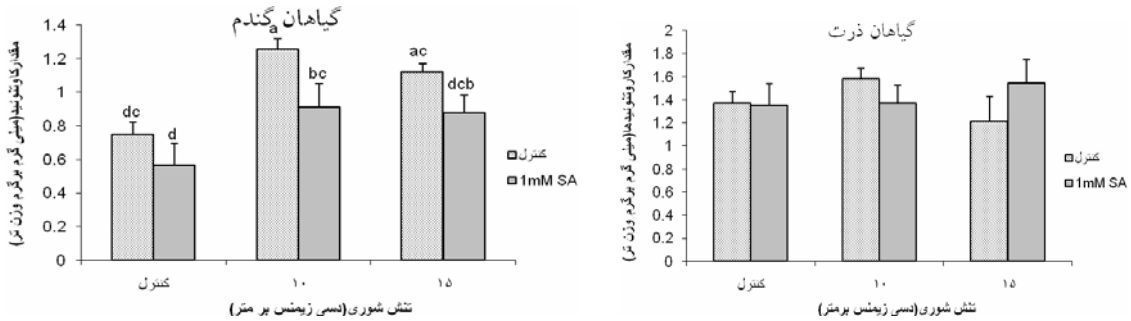
جدول ۳. مقایسه میانگین‌های فاکتورهای رشدی اندازه‌گیری شده گیاهان گندم و ذرت تحت تیمارهای شوری و سالیسیلیک اسید

SA (میلی مول)	شوری (دسی زیمنس بر متر)	گیاهان ذرت				گیاهان گندم		
		وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	نسبت ریشه به اندام هوایی	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	نسبت ریشه به اندام هوایی
۰	۰	۹/۸۷۳ a	۷/۱۵۱ a	۰/۷۴۴ a	۰/۴۹۰ abc	۰/۲۷۰ b	۱/۷۹۴ b
۰	۱۰	۹/۹۴۳ ab	۹۱۲/۵ ab	۰/۸۲۴ a	۰/۵۵۷ a	۰/۴۵۳ a	۱/۲۴۷ b
۰	۱۵	۸/۹۹۶ ab	۵/۰۱۰ b	۰/۹۴۰ a	۰/۳۵۰ c	۰/۳۰۳ b	۱/۲۰۹ b
۱	۰	۶/۹۷۰ b	۴,۷۵۴ b	۰/۹۵۸ a	۰/۵۴۰ ab	۰/۱۳۰ c	۴/۳۳۳ a
۱	۱۰	۸/۲۰° ab	۴/۶۲۳ b	۰/۸۲۶ a	۰/۴۰۳ bc	۰/۲۷۷ b	۱/۵۳۶ b
۱	۱۵	۷/۸۴۵ ab	۵/۲۸۰ ab	۰/۶۳۴ a	۰/۳۶۳ c	۰/۲۵۰ bc	۱/۵۳۴ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشد (LSD 0/05)



نمودار ۵. بررسی اثر برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر کلروفیل کل گیاهان ذرت و گندم. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن انجام شد (α≤0/05).



نمودار ۶. بررسی اثر برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک اسید کاروتنوئیدها گیاهان ذرت و گندم. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن انجام شد (α≤0/05).

و تیمار سالیسیلیک اسید باعث کاهش چشمگیر نسبت ریشه به اندام هوایی در گیاه گندم شد ولی در گیاه ذرت در غلظت ۱۵ دسی زیمنس بر متر شوری افزایش این پارامتر مشاهده شد و تیمار سالیسیلیک اسید باعث کاهش این میزان شد (جدول ۳).

بحث

غشای سلولی و سایر غشاهای درونی (کلرو پلاست و میتوکندری) از دو لایه فسفو لیپید تشکیل شده است. رادیکال‌های سوپر اکسید تولید شده توسط تنش شوری باعث پر اکسید اسیون لیپیدها می‌شوند(۹-۱۱) حاصل پراکسید اسیون لیپیدهای غشای ترکیباتی مثل مالون دآلدئید، پرو پانال، بوتانال، هگزانال، هپتانال و پروپانال دی میتل استال می‌باشد. این مواد به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری مقدار پر اکسیداسیون لیپیدها تحت عنوان شاخص افزایش تنش اکسیداتیو در نظر گرفته می‌شوند. در این تحقیق تنش شوری در گیاه گندم مقدار مالون دآلدئید را افزایش داد (نمودارهای ۲-۱). گزارش‌های متعددی مبنی بر نقش تنش‌های مختلف بر مقدار مالون‌دآلدئید وجود دارد سایرام و همکاران گزارش کرد که مقدار مالون‌دآلدئید در سه ژنوتیپ گندم تحت تنش افزایش یافت (۱۷). بنابراین سالسیلیک اسید به نوعی با کاهش پراکسیداسیون لیپیدها از طریق اثر بر مکانیسم‌های دفاع آنزیمی و غیر آنزیمی گیاه ذرت را در مقابل تنش اکسیداتیو محافظت کرده است(۵ و ۱۴). در پژوهش حاضر نیز این موضوع به اثبات رسیده است. گزارشات ضد و نقیصی در مورد نقش اسید سالسیلیک بر روی رنگیزه‌های فتوسنتزی وجود دارد(۷ و ۱۵). گزارش شده است که سالسیلیک اسید موجب افزایش میزان آنتوسیانین‌ها و محتوی کلروفیل دراسپیرودلا شده است(۱۴). در این پژوهش درگیاه گندم به میزان برخی از رنگریزه‌های فتوسنتزی پس از اعمال تیمار سالیسیلیک اسید افزایش یافته ولی گیاه ذرت به‌دلیل مقاوم بودن این گیاه در برابر غلظت شوری مورد بررسی پارامترهای فتوسنتزی حاصله تغییر قابل توجهی نداشت (نمودار۳-۶) و نیز اثر تیمار سالسیلیک اسید بر روی این پارامترها بی تأثیر بوده است.(جدول ۱و۲). در حالی‌که در پژوهشی ،تیمار با سالیسیلیک اسید باعث کاهش کاروتنوئیدها اعلام شد. کاروتنوئیدها قادرند انرژی زیاد طول موج های کوتاه راگرفته، اکسیژن یکتایی را به سه تایی تبدیل کنند و با گرفتن رادیکال‌های اکسیژن تولید شده، نقش آنتی اکسیدانی خود را ایفا می‌کنند (۱۰).

سالیسیلیک اسید معمولاً با اثر بر هورمون‌های آبسزیک اسید و اتیلن(۱۵) بسیاری از روندهای فیزیولوژیک و رشد گیاه را تنظیم می‌کند؛ از جمله با اثر روی هورمون آبسزیک اسید و تجمع این هورمون در گیاه باعث خوگیری گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی می‌شود(۳). کاروتنوئیدها خود پیش مادهای برای سنتز آبسزیک اسید هستند (۲). هم‌چنین ژنوتیپ‌های برتر کلزا سیستم ریشه‌ای خود را به نحو مؤثر گسترش داده و قادر به استفاده حداکثر از رطوبت موجود در خاک می‌باشند (۱۹). در این پژوهش در گیاه گندم تنش شوری باعث کاهش میزان وزن کل اندام هوایی شد. میزان وزن کل ریشه در گیاه ذرت تحت تنش شوری کاهش داشت. تیمار سالیسیلیک اسید روی گیاه ذرت بی اثر بوده در حالی‌که باعث افزایش میزان وزن کل ریشه شد (جدول ۳). گیاهان از طریق افزایش حداکثر طول ریشه برای استفاده از ذخایر آب، افزایش حجم ریشه و افزایش نسبت وزن ریشه به بخش هوایی، قادر به افزایش نفوذپذیری ریشه در برابر موانع فیزیکی و شیمیایی شده، در نتیجه با افزایش توان اسمزی ریشه، باعث استخراج آب بیشتری از خاک و مقاومت گیاه در مقابل تنش کمبود آب می‌شود (۱۹). در مورد نقش سالیسیلیک اسید بر پارامترهای رشد گزارش‌های متعددی وجود دارد. از جمله گزارش شده است که سالیسیلیک اسید کاهش رشد ناشی از تنش شوری را بهبود می‌بخشد(۴). بنابراین کاربرد سالیسیلیک اسید برای تخفیف اثرات مخرب ناشی از تنش شوری در گیاهان حساس پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Arvin, M, J. and N. Kazemi-Pour. 2002. Effects of Salinity and Drought Stresses on Growth and Chemical and Biochemical Compositions of Four varieties of onion *(Allium cepa*), *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 5(4):41-51(In Farsi).
2. Chen, H., R. G. Qualls and G. C. Miller. 2002. Adaptive responses of *Lepidium latifolium* to soil flooding: biomass allocation, adventitious rooting, parenchyma formation and ethylene production. *Environmental and Experimental Botany* 48: 119-128.
3. Choshbacht, N., A. Ramin and M. Baghbanha. 1391. Possible to reduce the effect of salinity on bean plants Use salicylic Acid. *Journal of Crop Production and Processing* 5:189-199 (In Farsi).
4. El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation* 45: 215-225.
5. Gunes, A., A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan and E. G. Bagci. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology* 164 : 728—736
6. Hakimi, A. 2008. Effect of salicylic acid on biochemical changes in wheat plants under khat leaves residues. *Plant Soil and Environment* 54(7): 288–293
7. Hashemi, SH., Z. Asrar and SH. Porseyedi. 1389. The effect of salicylic acid pretreatment on the growth and some physiological and biological waits in *Lepidium sativum*. *Iranian Journal of Plant Biology* (In Farsi).
8. Hao, J.H., C. J. Dong, Z. G. Zhang, X. L. Wang and Q. M. Shang. 2012. Insights into salicylic acid responses in cucumber (*Cucumis sativus* L.) cotyledons based on a comparative proteomic analysis. *Plant Science* 187: 69– 82
9. Heath, R. L. and L. Packer. 1969. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125: 189-198
10. Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148: 350-382.
11. Llusia, J., J. Penuelas and S. Munne-Bosch. 2005. Sustained accumulation of methyl salicylate alters antioxidant protection and reduces tolerance of holm oak to heat stress. *Physiologia Plantarum* 124: 353-361.
12. Meirs, S., S. Philosophhadas and N. Aharoni. 1992. Ethylene increased accumulation of fluorescent lipid–peroxidation products detected during Parsley by a newly developed method. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117: 128-132.
13. Mirmohamadymybody, A. M. and B. Gharehyazi. 1381. Physiological and Breeding Aspects of Plant Salinity. Isfahan University of Technology Pub., Isfahan, Iran. (In Farsi)
14. Popova, L., T. Pancheva and A. Uzunova. 1997. Salicylic acid: Properties, Biosynthesis and Physiological role. *Plant Physiology* 23: 85-93.
15. Qinghua, S. H. and Z. Zhujun. 2008. Effect of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. *Environmental and Experimental Botany* 63:317-326.
16. Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology* 43: 439-463.
17. Sairam, R. K., P. S. Deshmukh and D. C. Saxena. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotype tolerance to water stress. *Biologia plantarum*. 41(3): 387-394.
18. Shah, F. S., C. E. Watson and E. R. Cabera. 2002. Seed vigor testing of subtropical corn hybrids. *Research Report* 23(2): 56-68.
19. Torchi, M., F. Saich, V. Valizadeh and B. Pasban Eslam. 1384. Relationship between Root morphological characteristics associated with resistance to water deficitThe number of genotypes of rapeseed (*Brassica napus* L). *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 5(3):15-26(In Farsi)