

تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیک سویا (رقم ویلیامز) تحت تنش شوری

الناز شهبازی زاده، محسن موحدی دهنوی* و حمیدرضا بلوچی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۵/۲۸)

چکیده:

به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک و آسکوربیک اسید بر میزان فتوستتوز، رنگیزه‌های فتوستتوزی و کارایی مصرف آب در سویا رقم ویلیامز تحت تنش شوری، آزمایشی در تابستان ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. عامل اول شامل ۴ سطح شوری صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و عامل دوم شامل ۴ سطح محلول-پاشی شامل آب، سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار، آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار و مخلوط سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار بودند. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش میزان فتوستتوز، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها هدایت روزنه‌ای، پروتئین و سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش یافتند. میزان کارایی مصرف آب برگ با افزایش سطح تنش شوری کاهش معنی‌داری داشت. به طوری که بیشترین کارایی مصرف آب برگ در سطح بدون تنش و در محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار بود. محلول پاشی با سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار به دلیل برتری در بیشترین سطح شوری (شوری ۱۵۰ میلی‌مولار) برای صفات کلروفیل کل، کاروتنوئید، فتوستتوز، کارایی مصرف آب برگ و محتوای رطوبت نسبی برگ به عنوان بهترین تیمار جهت تخفیف اثرات سمی شوری شناخته شد.

واژگان کلیدی: آسکوربیک اسید، سالیسیلیک اسید، سویا، کلروفیل

مقدمه:

و کلر موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله پتاسیم، کلسیم، آمونیم و نیترات شده و از فعالیت آنزیم‌ها کاسته و ساختار غشاء را بر هم می‌زند (Kaya et al., 2006). سالیسیلیک اسید یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید و ترکیبات مربوطه، به گروهی از ترکیبات فنولی تعلق دارد (El-Tayeb, 2005). سالیسیلیک اسید به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف مثل رشد و نمو گیاه، جذب یون، فتوستتوز و جوانه‌زنی ایفا می‌کند. سالیسیلیک اسید همچنین باعث تحریک جوانه‌زنی بذر می‌شود (Raskin, 1992). سالیسیلیک

در اکثر مناطق دنیا، تنش شوری پس از تنش خشکی، عمده‌ترین تنش محیطی است که از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و اختلال در جذب برخی عناصر غذایی، رشد و عملکرد محصولات زراعی را محدود می‌کند. گیاهانی که در خاک‌های شور رشد می‌کنند، به دلیل خواص اسمزی، علاوه بر تنش شوری با تنش کم‌آبی مواجه شده که این عامل سبب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود. این امر موجب اختلال در تقسیم سلول و بزرگ شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیک گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین افزایش یون‌های سدیم

*نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی: Movahhedi1354@yu.ac.ir

اسید در سنتز پروتئین‌های خاصی به نام پروتئین کیناز نقش دارد. این پروتئین‌ها نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت‌زایی سلول بازی می‌کنند (Yamada and Fukutoku 1986).

سالیسیلیک اسید بسته به غلظت، زمان و گیاه مورد استفاده دارای آثار دوگانه‌ای است، اما در غلظت‌های مناسب با کاهش تخریب رنگیزه کلروفیل، افزایش توان آنتی اکسیدانی سلول و سنتز پروتئین‌های جدید از دستگاه فتوسنتزی حمایت می‌کند (Popova *et al.*, 2003). Popova و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که اسید سالیسیلیک باعث تأخیر در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری شده است. طبق گزارشات Khodary (۲۰۰۴) اسید سالیسیلیک به علت تعدیل در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و احتمالاً با حفظ ساختار و فعالیت روبیسکو باعث افزایش مقدار قندها می‌شود. با افزایش شوری، پتانسیل اسمزی محیط اطراف ریشه نیز افزایش می‌یابد که سبب ازدیاد ترشح هورمون آبسزیک اسید از ریشه می‌گردد. این امر موجب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای می‌شود (Aldesuquy and Ibrahim, 2001). یافته‌های Rai و همکاران (۱۹۸۶)، نشان داد سالیسیلیک اسید اثر بازدارندگی روی بسته شدن روزنه‌ها ناشی از تنش شوری دارد و از این‌رو می‌تواند در غلظت مناسب از بسته شدن روزنه‌ها جلوگیری نماید. Khan و همکاران (۲۰۰۳) افزایش درصد تعرق و هدایت روزنه‌ای را در ذرت و سویا، در پاسخ به کاربرد اسپری سالیسیلیک اسید و دیگر سالیسیلات‌ها گزارش دادند.

محتوای رطوبت نسبی برگ همبستگی بالایی با پتانسیل آب برگ دارد. کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در ابتدا منجر به بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز و با افزایش شوری منجر به توقف انتقال الکترون و ممانعت نوری در چرخه فتوسنتزی می‌شود. با توجه به اینکه یکی از آثار تنش شوری جلوگیری از جذب آب و ایجاد تنش خشکی است، می‌توان علت کاهش محتوای رطوبت نسبی را کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط خشک دانست (Colom and Vazzana, 2003). Agarwal و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند تیمار گندم با سالیسیلیک اسید میزان محتوای رطوبت

نسبی را افزایش می‌دهد.

فتوسنتز که یک مسیر کلیدی در فیزیولوژی گیاهی است به شدت تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد. آبسزیک اسید تولید شده در واکنش به این تنش سبب بسته شدن روزنه‌ها شده و ورود دی‌اکسیدکربن را به گیاه محدود می‌کند (Leung *et al.*, 1994). ترکیبات سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری باعث افزایش سرعت فتوسنتز در گیاه ذرت و سویا شده‌اند (این گیاهان برای یک دوره ۲ و ۳ روزه محلول-پاشی شدند و ۴۸ ساعت بعد از محلول‌پاشی اندازه‌گیری صورت گرفت). این ترکیبات ظاهراً باعث افزایش مقدار فتوسنتز برای دو گونه گیاهی ویژه شده‌اند. این دو گیاه زراعی از دو خانواده مختلف و نیاز فتوسنتزی متفاوت (سویا: لگوم C₃ و ذرت: گرامینه و C₄) بودند (Khan *et al.*, 2003). در ذرت و سویا نیز افزایش مقدار رنگدانه‌ها و افزایش میزان فتوسنتز تحت اثر تیمار سالیسیلات ایجاد شده است (Sinha *et al.*, 1993).

فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان با سمیت‌زدایی و از بین بردن اثر مضر گونه‌های اکسیژن فعال همبستگی دارد (Ghanati *et al.*, 2002). آسکوربیک اسید یک آنتی اکسیدان کوچک قابل حل در آب است که در سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن به‌ویژه پراکسید هیدروژن نقش دارد (Noctor and Foyer, 1998). مصرف خارجی آسکوربیک اسید می‌تواند مقاومت به تنش شوری را افزایش و سبب کاهش اثر تنش اکسیداتیو حاصله شود (Shalata and Neumann, 2001). استفاده از آسکوربیک اسید، سبب افزایش محتوی پروتئین اندام هوایی و ریشه می‌شود. در گیاهانی که در معرض تنش شوری قرار نگرفته باشند آسکوربیک اسید تأثیری در محتوای پروتئین‌های محلول آنها نشان نمی‌دهد. زیرا اثر آسکوربیک اسید به صورت غیر-مستقیم بوده و با از بین بردن رادیکال‌های اکسیژن مانع تخریب پروتئین‌ها می‌گردد. گونه‌های فعال اکسیژن عامل اصلی پراکسیداسیون لیپیدی هستند (Upadhyaya and Panda, 2004).

در پژوهش حاضر، اثرات تعدیل‌کننده سالیسیلیک و آسکوربیک اسید در شرایط تحمیل تنش شوری در رقم ویلیامز گیاه سویا بررسی گردید. مطالعه میزان کلروفیل به‌عنوان رنگیزه مؤثر در سنتز مواد قندی، همچنین تغییر میزان فتوسنتز، کارایی

مصرف آب برگ، هدایت روزنه‌ای، سطح برگ، محتوای رطوبت نسبی و پروتئین محلول برگ موجود در شرایط ذکر شده از اهداف این تحقیق به‌شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها:

به این منظور آزمایشی به صورت گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج در تابستان ۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. عامل اول شامل ۴ سطح شوری صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در محلول هوگلند و عامل دوم شامل ۴ سطح محلول پاشی شامل: شاهد (آب مقطر)، سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار، آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار و مخلوط سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار بود. گیاه مورد مطالعه در این پژوهش، گیاه سویا (*Glycine max* L.) می‌باشد. بذرها از مرکز تحقیقات زرقان استان فارس تهیه شد.

واحدهای آزمایشی شامل گلدان‌هایی با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بودند. جهت ایجاد زه‌کشی مناسب و جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها، دو سوراخ به فاصله ۱۰ سانتی‌متر در دو طرف از گلدان‌ها تعبیه شده و گلدان‌ها توسط ماسه نرم که از قبل به دقت و چندین بار شسته شده بودند، به نحوی پر شدند که هر گلدان حاوی ۶ کیلوگرم ماسه با شرایط ذکر شده بود. بذور سویا که با قارچ‌کش بنومیل به نسبت دو در هزار آغشته شده بودند، در گلدان‌ها کشت شدند. در هر گلدان ۹ تا ۱۲ عدد بذر به عمق حدود ۵ سانتی‌متر قرار گرفت. از مرحله کاشت تا جوانه‌زنی آبیاری با آب لوله‌کشی صورت گرفت و پس از ثبت تاریخ دقیق سبز شدن (زمانی که ۵۰ درصد سبز شدن صورت گرفت)، گلدان‌ها با محلول غذایی هوگلند (Hoagland and Arnon, 1950) با رقت ۱/۴، آبیاری شدند. با بزرگ شدن بوته‌ها با محلول نیم‌هوگلند آبیاری شدند. دو هفته بعد از استقرار، بوته‌ها تنک شدند و ۸ بوته در گلدان باقی ماند. در مرحله ۴ برگی محلول پاشی‌ها صورت گرفت و با افزودن تدریجی کلرید

سدیم در محلول هوگلند، اعمال شوری آغاز شد. به‌نحوی که در ابتدا در هر نوبت آبیاری ۵۰ میلی‌مولار شوری در محلول هوگلند اعمال شد. در نوبت‌های بعدی آبیاری به‌طور متناوب ۲۵ میلی‌مولار این مقادیر در هر سطح (جهت سازگار شدن گیاهان) افزایش پیدا کرد و در نهایت به سطوح شوری مورد نظر رسید. اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحله R₁ سویا (شروع گلدهی) و هم‌زمان با نیاز آبی گیاه ادامه داشت. به منظور جلوگیری از تجمع نمک، علاوه بر زه‌کشی گلدانی، آب‌شویی با آب به‌طور یکنواخت برای تمامی تیمارها صورت گرفت.

اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئیدها: میزان کلروفیل‌ها از روش آرنون (Arnon, 1949) و کاروتنوئید از روش لیچتندر (Lichtenthder, 1987) اندازه‌گیری شد. برای سنجش کلروفیل، ۰/۲ گرم برگ تازه خرد شده را در یک هاون چینی ریخته و به آن ۱۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد سرد و ۰/۵ گرم پودر کربنات کلسیم (برای جلوگیری از تشکیل فتوفیتین) اضافه می‌نمایند تا مواد رنگی جدا شوند. هاون را در یک حمام یخی قرار داده و عملیات ساییدن نمونه‌های برگ را در محیطی با نور کم (برای جلوگیری از تجزیه کلروفیل) آنقدر ادامه می‌دهند تا مخلوطی کاملاً یکنواخت و هموژن به دست آمده و تمام کلروفیل از بافت برگ استخراج گردد. مخلوط حاصل را درون لوله‌های مخصوص سانتریفوژ ریخته و آن‌ها را در دمای پایین به مدت ۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ کرده، سپس محلول صاف شده رویی (سوپرناتانت) را برداشته و میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر، در طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر و برای کاروتنوئیدها در طول موج ۴۷۰ نانومتر، قرائت کردیم (Arnon, 1949). غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید (Lichtenthder, 1987) از طریق روابط زیر به‌دست آمدند.

$$\begin{aligned} \text{کلروفیل } a &= (0.0127 \times OD_{663} - 0.00269 \times OD_{645}) \times 1000 \text{ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)} \\ \text{کلروفیل } b &= (0.0229 \times OD_{663} - 0.00468 \times OD_{645}) \times 1000 \text{ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)} \end{aligned}$$

= کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)

$$((0/002 \times OD_{645}) + (0/008 \times OD_{663}))$$

$$- ((1000 \times OD_{470}) - [198 \times (1.82 \times chl a - (85.02 \times chl b))]) / (10 / (1000 \times 0.2))$$

محتوای آب نسبی برگ: محتوای رطوبت نسبی برگ با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Mishra and Choudhuri, 1999):

وزن آماس برگ / (وزن خشک برگ شده در آون _)

$$RWC = \{ (\text{وزن برگ خشک شده در آون} - \text{وزن برگ خشک شده در آون}) / \text{وزن برگ خشک شده در آون} \} \times 100$$

فتوستت و کارایی مصرف آب: اندازه گیری فتوستت برگ ها با استفاده از دستگاه (LCA4, ADC, Bioscientific LTD, UK) در مرحله R_1 رشد سویا انجام گرفت. بدین منظور، اندازه گیری فتوستت خالص (A) و هدایت روزنه ای (g_s) روی جوان ترین برگ کاملاً باز شده در مرحله رویشی (قبل از گلدهی) و بین ساعت ۱۰ صبح تا ۱۴ بعد از ظهر انجام گرفت. کارایی مصرف آب برگ نیز از تقسیم فتوستت خالص بر هدایت روزنه ای به دست آمد.

پروتئین محلول برگ: اندازه گیری پروتئین با روش Kar و Mishra (۱۹۷۶) و Liu و Huang (۲۰۰۰) انجام شد.
تجزیه و تحلیل داده ها: با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین های اثرات اصلی با آزمون LSD و مقایسه میانگین اثرات متقابل به روش LSMeans انجام شد.

نتایج و بحث:

رنگیزه های فتوستتی: نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که برهمکنش شوری و محلول پاشی برای کلروفیل و کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. جدول ۲ نشان داد که اثر محلول پاشی برای کلروفیل کل فقط در سطح سوم شوری (۱۰۰ میلی مولار) معنی دار بود. در سطح شوری ۱۰۰ میلی مولار، محلول پاشی با آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید با افزایش و محلول پاشی با آب مقطر با کاهش میزان کلروفیل کل همراه بودند (جدول ۳). میزان کلروفیل کل از سطح اول به سطح سوم شوری با کاهش همراه بوده است که نشان می دهد با افزایش شوری میزان کلروفیل کاهش می یابد. نتایج تحقیقات Ashraf و Naqvi (۱۹۹۲) نیز نشان می

دهد که تنش شوری موجب تخریب کلروپلاست، تغییر تعداد و اندازه ی کلروپلاست ها و کاهش نامحسوس کلروفیل می شود. Parida و Das (۲۰۰۵) بیان کردند که محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای گیاهان، تحت تنش شوری کاهش پیدا می کند. اثرهای مثبت اسید سالیسیلیک به افزایش آسیمیلاسیون و درصد فتوستت و افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاهان تنش دیده تحت تیمار اسید سالیسیلیک نسبت داده شده است (Costa و همکاران (۲۰۰۵) (Szepesi et al., 2005). پیشنهاد کردند که افشانه سازی سالیسیلیک اسید، با افزایش توان آنتی اکسیدانی بایون از جمله کاروتنوئیدها موجب کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپیدها و مقدار H_2O_2 و حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی و فتوستتی و رنگیزه های فتوستتی شده و از کاتابولیسم کلروفیل جلوگیری می کند.

بر اساس گزارش Schutz و Fangmier (۲۰۰۱) کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش مربوط به تولید رادیکال های آزاد اکسیژن در سلول است، که باعث پراکسیداسیون و تجزیه کلروفیل می شود. نتایج مشابهی در سویا Wang و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده است.

بر اساس تحقیقات انجام شده توسط Mittler (۲۰۰۲) علاوه بر پیش تیمار، کاربرد اسپری برگی سالیسیلیک اسید نیز به همان اندازه در افزایش رنگدانه ها در کلزا موثر است. آزمایشات صورت گرفته توسط این محقق نشان داد که اثرهای مضر تنش شوری روی کلروفیل a توسط کاربرد آسکوربیک اسید، خنثی می شود. احتمالاً تغییرات در محتوای کلروفیل برگ در شرایط شور به علت کاهش بیوستت و یا افزایش تخریب کلروفیل تحت این شرایط، باشد.

برهمکنش تنش شوری و محلول پاشی بر محتوای کاروتنوئید در سطح ۱ درصد معنی دار شده است (جدول ۱). جدول ۲ نیز نشان داد که بین سطوح محلول پاشی در سطوح شوری ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار تفاوت معنی داری وجود داشت. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و محلول پاشی (جدول ۳) نشان داد در سطح شوری ۵۰ میلی مولار کمترین میزان کاروتنوئید در محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار و بیشترین در محلول پاشی با آب مقطر و سالیسیلیک

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی در سویا رقم ویلیامز تحت تأثیر تنش شوری و محلول پاشی با سالیسیلیک و آسکوربیک اسید

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل کل	کاروتنوئید	فتوستنتر خالص	کارایی مصرف آب	سطح برگ	هدایت روزنه‌ای	محتوای آب نسبی برگ
شوری	۳	۰/۰۷۴**	۰/۰۰۰۴**	۲۱/۱۲**	۳۵۰/۶۹**	۷۴۷۲۹۵۱**	۰/۰۰۰۲۴**	۳۵۰/۶۹**
محلول پاشی	۳	۰/۰۴۴*	۰/۰۰۰۳**	۳/۳۸**	۱۷۰/۶ ^{ns}	۱۶۵۳۹۱۴۰**	۰/۰۰۰۲۳**	۱۷۰/۶*
شوری × محلول پاشی	۹	۰/۰۴۳**	۰/۰۰۰۵**	۷/۳۷**	۱۴۲/۶۰**	۴۹۵۵۶۵۸**	۰/۰۰۰۱۲**	۱۴۲/۶۰ ^{ns}
خطا	۴۸	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰۰۵	۰/۲۹	۱۱۱/۸	۷۹۵۵۵۴	۰/۰۰۰۰۲	۱۱۱/۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱۶/۵۹	۱۸/۹۴	۳۰/۱۱	۳۳/۶	۱۵/۶	۲۸/۳	۳۳/۶

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و غیرمعنی دار

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش دهی اثر محلول پاشی در سطوح شوری برای خصوصیات فیزیولوژیکی سویا رقم ویلیامز

سطوح شوری	درجه آزادی	کلروفیل	کاروتنوئید	فتوستنتر	کارایی مصرف آب	سطح برگ	هدایت روزنه‌ای
صفر	۳	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۱۰۸۷۸**	۲۸۷۱۷۵۵*	۰/۰۰۰۱**
۵۰	۳	۰/۰۲۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۸**	۱۸/۶۸**	۹۸۲۷**	۱۲۲۱۰۰۷۶**	۰/۰۰۰۴**
۱۰۰	۳	۰/۱۰۶**	۰/۰۰۰۶**	۰/۳۲ ^{ns}	۲۰۴۸۹**	۷۸۶۰۲۴۱**	۰/۰۰۰۰۳ ^{ns}
۱۵۰	۳	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۴**	۱/۳*	۳۲۹۵*	۸۴۶۴۰۴۴**	۰/۰۰۰۰۵ ^{ns}

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و غیرمعنی دار

حکایت از کاهش محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها تحت تنش شوری دارد که از جمله می‌توان به گزارش‌هایی روی سویا (Sheteawi, 2007) و باقلا (Sanitata and Gabriella, 2008) اشاره کرد.

مطالعات انجام شده توسط Zhou و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که مقدار رنگیزه‌ها در گیاهان سویای تیمار شده با سالیسیلیک اسید افزایش می‌یابند. همچنین، مقدار کلروفیل و کاروتنوئیدها در برگ‌های ذرت افزایش می‌یابد (Khodary (Sinha et al., 1993). (۲۰۰۴) نیز در گیاهان ذرت تحت تنش شوری و تیمار شده با سالیسیلیک اسید نتایج مشابهی به دست آورد.

مولکول کلروفیل به یک عامل فوتودینامیک برای کاهش اثر مخرب نیاز دارد در غیر این صورت تخریب کلروفیل توسط گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابد. آسکوربیک اسید به دلیل خواص آنتی اکسیدانی خود از تخریب کلروفیل

اسید ۳ میلی‌مولار (۰/۰۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) بود، که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با محلول پاشی با ترکیب سالیسیلیک اسید ۳ و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار نداشت. در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بیشترین میزان کاروتنوئید در محلول پاشی آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار و کمترین میزان آن در محلول پاشی با آب مقطر بود. همچنین در تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، محلول پاشی با ترکیب سالیسیلیک اسید ۳ و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار و محلول پاشی با سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار، با محلول پاشی آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری نداشتند. با افزایش میزان شوری از صفر تا ۱۵۰ میلی‌مولار تقریباً کاهش در کاروتنوئیدها مشاهده شد.

کاروتنوئیدها نقش حفاظتی در مقابل تنش اکسیداتیو القاء شده داشته و در سمیت‌زدایی از کلروفیل نیز نقش دارند و باعث کاهش اثرات سمی رادیکال‌های آزاد می‌شوند (Sanitata and Gabriella, 1999). گزارش‌های متعددی

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در سویا رقم ویلیامز تحت تأثیر تنش شوری و محلول‌پاشی با سالیسیلیک و آسکوربیک اسید

سطوح شوری	محلول‌پاشی	کلروفیل کل	کاروتنوئید	فتوستنتز	کارایی مصرف آب	سطح برگ	هدایت روزنه‌ای	محتوای رطوبت نسبی برگ
(میلی مولار)		(میلی گرم بر گرم وزن تر برگ)	(میکرومول بر مترمربع برگ)	(میکرومول CO_2 بر میلی مول H_2O)	میلی متر مربع	(میلی مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه)		
آب‌مقطر								
صفر	سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار	۰/۸۵ ^a	۰/۰۵ ^a	۲/۵۲ ^a	۱۹۵/۳۵ ^a	۵۳۹۵ ^b	۰/۰۱ ^b	۲۶/۴۶
	آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۷۱ ^a	۰/۰۳ ^a	۲/۴۴ ^a	۱۹۵/۴۲ ^a	۷۳۹۲ ^a	۰/۰۱ ^b	۲۶/۵۴
	سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۷۷ ^a	۰/۰۵ ^a	۲/۷۸ ^a	۸۵/۶۰ ^C	۶۸۰۶ ^A	۰/۰۲ ^A	۲۷/۵۴
۵۰								
	آب‌مقطر	۰/۷۳ ^a	۰/۰۴ ^a	۰/۶۶ ^d	۶۶/۶۷ ^C	۴۰۸۲ ^C	۰/۰۱ ^C	۲۸/۲۲
	سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار	۰/۶۸ ^a	۰/۰۴ ^a	۱/۵۲ ^c	۱۰۷/۶۷ ^B	۷۰۰۹ ^A	۰/۰۱ ^C	۲۵/۶۱
	آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۵۵ ^a	۰/۰۱ ^b	۵/۲۵ ^a	۱۱۵/۰۷ ^B	۴۶۰۸ ^B	۰/۰۳ ^A	۲۶/۵۱
	سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۶۲ ^a	۰/۰۳ ^a	۴/۱۷ ^b	۱۸۶/۰۰ ^A	۷۶۲۴ ^A	۰/۰۲ ^B	۳۰/۶۱
۱۰۰								
	آب‌مقطر	۰/۳۷ ^b	۰/۰۲ ^b	۰/۲۶ ^a	۲۷/۶۳ ^B	۴۵۲۹ ^C	۰/۰۱ ^A	۳۱/۰۸
	سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار	۰/۶۷ ^a	۰/۰۴ ^a	۰/۴۸ ^a	۵۴/۳۲ ^A	۵۹۰۷ ^B	۰/۰۱ ^A	۲۶/۶۶
	آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۷۵ ^a	۰/۰۵ ^a	۰/۳۷ ^a	۱۸/۵۰ ^B	۴۱۱۹ ^C	۰/۰۱ ^A	۴۲/۰۲
	سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۶۱ ^a	۰/۰۳ ^a	۰/۲۴ ^a	۳۱/۵۲ ^B	۷۲۰۲ ^A	۰/۰۱ ^A	۳۳/۹۴
۱۵۰								
	آب‌مقطر	۰/۵۴ ^a	۰/۰۲ ^b	۰/۱۹ ^b	۲۳/۰۰ ^B	۴۶۹۷ ^B	۰/۰۱ ^A	۳۴/۶۷
	سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار	۰/۵۷ ^a	۰/۰۴ ^a	۰/۶۹ ^b	۷۴/۰۰ ^A	۴۰۱۸ ^B	۰/۰۱ ^A	۳۰/۶۶
	آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۷۰ ^a	۰/۰۴ ^a	۱/۴۸ ^a	۸۰/۶۷ ^a	۴۰۹۲ ^B	۰/۰۱ ^A	۳۶/۵۶
	سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار	۰/۶۳ ^a	۰/۰۴ ^a	۰/۳۶ ^b	۳۳/۹۰ ^{ab}	۷۱۱۴ ^a	۰/۰۱ ^A	۲۸/۹۷
اثرات اصلی								
شوری صفر		۰/۷۵۴	۰/۰۴۷	۲/۶۶	۱۵۵/۵	۶۵۹۳	۰/۰۱۹	۲۶/۲ ^B
شوری ۵۰ میلی‌مولار		۰/۶۴۹	۰/۰۳۴	۲/۹۰	۱۱۸/۸	۵۸۳۱	۰/۰۲	۲۷/۷ ^B
شوری ۱۰۰ میلی‌مولار		۰/۶۰۴	۰/۰۳۸	۰/۹۳	۶۹/۷	۵۴۳۹	۰/۰۱۴	۳۳/۴ ^A
شوری ۱۵۰ میلی‌مولار		۰/۶۱۵	۰/۰۳۶	۰/۶۸	۵۲/۸	۴۹۸۰	۰/۰۱۲	۳۲/۵ ^A
آب‌مقطر		۰/۵۷	۰/۰۳۴	۱/۰۷	۶۵/۸۱	۵۰۲۲	۰/۰۱۵	۲۹/۴ ^{AB}
سالیسیلیک اسید ۳ میلی‌مولار		۰/۶۹	۰/۰۴۴	۱/۳۰	۱۰۷/۸	۵۵۸۲	۰/۰۱۲	۲۷/۳ ^B
آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار		۰/۶۸	۰/۰۳۶	۲/۳۸	۱۰۲/۴	۵۰۵۲	۰/۰۲۱	۳۲/۹ ^A
سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی‌مولار		۰/۶۶	۰/۰۴۱	۱/۸۹	۸۴/۲	۷۱۸۶	۰/۰۱۸	۳۰/۲ ^{AB}

در هر ستون و هر سطح شوری حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSMeans می‌باشد.

جلوگیری کرده و به‌طور غیر مستقیم سبب افزایش آن می‌شود
 فتوستنتز: نتایج تجزیه واریانس صفات حاکی از معنی‌دار بودن برهمکنش محلول‌پاشی و سطوح تنش شوری برای (دولت آبادیان و همکاران، ۱۳۸۸).

فتوستنز در سطح ۱ درصد بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش شوری و محلول پاشی برای فتوستنز (جدول ۳) نشان داد که در سطح تنش شوری ۵۰ میلی مولار، بیشترین میزان فتوستنز در محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار و کمترین میزان فتوستنز در محلول پاشی با آب مقطر مشاهده شد. در سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار، بیشترین میزان فتوستنز را محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار و کمترین آن را محلول پاشی با آب مقطر به خود اختصاص داد. با افزایش شوری میزان فتوستنز کاهش پیدا کرده است به جز سطح دوم شوری که افزایش داشتیم (جدول ۳). کاهش شدت فتوستنز ناشی از تنش شوری احتمالاً به دلیل عوامل متعددی نظیر دهیدراتاسیون غشاء سلول و در نتیجه کاهش نفوذپذیری CO_2 ، سمیت ناشی از نمک، کاهش میزان CO_2 به دلیل بسته شدن روزنه‌ها، تسریع در فرآیند پیری در نتیجه نمک، تغییر فعالیت آنزیم‌ها به دلیل تغییرات ساختاری در سیتوپلاسم می باشد (طباطبایی، ۱۳۸۷). Romeroaranda و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که انباشته شدن یون‌های Na^+ و Cl^- در برگ با بستن روزنه‌ها و کاهش میزان کلروفیل باعث کاهش محصول فتوستنزی در گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود. تنش شوری باعث از بین رفتن تعادل بین مقدار آب جذب شده از ریشه و آب دفع شده از برگ‌ها می‌شود. در نتیجه مقدار آب برگ‌ها کاهش خواهد یافت، روزنه‌ها بسته شده و تورژانس مختل می‌شود و تبخیر و فتوستنز کاهش می‌یابد (Meiri and Poljakoff- Mayber, 1969).

به‌هرحال، در سطوح شوری متوسط و شدید، استفاده از آسکوربیک اسید کلروفیل a را افزایش داده است که پیشنهاد شده که محلول پاشی آسکوربیک اسید دستگاه فتوستنز را از تنش اکسیداتیو ایجاد شده توسط شوری حفظ می‌کند.

کارایی مصرف آب برگ: مقایسه میانگین میزان کارایی مصرف آب جدول (۳) نشان داد که در سطح شوری صفر بیشترین میزان کارایی مصرف آب در محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار و کمترین آن در محلول پاشی با ترکیب سالیسیلیک ۳ میلی مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار مشاهده شد. در سطح تنش شوری ۵۰ میلی مولار،

کمترین میزان کارایی مصرف آب در محلول پاشی با آب مقطر و بیشترین آن در محلول پاشی با ترکیب سالیسیلیک ۳ میلی مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار مشاهده شد. بیشترین میزان کارایی مصرف آب را سالیسیلیک ۳ میلی مولار و کمترین آن را محلول پاشی با آب مقطر در سطح شوری ۱۰۰ میلی مولار دارا بود. در سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار کمترین میزان کارایی مصرف آب در محلول پاشی با آب مقطر و بیشترین آن در محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار مشاهده شد. به طور کلی در تمام سطوح شوری، محلول پاشی با آب مقطر باعث کاهش و محلول پاشی با آسکوربیک اسید یا ترکیبی از آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید باعث افزایش کارایی مصرف آب برگ شدند. از طرفی با افزایش تنش شوری کارایی مصرف آب به میزان زیادی کاهش پیدا کرد.

Hester و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که در مقادیر پایین‌تر شوری، که تأثیر اسمزی ناشی از شوری بر سمیت یونی آن غالب است، آسیب به فتوستنز گیاه در مقایسه با تعلق کمتر می‌باشد و بنابراین با افزایش شوری، کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد، لیکن در شوری‌های بالا، تنش ناشی از سمیت یون‌های محلول شور نسبت به تنش اسمزی افزایش می‌یابد و در نتیجه افزایش شدید تنفس و کاهش فتوستنز گیاه را به دنبال دارد. این امر سبب کاهش مقدار ماده آلی تولید شده گیاه و بنابراین کاهش کارایی مصرف آب در شوری‌های بالا می‌گردد. اما در این تحقیق با افزایش شوری کارایی مصرف آب به شدت افت نمود؛ ولی اثر جبران کنندگی سالیسیلیک و آسکوربیک اسید بر آن مشهود بود.

سطح برگ: برهمکنش تنش شوری و محلول پاشی برای سطح برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش شوری و محلول پاشی (جدول ۳) نشان داد، در سطح تنش شوری ۵۰ میلی مولار، کمترین میزان سطح برگ در محلول پاشی با آب مقطر (۴۰۸۲ میلی متر مربع) و بیشترین آن در محلول پاشی با ترکیب سالیسیلیک اسید ۳ و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار (۷۶۲۴ میلی متر مربع) مشاهده شد. در سطح شوری ۱۰۰ میلی مولار، محلول پاشی با ترکیب

سالیسیلیک اسید ۳ و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار دارای بیشترین میزان سطح برگ (۷۲۰۲ میلی متر مربع) و محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار دارای کمترین میزان سطح برگ (۴۱۱۹ میلی متر مربع) بود. در بیشترین سطح شوری (۱۵۰ میلی مولار) محلول پاشی با ترکیب سالیسیلیک اسید ۳ و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار بیشترین (۷۱۱۴ میلی متر مربع) و محلول پاشی با سالیسیلیک اسید ۳ میلی مولار کمترین (۴۰۱۸ میلی متر مربع) میزان سطح برگ را دارا بود.

به طور کلی با افزایش شوری میزان سطح برگ کاهش پیدا کرده است. Kaya و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند که علائم قابل مشاهده تنش شوری بر روی گیاهان، شامل کاهش رشد بخش های هوایی، کاهش رشد ریشه و ایجاد برگ های کوچک می باشد. افزایش ناگهانی شوری خاک باعث می شود که سلول های برگ به طور موقت آب خود را از دست بدهند. با گذشت زمان سرعت تقسیم و طویل شدن سلول ها کاهش یافته و در نتیجه، این تغییرات منجر به کوچکتر شدن اندازه نهایی برگ ها خواهد شد (Munns, 2002). Munns و همکاران (۱۹۸۲) بیان داشتند که در شوری زیاد، آشکارترین واکنش گیاه ناشی از تنش های محدودکننده رشد ریشه، به خصوص تنش آب، کاهش طول برگ می باشد.

Martin-Max و Larque- Saavedra (۲۰۰۱) گزارش کردند که در گیاهان زینتی مثل گلوکسینیا و بنفشه، سالیسیلیک اسید تعداد برگ های تشکیل شده را افزایش داد، به طوری که سطح برگ گیاهان تیمار شده، ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان شاهد بود.

هدایت روزنه ای: اثر محلول پاشی در سطوح شوری برای هدایت روزنه ای در سطح شوری صفر و ۵۰ میلی مولار معنی دار بود (جدول ۱). جدول ۳ نشان داد که در سطح تنش شوری صفر، کمترین میزان هدایت روزنه ای (۰/۰۱ میلی مول CO₂ بر متر مربع بر ثانیه) در محلول پاشی با سالیسیلیک ۳ میلی مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار و بیشترین آن (۰/۰۲ میلی مول CO₂ بر متر مربع بر ثانیه) در محلول پاشی با آب مقطر و ترکیب سالیسیلیک ۳ میلی مولار و آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار بوده است. در سطح دوم شوری (۵۰ میلی مولار)، بیشترین میزان هدایت روزنه ای در محلول پاشی با

آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار و کمترین میزان هدایت روزنه ای در محلول پاشی با آب مقطر و سالیسیلیک ۳ میلی مولار مشاهده شد (جدول ۳).

اولین واکنش گیاه به تنش، محدود کردن هدایت روزنه ای و کاهش انتشار CO₂ به درون کلروپلاست می باشد. با افزایش شوری، پتانسیل اسمزی محیط اطراف ریشه نیز افزایش می یابد که باعث ازدیاد ترشح هورمون آبسیزیک اسید از ریشه می گردد که این امر موجب بسته شدن روزنه ها و کاهش هدایت روزنه ای می شود. افزایش مقاومت روزنه ای و کاهش هدایت روزنه ای در شرایط تنش توسط Flexas و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. به نظر می رسد در هنگام بروز تنش های محیطی یکی از عواملی که باعث کاهش فتوسنتز می شود بسته شدن روزنه ها است؛ Cordovilla و همکاران (۱۹۹۵) بیان کردند که تحت تأثیر شوری عوامل غیرروزنه ای مثل کارایی RUBP کربوکسیلاز، تولید مجدد روبیسکو، مقاومت مزوفیلی و مقدار کلروفیل کاهش می یابند.

محتوای آب نسبی برگ: محلول پاشی و شوری اثر معنی داری بر محتوای نسبی آب برگ سویا داشت، اما اثر برهمکنش آن ها بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۱). با توجه به جدول اثرات اصلی (جدول ۳) با افزایش سطوح شوری افزایش در محتوای آب نسبی برگ مشاهده شد. کمترین میزان محتوای آب نسبی برگ در محلول پاشی با سالیسیلیک اسید ۳ میلی مولار (۲۷/۳) و بیشترین آن در محلول پاشی با آسکوربیک اسید ۱/۵ میلی مولار (۳۲/۹) مشاهده شد. محتوای آب نسبی به عنوان معیاری قابل اعتماد برای اندازه گیری وضعیت آب در بافت های گیاهی محسوب شده و از این نظر نسبت به پتانسیل آب سلول برتری دارد، زیرا محتوای آب نسبی برگ از طریق ارتباط مستقیم با حجم سلول می تواند تعادل بین آب گیاه و سرعت تعرق را بهتر نشان دهد (Schonfield et al. 1988).

Zhao و همکاران (۱۹۹۲) ذکر نمودند که گیاهان با جذب یون، پتانسیل آبی خود را در سطح پایین تری حفظ می نمایند که این عمل به سازش، افزایش رشد و افزایش محتوای آب گیاهان کمک می کند. گیاهانی که در شرایط شور سریع تر به حالت تعدیل اسمزی می رسند، با محیط اطراف خود سریع تر سازگار شده و

سویا به خصوص فتوستنتر، با افزایش غلظت نمک کاهش یافت، البته این کاهش در سطوح بالای شوری شدیدتر بود. اما محلول پاشی آسکوربیک اسید عمدتاً و تا حدودی سالیسیلیک اسید توانست در سطوح بالای شوری اثرات نمک را تخفیف دهد.

می‌توانند محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل آب بافت‌های خود را با جذب بهتر آب حفظ کنند (Greenway and Munns, 1980).

نتیجه‌گیری:

در مجموع نتایج نشان داد که شاخص‌های فیزیولوژیک برگ

منابع:

- broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20°C. Postharvest Biology and Technology, 35: 191- 199.
- El- Tayeb, M. A. 2005. Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215- 225.
- Flexas, J., Ribas- Carbo, M. Diaz- Espejo, A. Galmes, J. and Medrano, H. (2008) Mesophyll conductance to CO₂: current knowledge and future prospects, Plant Cell and Environment 31: 602-621.
- Ghanati, F., A. Morita and H. Yokota. 2002. Induction of suberin and increase of lignin content by excess Boron in Tobacco cell. Plant Nutrition, 48: 357- 364.
- Greenway, H. and Munns, R. (1980) Mechanisms of salt tolerance in non- halophytes, Annual Review of Plant Physiology 31: 149- 190.
- Hester, M. W., Mendelesoln, I. A. and Mckee, K. L. (2001) Species and Population variation to salinity stress in *Panicum hemitomom*, *Spartina patens*, and *Spartina alterniflora*: morphological and physiological constrains, Environmental and Experimental Botany 46: 277- 297.
- Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. (1950) The water-culture for growing plants without soil, California Agriculture Experimental Statistics Circular 347: 32.
- Kar, M., and Mishra, D. (1976) Catalase, Peroxides and poly phenol oxides activities during rice leaf senescence, Plant Physiology 57: 315-319.
- Kaya, C., Kirnak, H. Higgs, D. and Satali, K. (2002) Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity, Scientia Horticulture 93: 65- 74.
- Kaya, M. D., Okci, G. Atak, M. Cikili, Y. and Kolsarici, O. (2006) Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.), European Journal of Agronomy 24: 291- 295.
- Khan, W., Prithviraj, B. and Smith, D. L. (2003) Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates, Journal of Plant Physiology 160: 485- 492.
- Khodary, 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.
- Leung, J., Bouvier- Durand, M. Morris, P. C. Guerrier, D. Chedfor, F. and Giraudat, J. (1994) Arabidopsis ABA- response gene ABI1: features of a calcium- and فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۴۷): ۶۲۰- ۶۱۱.
- طباطبایی، س. ج. (۱۳۸۷) اثر شوری و نیتروژن بر رشد، فتوستنتر درختان زیتون (*Olea europaea*)، مجله علوم باغبانی ایران ۳۹(۱): ۱۲۴- ۱۱۵.
- Agarwal, S., Sairam, R. K. Srivastava, G. C. and Meena, R. C. (2005) Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes, Biological Plant 49: 541- 550.
- Aldesuquy, H. S. and Ibrahim, A. H. (2001) Interactive effect of seawater and growth bio- regulators on water relations, abscisic acid concentration, and yield of wheat plants, Journal of Agronomy and Crop Science 187: 185- 193.
- Arnon, D. I. (1949) Copper enzyme in isolated chloroplast and polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, Plant Physiology 24(1): 1- 15.
- Ashraf, M. M. and Naqvi, I. (1992) Effect of varying Na⁺/Ca²⁺ ratios in saline sand culture on some physiological parameters of four *Brassica* species, Acta Physiologica Plantarum 14: 197- 205.
- Colom, M. R. and Vazzana, C. (2003) Photosynthesis and PSII functionality of drought resistant and drought-sensitive weeping lovegrass plants, Environmental and Experimental Botany 49: 135- 144.
- Cordovilla, M. P., Ocana, A., Ligerio, F. and Liuch, C. (1995) Salinity effects on growth analysis and nutrient composition in four grain legumes-rhizobium symbiosis. Journal of Plant Nutrition 18: 1596- 1609.
- Costa, M., Civell, P. M., Chaves, A. R. and Martinez, G. A. (2005) Effects of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase- linked chlorophyll bleaching during post- harvest senescence of

- Romeroaranda, R., Soria, T. and Cuartero, J. (2001) Tomato plant water uptake and plant water relationships under saline growth conditions, *Plant Science* 160: 265- 272.
- Sanitata, L. and Gabbriella, R. (1999) Response to Cd in higher plants–Review, *Environment and Experimental Botany* 45: 105-130.
- Schonfield, M. P., Richard, J. C. Carver, B. P. and Mornhi, N. W. (1988) Water relations in water wheat as drought resistance indicators, *Crop Science* 28: 526- 531.
- Schutz, H. and Fangmier, E. (2001) Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated CO₂ and water limitation, *Environmental Pollutions* 114: 187- 194.
- Shalata, A. and Neumann, P. M. (2001) Exogenous ascorbic acid (Vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. *Journal of Experiment Botany* 52: 2207- 2211.
- Sheteawi, S. A. (2007) Improving growth and yield of salt stressed soybean by exogenous application of jasmine acid and ascorbic, *International Journal of Agriculture and Biology* 9: 473-478.
- Sinha, S. K., H. Srivastava, S. and Tripathi, R. D. (1993) Influence of some growth regulators and cautions on inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in Maize, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 51: 241-246.
- Stoeva, N., and Kaymakanova, M. (2008) Effect of salt stress on the growth and photosynthesis rate of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Central European Agriculture* 9(3): 385-392.
- Szepesi, A., J. Csiszar, Bajkan, S. Gemes, K. Horvath, F. Erdei, L. Deer, A. K. Simon, M. L. and Tari, I. (2005) Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress, *Acta Biologica Szegediensis* 49: 123-125.
- Upadhyaya, H. and Panda, S. K. (2004) Responses of *Camellia sinensis* to drought and rehydration, *Biologia Plantarum* 48: 597- 600.
- Wang, D., Shannon, M. C. and Grieve, C. M. (2001) Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean, *Field Crops Research* 69: 267- 277.
- Yamada, Y. and Y. Fukutoku. 1986. Effect of water stress on soybean stress. Soybean in tropical and sub tropical cropping system. The anion vegetable research and development center shanbue Taiwan, China chapter, 48: 373-382.
- Zhao, H. J., Lin, X. W. Shi, H. Z. and Chang, S. M. (1995) The regulating effects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans, *Acta Agronomica Sinica* 21: 255- 351.
- Zhao, K. F. and Harris, P. J. (1992) The effects of iso-osmotic salt and water stresses on the growth of halophyte and non- halophyte, *Journal of Plant Physiology* 139: 761- 763.
- modulated protein phosphatase, *Plant Science* 264: 1448- 1452.
- Lichtenthder, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic bio membranes, *Methods in Enzymologist* 147: 350-382.
- Liu, X. and Huang. B. (2000) Heat stress injury in relation to membrane lipid peroxidation in creeping Bentgrass, *Crop Science* 40: 503-510.
- Martin- Max, R. and Larque- Saavedra, A. (2001) Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, Mexico, 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation, Society of America, Miami Beach Florida, USA pp: 97- 99.
- Mishra, A., and Choudhuri, M. A. (1999) Effects of salicylic acid on heavy metal induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice, *Biologia Plantarum* 42: 409-415.
- Mittler, R. (2002) Oxidative stress, Antioxidant and stress tolerance, *Trends in Plant Science* 7: 9- 15.
- Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress, *Plant Cell Environment* 28:239- 250.
- Munns, R., Greenway, H. Delane, R. and Gibbs, J. (1982) Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgar* growing at high external NaCl, *Journal of Experimental Botany* 135: 574- 583.
- Noctor, A. and C. H. Foyer. 1998. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. *Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49: 249- 279.
- Parida, A.K. and Das, A.B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.
- Peltzer, D., Dreyer, E. and Polle, A. (2002) Differential temperature dependencies of antioxidative enzymes in two contrasting species: *Fagus sylvatica* and *Coleus blumei*, *Plant Physiology and Biochemistry* 40: 141- 150.
- Poljakoff- Mayber, A. and Meiri, A. (1969) The response of plant to changing salinity, Final Technical Report. Heberew University/Volkani Institute Agriculture. Recording. Jerusalem 278 pp.
- Popova, L., Ananieva, V. Hristova, V. Christov, K. Geovgieva, K. Alexieva, V. and Stoinova, Z. (2003) Salicylic acid and methyl jasmonate- induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology (Special issue)* 133- 152.
- Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. (1997) Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiology role, *Plant Physiology* 23: 85- 93.
- Rai, V. K., Sharm, S. S. and Sharma, S. (1986) Reversal of ABA- induced stomatal induced by phenolic compounds, *Journal of Experimental Botany* 37: 129- 134.
- Raskin, I. (1992) Role of salicylic acid in plants, *Annual. Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 43: 439- 463.