رشد و فتوسنتز دو رقم انگور (*Vitis vinifera* L.) در پاسخ به کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط شوری

جعفر امیری[۱]، سعید عشقی[۲*]، عنایت‌اله تفضلی[۳] و ناصر عباسپور[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۱)

چکیده

کاهش اثرات منفی تنش شوری با استفاده از برخی مواد تنظیم کنندهٔ رشد گیاهی در گیاهان مختلف گزارش شده است. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثرات اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی و بازده فتوسنتز دو رقم انگور قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس در شرایط تنش ناشی از مقادیر مختلف کلرید سدیم انجام شد. قلمه‌های ریشه‌دار شده هر دو رقم با ۵ سطح شوری (شوری در محلول غذایی) صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و ۴ سطح اسید سالیسیلیک (محلول‌پاشی برگساره‌ای) صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شدند. نتایج نشان داد که بالاترین غلظت شوری (۱۰۰ میلی‌مولار) همهٔ پارامترهای رشدی و سرعت فتوسنتز خالص را کاهش داد. رقم قره‌شانی در مقایسه با رقم تامپسون‌سیدلس، از میزان کلروفیل کل بالاتری برخوردار بود. میزان فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای در پاسخ به شوری در هر دو رقم کاهش یافت و در رقم تامپسون‌سیدلس میزان کاهش بیشتر از رقم قره‌شانی بود. میزان فتوسنتز خالص در بیشترین سطح شوری، بدون کاربرد اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون سیدلس به‌ترتیب در حدود ۲ و ۴ برابر کاهش یافت، اما با کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، میزان فتوسنتز خالص در مقایسه با تیمار شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون سیدلس به‌ترتیب حدود ۲ و ۲/۵ برابر کاهش یافت. یافته‌های این پژوهش، پیشنهاد می‌نماید که تأثیر اسید سالیسیلیک (غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در شرایط شوری بر رشد و فتوسنتز هر دو رقم به‌ویژه قره‌شانی، مثبت بوده واین ترکیب می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم کننده رشد، باعث افزایش مقاومت گیاه به شوری گردد.

واژه‌های کلیدی: انگور، مقاومت به شوری، وزن خشک، هدایت روزنه‌ای

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۴. استادیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: eshghi@shirazu.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر، در بیشتر مناطق دنیا، افزایش تنش نمک، تهدیدی جدی برای پرورش دهندگان انگور محسوب می‌گردد (۱۰). شوری، در بسیاری از ویژگی‌های مورفولوژیکی انگور مثل وزن تر و خشک ساقه و ریشه، نسبت ریشه به ساقه، شاخص سطح برگ و هم‌چنین روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی نظیر کلروفیل، پتانسیل آب برگ و جذب مواد غذایی تأثیر دارد (۱۰). پژوهش‌های مزرعه‌ای نشان داده که تاک‌های انگور دارای مقاومت متوسطی نسبت به شوری می‌باشند (۳۱). رشد گیاهان در شرایط تنش شوری، به‌دلیل کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه (۲۳) و تأثیر ویژه یون‌ها در فرآیندهای متابولیکی کاهش می‌یابد (۲). در تاک‌های انگور، تنش شوری باعث کاهش رشد رویشی شده و نیز میزان جذب دی‌اکسید کربن را کاهش می‌دهد که دلیل آن افزایش غلظت کلر در پهنک برگ می‌باشد (۴۱). در پژوهش دیگری، فیزاراکیس و همکاران (۱۰)، کاهش در وزن خشک اندام هوایی انگور را در تمامی سطوح شوری گزارش نمودند.

تنش شوری در انگور، باعث کاهش در میزان فعالیت‌های فتوسنتزی از طریق کاهش در توسعه برگ‌ها، کاهش قدرت رشد شاخساره و ریشه، سوختگی یا نکروزه شدن برگ‌ها (به‌خصوص برگ‌های مسن) و کاهش محصول شده و در نهایت منجر به مرگ گیاه می‌گردد (۳۰ و ۴۲). در پژوهشی، گارسیا سانچز و همکاران (۱۱) بیان نمودند که در شرایط تنش شوری، کاهش در میزان کلروفیل از یک سو و اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر از سوی دیگر، باعث اختلال در فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و در نتیجه مواد غذایی لازم جهت رشد و گسترش یاخته‌ها تأمین نشده و بدین ترتیب، کاهش رشد رویشی در درختان میوه اتفاق می‌افتد. هم‌چنین بیان شد که ممانعت از رشد رویشی در تاک‌های انگور و یا کاهش تثبیت دی‌اکسید کربن (کاهش فتوسنتز) در شرایط تنش شوری، با تغییراتی در هدایت روزنه‌ای، روند انتقال الکترون، پتانسیل آب برگ، فلورسانس کلروفیل، پتانسیل اسمزی و غلظت یون‌ها ارتباط دارد (۴۳). در پژوهش دانتون (۶) روی انگور رقم سلطانی، گزارش گردید که فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای به میزان زیادی تحت تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم، کاهش یافته و این میزان کاهش به‌طور مستقیم با غلظت یون‌های کلر در مقایسه با یون‌های سدیم، در ارتباط می‌باشد.

امروزه از ترکیباتی استفاده می‌شود که مقاومت گیاهان را به انواع تنش‌های محیطی (زنده و غیر زنده) افزایش داده و موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شود. یکی از مهم‌ترین ترکیباتی که در این زمینه شناسایی شده، اسید سالیسیلیک است. این ماده، با کاربرد بیرونی، در برخی از مراحل فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی در گیاه دخالت دارد (۱۵). اسید سالیسیلیک نقش مهمی در پاسخ گیاهان به تنش‌های غیر زنده مثل شوری و تنش اسمزی ایفاء می‌نماید (۴). کاربرد اسید سالیسیلیک در گوجه‌فرنگی، باعث بهبود فتوسنتز و افزایش هدایت روزنه‌ای در شرایط تنش شوری گردید (۳۹). طی پژوهش‌های فراوان، بیان شده که اسید سالیسیلیک، رشد گیاه را در شرایط تنش از طریق جذب عناصر غذایی، تنظیم روابط آبی گیاه، تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها و فتوسنتز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۵). در پژوهشی روی توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری، استفاده از اسید سالیسیلیک در غلظت ۱ میلی‌مولار، باعث افزایش وزن تر و خشک شاخساره و ریشه و نیز میزان کلروفیل گردید (۱۹). تیمار گندم در شرایط شوری با اسید سالیسیلیک، باعث افزایش تقسیم یاخته‌ای در مریستم انتهایی ریشه و افزایش شاخص میتوزی شده که در نهایت افزایش رشد را به‌دنبال داشت (۳۴). بررسی‌های دیگر نشان داده که کاربرد اسید سالیسیلیک، با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، باعث افزایش پتانسیل مقاومت گیاهان به تنش‌های غیر زنده می‌گردد (۱۶). کاربرد بیرونی اسید سالیسیلیک در گیاه هویج در شرایط شوری و سمیت بور، میزان رشد، وزن خشک ریشه، میزان کارتنوئیدها، آنتوسیانین و هم‌چنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در شاخساره و ریشه‌های ذخیره‌ای افزایش و هم‌چنین باعث کاهش تجمع یون‌های سمی بور و کلر در این گیاه گردید (۷).

تأثیر اسید سالیسیلیک بر کاهش اثرات منفی تنش‌ها به عواملی مانند نوع گونه گیاهی، مرحله نموی گیاه، روش کاربرد و میزان غلظت اسید سالیسیلیک بستگی دارد (۴). پژوهش‌های بسیار کمی در گیاهان چوبی به‌ویژه در انگور در ارتباط با تأثیر اسید سالیسیلیک در پاسخ به تنش شوری انجام شده، بنابراین هدف اصلی از این پژوهش بررسی تأثیر محلول پاشی برگی اسید سالیسیلیک بر رشد و فتوسنتز دو رقم انگور و شناخت برخی مکانیسم‌های احتمالی مقاومت به شوری و هم‌چنین مقایسه میزان مقاومت آن دو رقم به شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه طی سال‌های ۹۱ – ۱۳۸۹ انجام گرفت. به‌منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو رقم انگور (قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس) در شرایط تنش شوری، آزمایش گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. در این پژوهش، فاکتورهای مورد نظر شامل: رقم (قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس)، غلظت کلرید سدیم در محلول غذایی در ۵ سطح (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار) و اسید سالیسیلک (با مارک Applichem، جرم مولی آن ۱۳۸/۱۲گرم بر مول، نحوه کاربرد به‌صورت محلول‌پاشی برگساره‌ای) در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. در این پژوهش، از قلمه‌های دو رقم انگور (قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس) استفاده گردید. قلمه‌های ریشه دار شده انگور (بدون کاربرد هورمون ریشه‌زایی) به گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر محتوی محیط کشت پرلیت و کوکوپیت (به نسبت حجمی ۱:۱) انتقال یافته و با محلول غذایی نیم غلظت هوگلند (۱۷) تغذیه شدند. گیاهان در گلخانه‌ای با شرایط نور طبیعی و دمای ۳ ± ۲۷/۱۹ (شب/ روز) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰ ± ۵۰ درصد مستقر شدند. از شروع کاشت قلمه‌های ریشه‌دار شده در گلدان‌ها، هفته‌ای سه بار، ابتدا با ۱۵۰ میلی‌لیتر و در ادامه هم‌زمان با افزایش رشد گیاهان با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول غذایی هوگلند تغییر یافته (نیم غلظت) آبیاری شدند (۱۷). pH محلول غذایی ۶/۳ و هفته‌ای یک‌بار جایگزین شد. قلمه‌های شناسنامه دار مورد استفاده در این پژوهش، از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی تهیه و قلمه‌ها، بدون کاربرد هورمون ریشه‌زایی، ریشه‌دار شدند.

قلمه‌های ریشه‌دار شده انگور، بعد از استقرار در گلدان، به‌مدت ۱۰۰ روز با محلول غذایی هوگلند آبیاری شده و سپس تیمارهای شوری، شروع شدند. نمک کلرید سدیم همراه با محلول غذایی هوگلند، مورد استفاده قرار گرفت. هدایت الکتریکی (EC) نمک‌های مورد استفاده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، به‌ترتیب ۱/۴، ۳/۶، ۷/۵ و ۱۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. اسید سالیسیلیک به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌های انگور به‌کار رفت. تیمارهای اسید سالیسیلیک در چهار مرحله (در زمان تیمار شوری و مراحل بعدی، ۲، ۴ و ۶ هفته بعد) روی برگ‌ها محلول‌پاشی شدند. مدت زمان دوره تنش شوری، هفت هفته بود.

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر برخی از ویژگی‌های رویشی گیاهان مورد آزمایش، صفاتی نظیر ارتفاع بوته و طول ریشه توسط خط‌کش، سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf Area Meter, AM 200) و وزن تر ساقه و ریشه به کمک ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری گردید. هم‌چنین تعداد برگ‌ها شمارش شد. جهت تعیین وزن خشک نمونه‌ها (ساقه و ریشه)، ابتدا نمونه‌ها به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و پس از خارج نمودن نمونه‌ها از آون، وزن خشک آنها به کمک ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) تعیین شدند.

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید، از روش لیچتنت‌هالرو ولبورن (۲۵) استفاده شد. ۰/۱ گرم از وزن تر برگ به‌همراه ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده شد. عصاره حاصل به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵۰۰ دور، سانتریفیوژ شد. سپس جذب فاز بالایی هر یک از نمونه‌های

سانتریفیوژ شده توسط اسپکتروفتومتر (UV/visible مدل UK، S2 100 و WPA) در طول موج‌های ۶۶۲ نانومتر، ۶۴۵ نانومتر و ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$Chl\ a = 11.75\ A_{662} - 2.350\ A_{645} \quad (۱)$$

$$Chl\ b = 18.61\ A_{645} - 3.960\ A_{662} \quad (۲)$$

$$Car = 1000\ A_{470} - 2.270\ Chl\ a - 81.4\ Chl\ b\ /227 \quad (۳)$$

در این رابطه Chl a، Chl b و Car به‌ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید می‌باشد (A میزان جذب خوانده شده در هر طول موج توسط اسپکتروفتومتر می‌باشد).

اندازه‌گیری میزان فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق، با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز (مدلWalz, HCM-1000، ساخت کشور آلمان) محاسبه و اندازه‌گیری‌ها، در ساعت ۱۱ صبح تا ۱۳ بعدازظهر صورت گرفت.

برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی، از نرم افزار SAS سری 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج

تعداد و سطح برگ

اسید سالیسیلیک به‌ویژه در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تأثیر مثبتی در کاهش اثرات منفی شوری بر تعداد برگ در هر دو رقم داشت. این تأثیر مثبت در سطوح پائین شوری (۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار شوری) بیشتر نمایان بود. از نظر تعداد برگ، تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک در قره‌شانی بیشتر از تامپسون‌سیدلس بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح شوری، تعداد برگ‌ها کاهش یافته و اختلاف بین تیمارها از این نظر معنی‌دار بود. بیشترین تعداد برگ در هر دو رقم، مربوط به تیمار شاهد و کمترین تعداد برگ در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl مشاهده شد. در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl، همراه با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، در مقایسه با گیاهان شاهد در رقم‌های قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۴۰/۸۳ و ۵۳/۳۳ درصد کاهش تعداد برگ مشاهده گردید (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش غلظت شوری، سطح برگ در هر دو رقم کاهش یافت و اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود. اسید سالیسلیک تأثیر مثبتی بر کاهش اثرات منفی شوری بر سطح برگ داشت، اما این تأثیر در سطوح بالای شوری (۱۰۰ میلی مولار) در هر دو رقم ضعیف‌تر بود. در تیمار شوری ۱۰۰ میلی‌مولار همراه با بیشترین غلظت اسید سالیسیلیک (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در مقایسه با گیاهان شاهد، در رقم‌های قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۲۸/۶ و ۴۱ درصد کاهش سطح برگ مشاهده شد. درصد کاهش سطح برگ در رقم تامپسون‌سیدلس بیش از رقم قره‌شانی بود (جدول ۱).

طول ریشه و ساقه

طول ریشه نیز متناسب با افزایش غلظت نمک در هر دو رقم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در تیمار ۷۵ میلی‌مولار شوری (بدون کاربرد SA)، طول ریشه‌ها در رقم قره‌شانی بیشتر از تامپسون‌سیدلس بود اما در ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، طول ریشه در هر دو رقم از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. در بالاترین سطح شوری، کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در رقم‌های قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس از نظر آماری، تأثیر یکسانی بر طول ریشه داشت.

در رقم قره‌شانی، طول ریشه، از ۸۲/۷۶ سانتی‌متر در تیمار شاهد، به ۳۷/۸۲ سانتی‌متر در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار (بدون اسید سالیسیلیک) و به ۴۶/۹۹ سانتی‌متر، در بالاترین سطح شوری به همراه بالاترین سطح اسید سالیسیلیک رسید. اسید سالیسیلیک (در بالاترین سطح)، در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، باعث افزایش طول ریشه به میزان ۹/۱۷ سانتی‌متر در مقایسه با تیمار شوری ۱۰۰ میلی‌مولار (بدون اسید سالیسیلیک) گردید. هم‌چنین این شاخص، در رقم تامپسون‌سیدلس، از ۷۵/۷۴ سانتی‌متر در تیمار شاهد، به ۳۵/۰۴ در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار

جدول ۱. نتایج مقایسه میانگین برخی از شاخص‌های رشدی مورد ارزیابی در دو رقم انگور در سطوح مختلف شوری با غلظت‌های متفاوت اسید سالیسیلیک

رقم انگور	کلرید سدیم (میلی مولار)	سالیسیلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک شاخساره (گرم)
قره‌شانی	۰	۰	۶۰/۰۰^{a}	۱۱۱/۰۰$^{g-i}$	۸۲/۷۶^{a}	۴۷/۴۲^{hi}	۳۵/۰۹^{c}	۳۴/۰۵^{de}	۶/۱۱$^{b-f}$	۱۴/۸۶$^{d-h}$
		۱۰۰	۵۵/۲۵^{bc}	۱۱۳/۵۰^{g}	۷۹/۵۲$^{a-c}$	۴۴/۳۷^{j}	۳۳/۳۵^{c}	۳۱/۳۶^{fg}	۵/۸۲$^{c-g}$	۱۴/۷۷$^{e-g}$
		۲۰۰	۵۸/۷۵^{ab}	۱۱۲/۰۰^{gh}	۸۰/۱۵^{ab}	۴۸/۴۷^{h}	۳۷/۳۵^{c}	۳۲/۷۴^{ef}	۶/۲۶$^{b-d}$	۱۵/۲۲$^{c-g}$
		۳۰۰	۵۸/۲۵^{ab}	۱۰۹/۰۰$^{g-i}$	۷۷/۶۱$^{b-d}$	۴۶/۷۹$^{h-j}$	۳۶/۵۹^{c}	۳۳/۸۶^{de}	۵/۷۶$^{c-g}$	۱۶/۱۴$^{c-e}$
	۲۵	۰	۵۴/۰۰^{c}	۹۲/۵۰^{l}	۷۰/۹۶^{g}	۳۹/۰۷^{k}	۲۹/۲۱$^{e-g}$	۳۰/۹۸^{fg}	۴/۵۳^{ij}	۱۳/۹۹^{gh}
		۱۰۰	۵۲/۵۰^{c}	۹۴/۵۰^{l}	۷۰/۳۱^{gh}	۴۰/۳۴^{k}	۲۷/۸۱$^{f-h}$	۳۲/۸۸$^{d-f}$	۴/۵۸^{ij}	۱۴/۶۷$^{e-h}$
		۲۰۰	۵۵/۷۵^{bc}	۱۰۵/۲۵^{ij}	۷۸/۱۲$^{b-d}$	۴۴/۰۲^{j}	۳۵/۰۸^{c}	۳۴/۸۴^{d}	۵/۴۴$^{e-h}$	۱۵/۷۱$^{c-f}$
		۳۰۰	۵۶/۷۵$^{a-c}$	۱۰۶/۵۰^{hi}	۷۹/۳۷$^{a-c}$	۴۵/۲۰^{ij}	۳۴/۲۱^{c}	۳۳/۷۹^{de}	۵/۵۳$^{d-g}$	۱۵/۲۸$^{c-g}$
	۵۰	۰	۳۹/۷۵^{d}	۸۳/۵۰$^{n-p}$	۵۴/۳۹^{k}	۳۲/۶۱^{l}	۲۵/۱۳^{ij}	۲۳/۱۴$^{i-l}$	۴/۲۰^{jk}	۱۰/۳۲$^{j-l}$
		۱۰۰	۳۸/۵۰$^{d-f}$	۸۱/۷۵^{op}	۵۵/۱۹^{jk}	۲۹/۹۰^{m}	۲۴/۲۴^{jk}	۲۴/۲۸$^{i-k}$	۴/۰۳^{jk}	۱۱/۲۴$^{i-k}$
		۲۰۰	۵۵/۲۵^{bc}	۹۴/۰۰^{kl}	۶۶/۷۴^{hi}	۴۰/۴۵^{k}	۲۹/۲۸$^{d-g}$	۲۶/۳۹^{h}	۴/۶۱$^{i-j}$	۱۱/۷۳^{ij}
		۳۰۰	۵۵/۰۰^{bc}	۹۹/۷۵^{jk}	۷۱/۸۳^{fg}	۴۴/۱۱^{j}	۳۰/۵۰^{de}	۲۶/۷۶^{h}	۴/۷۴$^{h-j}$	۱۱/۸۰^{i}
	۷۵	۰	۲۸/۵۰$^{k-m}$	۶۰/۰۰^{qr}	۴۸/۲۳^{lm}	۲۴/۷۲^{n}	۱۹/۷۵^{l}	۱۷/۴۴^{m}	۲/۵۸^{mn}	۶/۷۷^{mn}
		۱۰۰	۲۷/۷۵$^{l-n}$	۵۷/۰۰^{rs}	۴۵/۵۲$^{l-o}$	۲۳/۹۳^{n}	۱۴/۲۵^{m}	۱۵/۵۸^{n}	۲/۱۹^{no}	۶/۸۰^{mn}
		۲۰۰	۳۴/۲۵^{gi}	۸۴/۲۵$^{n-p}$	۵۶/۹۹^{jk}	۲۷/۸۴^{m}	۲۳/۸۳^{jk}	۲۲/۲۸^{kl}	۳/۶۲^{kl}	۹/۵۱^{l}
		۳۰۰	۳۹/۲۵^{de}	۸۶/۰۰^{no}	۶۳/۳۲^{i}	۲۸/۸۵^{m}	۲۵/۹۴$^{h-j}$	۲۳/۱۲$^{i-l}$	۴/۰۸^{jk}	۱۰/۴۳$^{i-l}$
	۱۰۰	۰	۲۴/۵۰^{no}	۵۳/۵۰^{s}	۳۷/۷۸^{r}	۲۲/۲۸^{no}	۱۱/۳۴^{n}	۱۱/۷۶^{o}	۱/۳۷^{op}	۳/۸۲^{o}
		۱۰۰	۲۲/۷۵$^{o-q}$	۵۰/۲۵^{s}	۳۹/۲۰^{qr}	۲۰/۴۴^{o}	۱۲/۳۵^{mn}	۱۱/۱۵^{o}	۱/۲۵^{p}	۳/۶۷^{o}
		۲۰۰	۳۱/۵۰$^{i-k}$	۶۳/۷۵^{q}	۴۳/۸۹$^{n-p}$	۲۳/۴۳^{n}	۱۲/۵۶^{mn}	۱۴/۰۸^{n}	۱/۶۱^{op}	۵/۶۴^{mn}
		۳۰۰	۳۵/۵۰$^{f-h}$	۷۹/۲۵^{p}	۴۶/۹۹$^{l-o}$	۲۲/۳۹^{no}	۱۳/۸۱^{mn}	۱۳/۶۹^{n}	۱/۶۴^{op}	۵/۳۳^{n}
تامپسون سیدلس	۰	۰	۳۳/۷۵$^{g-j}$	۱۹۰/۲۵^{ab}	۷۵/۷۴$^{c-e}$	۷۸/۴۱^{a}	۴۴/۲۳^{a}	۴۳/۱۷^{ab}	۸/۵۸^{a}	۱۹/۲۳^{a}
		۱۰۰	۳۶/۰۰$^{e-g}$	۱۸۸/۲۵^{ab}	۷۳/۷۰$^{e-g}$	۷۲/۵۷^{cd}	۴۶/۱۱^{a}	۴۴/۴۸^{a}	۹/۵۱^{a}	۱۷/۷۸^{ab}
		۲۰۰	۳۴/۷۵$^{g-i}$	۱۸۴/۷۵^{b}	۷۶/۰۰$^{c-e}$	۷۴/۸۶^{bc}	۴۵/۷۹^{a}	۴۲/۷۲^{ab}	۸/۹۵^{a}	۱۹/۱۶^{a}
		۳۰۰	۳۲/۷۵$^{g-j}$	۱۹۱/۷۵^{a}	۷۸/۰۷$^{b-d}$	۷۵/۵۹^{b}	۴۶/۱۸^{a}	۴۲/۷۶^{ab}	۹/۳۴^{a}	۱۸/۲۸^{a}
	۲۵	۰	۲۷/۲۵$^{l-n}$	۱۶۹/۰۰^{c}	۶۳/۷۶^{i}	۶۱/۳۴^{f}	۳۶/۳۴^{c}	۳۹/۳۲^{c}	۶/۸۳^{b}	۱۶/۲۷^{cd}
		۱۰۰	۲۶/۲۵$^{m-o}$	۱۶۵/۵۰^{c}	۶۵/۰۰^{i}	۶۳/۵۹^{f}	۳۴/۱۹^{c}	۳۷/۵۱^{cd}	۶/۴۹^{bc}	۱۶/۴۸^{bc}
		۲۰۰	۳۰/۲۵$^{j-l}$	۱۸۶/۷۵^{ab}	۷۰/۲۸^{gh}	۶۷/۱۶^{e}	۴۱/۷۳^{b}	۴۳/۱۸^{ab}	۸/۳۹^{a}	۱۸/۶۴^{a}
		۳۰۰	۳۲/۰۰$^{h-k}$	۱۸۶/۵۰^{ab}	۷۵/۰۳$^{d-f}$	۶۹/۸۶^{de}	۴۴/۵۴^{a}	۴۲/۰۰^{b}	۸/۸۱^{a}	۱۹/۰۱^{a}
	۵۰	۰	۱۸/۵۰$^{r-t}$	۱۳۷/۲۵^{e}	۴۹/۵۷^{l}	۵۲/۳۰^{g}	۲۷/۷۵$^{f-h}$	۲۲/۹۳$^{j-l}$	۵/۱۲$^{g-i}$	۱۰/۰۷^{kl}
		۱۰۰	۲۰/۷۵$^{p-r}$	۱۴۰/۲۵^{e}	۴۸/۱۰^{lm}	۵۳/۷۷^{g}	۲۵/۰۰$^{h-j}$	۲۴/۹۰^{hi}	۵/۳۳$^{f-i}$	۹/۸۴^{kl}
		۲۰۰	۲۶/۰۰$^{m-o}$	۱۶۰/۲۵^{d}	۵۸/۵۷^{j}	۶۰/۹۲^{f}	۳۱/۶۴^{d}	۳۰/۵۹^{g}	۵/۰۷$^{g-i}$	۱۳/۴۹^{h}
		۳۰۰	۲۸/۷۵$^{k-m}$	۱۷۳/۵۰^{c}	۶۵/۰۶^{i}	۶۳/۸۷^{f}	۳۵/۳۰^{c}	۳۳/۴۶^{de}	۶/۱۶$^{b-e}$	۱۴/۳۴$^{f-h}$
	۷۵	۰	۱۷/۲۵$^{r-u}$	۱۱۲/۷۵^{gh}	۴۳/۶۶$^{n-p}$	۳۹/۷۶^{k}	۱۴/۸۳^{m}	۱۸/۱۵^{m}	۱/۶۷^{op}	۷/۲۴^{m}
		۱۰۰	۱۷/۷۵$^{r-u}$	۱۱۳/۷۵^{g}	۴۱/۷۲^{pq}	۳۷/۴۵^{k}	۱۲/۸۲^{mn}	۱۷/۲۹^{m}	۱/۷۰^{op}	۷/۰۲^{m}
		۲۰۰	۱۹/۵۰$^{q-s}$	۱۳۰/۰۰^{f}	۴۵/۰۸$^{l-o}$	۴۴/۴۷^{ij}	۱۹/۳۶^{l}	۲۲/۵۳$^{j-l}$	۳/۰۴^{lm}	۱۰/۱۹^{kl}
		۳۰۰	۲۳/۲۵^{op}	۱۳۵/۷۵^{ef}	۴۷/۱۶$^{l-o}$	۲۲/۲۳^{k}	۲۴/۴۴^{ij}	۲۴/۶۵^{kl}	۳/۶۵^{kl}	۱۱/۳۰$^{i-k}$
	۱۰۰	۰	۱۴/۷۵^{u}	۹۱/۲۵^{lm}	۳۵/۰۴^{r}	۳۳/۴۷^{l}	۱۱/۰۷^{n}	۱۴/۳۶^{n}	۱/۵۹^{op}	۵/۹۵^{mn}
		۱۰۰	۱۴/۵۰^{u}	۸۹/۷۵$^{l-n}$	۳۷/۳۹^{r}	۳۱/۰۹^{l}	۱۳/۴۲^{mn}	۱۵/۱۲^{n}	۱/۷۷^{op}	۵/۴۷^{n}
		۲۰۰	۱۷/۰۰^{u}	۱۰۶/۵۰^{hi}	۴۲/۳۲^{op}	۳۸/۲۴^{k}	۱۲/۵۲^{mn}	۱۶/۸۸^{m}	۱/۴۱^{op}	۶/۶۰^{mn}
		۳۰۰	۱۵/۷۵^{tu}	۱۱۲/۲۵^{gh}	۴۴/۴۳$^{m-p}$	۴۰/۶۳^{k}	۱۳/۲۱^{mn}	۱۷/۰۸^{m}	۱/۷۱^{op}	۷/۷۱^{m}

اختلاف میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

(بدون اسید سالیسیلیک) و به ۴۴/۴۳ سانتی‌متر، در تیمار بالاترین سطح شوری به همراه ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک رسید. در رقم تامپسون‌سیدلس نیز، اسید سالیسیلیک (در بالاترین سطح شوری)، اثر منفی شوری بر طول ریشه را کاهش داد و باعث افزایش طول ریشه به میزان ۹/۳۹ سانتی‌متر، نسبت به تیمار شوری ۱۰۰ میلی‌مولار(بدون اسید سالیسیلیک) شد (جدول ۱).

غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی در کاهش اثرات منفی شوری بر طول ساقه در هر دو رقم داشتند، اما این تأثیر در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، در رقم قره‌شانی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. میزان کاهش رشد طول ساقه در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد، در رقم‌های قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۵۲/۷۸ و ۴۸/۱۸ درصد بود (جدول ۱).

وزن تر و خشک ریشه و شاخساره

اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر وزن تر ریشه در هر دو رقم داشت اما این روند با افزایش غلظت نمک در محیط ریشه ضعیف‌تر شد به‌طوری‌که در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، کاربرد غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر کاهش اثرات منفی شوری بر وزن تر ریشه در هر دو رقم از لحاظ آماری بی‌تأثیر بود. تأثیر اسید سالیسیلیک بر وزن تر شاخساره نیز در دو رقم مثبت بود. در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک، کاربرد غلظت‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در هر دو رقم، تأثیر مشابهی بر وزن تر شاخساره داشت. تأثیر منفی شوری بر کاهش وزن تر شاخساره در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، در رقم تامپسون‌سیدلس بیشتر از رقم قره‌شانی بود. سطوح مختلف شوری، تأثیر معنی‌داری بر کاهش وزن تر ریشه و اندام هوایی، در سطح احتمال یک درصد داشتند. میزان کاهش وزن تر شاخساره در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس نسبت به گیاهان شاهد به‌ترتیب ۵۹/۷۹ و ۶۰/۴۴ درصد بود. میزان کاهش وزن تر ریشه در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس نسبت به گیاهان شاهد به‌ترتیب ۶۰/۶۴ و ۷۰/۱۳ درصد بود. در این تیمار، هم‌چنین هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین دو رقم از لحاظ وزن تر ریشه وجود نداشت (جدول ۱).

اسید سالیسیلیک، تأثیر مثبتی بر کاهش اثرات منفی شوری بر وزن خشک ریشه و شاخساره در هر دو رقم داشت، اما این تأثیر با افزایش سطوح شوری بسیار ضعیف‌تر گردید، به‌طوری‌که در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک، کاربرد سطوح مختلف اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر کاهش اثرات شوری بر وزن خشک ریشه در هیچ‌یک از دو رقم نداشت. تأثیر منفی شوری بر کاهش وزن خشک ریشه در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، در رقم تامپسون‌سیدلس بیشتر از رقم قره‌شانی بود اما در همین تیمار، تأثیر منفی شوری، بر کاهش وزن خشک شاخساره در رقم قره‌شانی بیشتر از تامپسون‌سیدلس بود. وزن خشک ریشه و شاخساره نیز هم‌زمان با افزایش غلظت شوری در هر دو رقم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. میزان کاهش وزن خشک ریشه در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب ۷۳/۱۵ و ۸۰/۰۷ درصد بود و هم‌چنین میزان کاهش وزن خشک شاخساره در این تیمار در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس در مقایسه با گیاهان شاهد به‌ترتیب ۶۴/۱۳ و ۵۹/۹ مشاهده گردید. در تیمار بیشترین سطح شوری و بالاترین سطح اسید سالیسیلیک (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، هیچ اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بین دو رقم از نظر وزن خشک ریشه وجود نداشت (جدول ۱).

کلروفیل و کاروتنوئید

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان کلروفیل‌های a و b در هر دو رقم تحت تأثیر سطوح مختلف شوری کاهش یافته

است. در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک به همراه ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان کاهش کلروفیل a در مقایسه با شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۳۸/۳۱ و ۴۶/۶۷ درصد و هم‌چنین میزان کاهش کلروفیل b در این تیمار در مقایسه با شاهد در این دو رقم به‌ترتیب ۴۰/۱ و ۴۴/۶۲ درصد مشاهده گردید. بنابراین میزان کاهش کلروفیل‌های a و b تحت تأثیر شوری در رقم قره‌شانی در مقایسه با رقم تامپسون‌سیدلس کمتر بود (جدول ۲).

میزان کاروتنوئیدها تحت تأثیر سطوح مختلف شوری افزایش یافت. در بالاترین سطح شوری (۱۰۰ میلی‌مولار نمک) بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، در مقایسه با تیمار شاهد، میزان کاروتنوئیدها در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۴ و ۴/۱ برابر افزایش یافته است اما با کاربرد بالاترین سطح اسید سالیسیلیک در بالاترین سطح شوری، میزان کاروتنوئیدها در مقایسه با شاهد، در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب فقط ۲ و ۲/۸ برابر افزایش یافتند (جدول ۲).

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح شوری، میزان کلروفیل کل (a + b) و نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئیدها کاهش پیدا می‌نماید. کاهش میزان کلروفیل کل در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک به همراه ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۳۸/۷۹ و ۴۶/۰۸ درصد بود، هم‌چنین نسبت کلروفیل کل به کاروتنوئیدها در این تیمار، در مقایسه با شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۶۸/۱۹ و ۸۱/۱۳ درصد بود اما نسبت کلروفیل a/b در این تیمار در مقایسه با شاهد، در این دو رقم، هم‌چنین بین دو رقم از لحاظ آماری، با هم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲).

فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق

تأثیر شوری به‌ویژه در سطوح بالاتر بر کاهش فتوسنتز در رقم تامپسون‌سیدلس بیشتر از رقم قره‌شانی بود. تأثیر اسید سالیسیلیک بر بهبود فتوسنتز تا سطوح شوری ۵۰ میلی‌مولار، در هر دو رقم معنی‌دار بود اما در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، کاربرد اسید سالیسیلیک بر تعدیل اثر منفی شوری بر فتوسنتز در هر دو رقم از لحاظ آماری بی‌تأثیر بود. در تیمار بالاترین میزان سطح شوری، بدون کاربرد اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد، میزان فتوسنتز خالص در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۱/۹۷ و ۳/۹۴ برابر کاهش یافت، اما با کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، میزان فتوسنتز خالص در مقایسه با تیمار شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۱/۹۱ و ۲/۵۲ برابر کاهش یافت. هم‌چنین در تیمار شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، از نظر آماری، رقم قره‌شانی از فتوسنتز خالص بالاتری نسبت به رقم تامپسون‌سیدلس برخوردار بود (شکل ۱).

هدایت روزنه‌ای و تعرق نیز مانند فتوسنتز خالص در هر دو رقم، با افزایش میزان شوری، کاهش یافتند. در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، میزان کاهش هدایت روزنه‌ای در رقم قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۲/۵۲ و ۶/۸۷ برابر بود اما دراین تیمار شوری، کاربرد۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان هدایت روزنه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۲/۸ و ۳/۸۷ برابر کاهش یافت (شکل ۱).

در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، در مقایسه با شاهد میزان تعرق در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۲/۹۷ و ۲/۹۱ برابر کاهش یافت اما در این تیمار نمک، کاربرد۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، میزان کاهش تعرق در مقایسه با شاهد در ارقام قره‌شانی و تامپسون‌سیدلس به‌ترتیب ۲/۴ و۲/۴۳ برابر شد (شکل ۱).

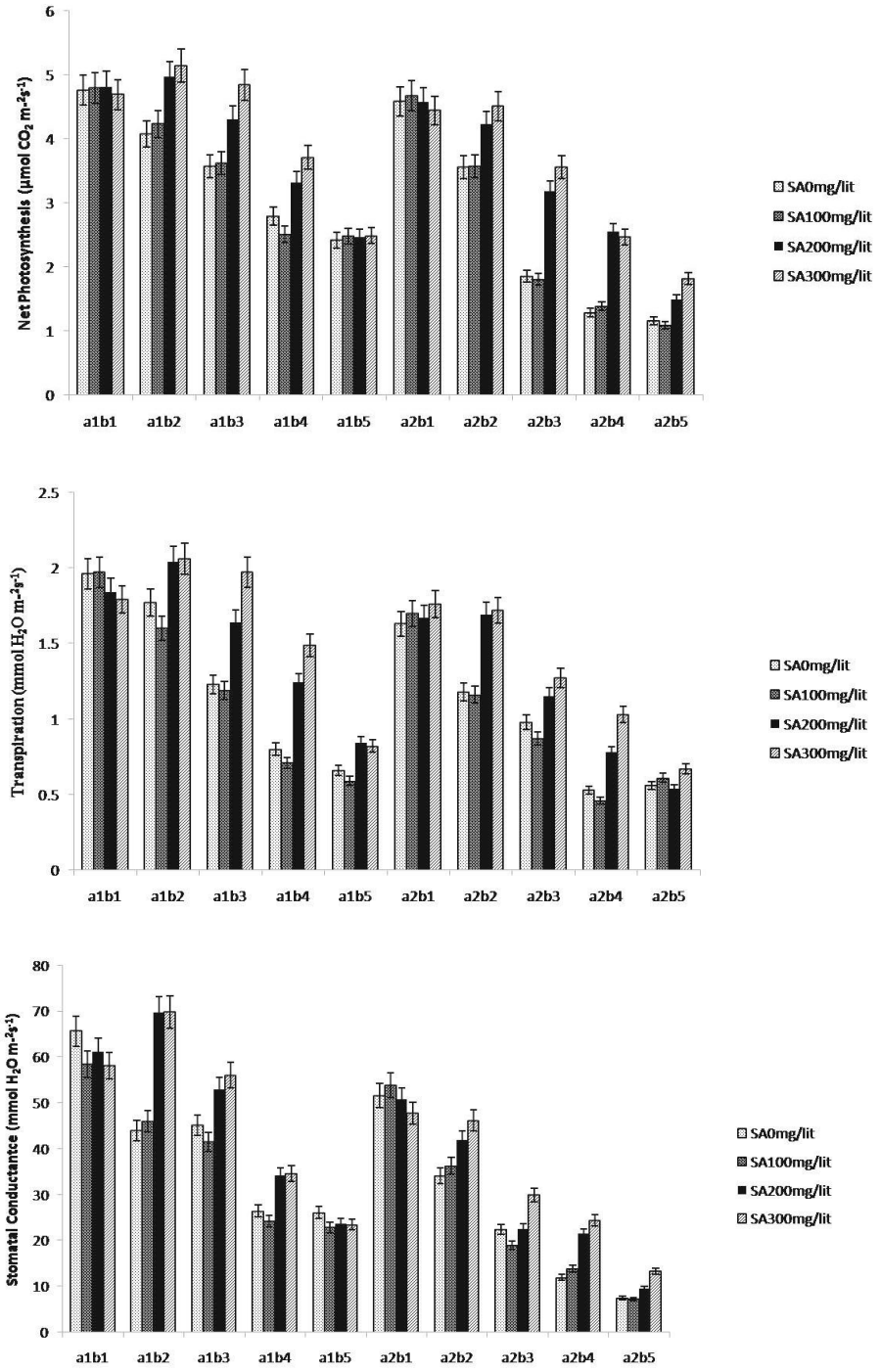
بحث

طبق نظر پژوهشگران، گیاهان متحمل به شوری به‌ویژه گونه‌های چندساله، پتانسیل بیشتری برای زنده ماندن و حفظ سرعت رشد در شرایط تنش شوری داشته و اختلاف در رشد رویشی

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین رنگیزه‌های فتوسنتزی در دو رقم انگور در سطوح مختلف شوری با غلظت‌های متفاوت اسید سالیسیلیک

رقم انگور	کلرید سدیم (میلی مولار)	سالیسیلیک‌اسید (میلی گرم در لیتر)	کلروفیل a (µmol/g FW)	کلروفیل b (µmol/g FW)	کلروفیل کل (a+b) (µmol/g FW)	کلروفیل a/b	کاروتنوئید (µmol/g FW)	کلروفیل کل / کاروتنوئید
قره‌شانی	۰	۰	۲۰/۰۷^{a}	۸/۲۱^{a}	۲۸/۲۸^{a}	۲/۴۴$^{e-k}$	۱/۴۶^{q}	۱۹/۶۲^{ab}
		۱۰۰	۱۹/۰۸^{b}	۸/۱۶^{a}	۲۷/۲۴^{b}	۲/۳۴$^{h-k}$	۱/۷۱$^{n-q}$	۱۶/۰۹$^{a-d}$
		۲۰۰	۱۸/۷۹$^{b-d}$	۸/۱۸^{a}	۲۶/۹۷^{b}	۲/۳۰$^{i-k}$	۱/۶۵$^{o-q}$	۱۶/۳۱$^{a-d}$
		۳۰۰	۱۸/۸۱$^{b-d}$	۸/۲۶^{a}	۲۷/۰۷^{b}	۲/۲۸^{jk}	۱/۳۹^{q}	۱۹/۸۵^{a}
	۲۵	۰	۱۷/۷۸$^{e-g}$	۶/۸۳^{cd}	۲۴/۶۱^{cd}	۲/۶۱$^{d-k}$	۲/۶۱$^{h-o}$	۹/۵۱$^{f-i}$
		۱۰۰	۱۷/۹۰$^{d-f}$	۷/۱۲^{bc}	۲۵/۰۲^{cd}	۲/۵۱$^{e-k}$	۲/۵۴$^{h-p}$	۹/۹۱$^{f-h}$
		۲۰۰	۱۸/۸۷^{bc}	۷/۹۸^{a}	۲۶/۸۶^{b}	۲/۳۶$^{g-k}$	۱/۷۸$^{m-q}$	۱۵/۵۸$^{b-d}$
		۳۰۰	۱۸/۹۳^{bc}	۸/۳۱^{a}	۲۷/۲۴^{b}	۲/۲۸^{jk}	۱/۹۹$^{l-q}$	۱۴/۴۳$^{c-e}$
	۵۰	۰	۱۷/۴۰$^{e-h}$	۵/۷۷^{e}	۲۳/۱۷^{ef}	۲/۷۰$^{c-j}$	۴/۲۲$^{d-f}$	۵/۶۴$^{i-o}$
		۱۰۰	۱۷/۴۵$^{e-h}$	۵/۵۳$^{e-g}$	۲۲/۹۸^{f}	۲/۶۰$^{d-k}$	۴/۳۴^{de}	۵/۳۹$^{i-o}$
		۲۰۰	۱۸/۰۳$^{c-e}$	۶/۵۷^{d}	۲۴/۶۰^{cd}	۲/۴۹$^{e-k}$	۳/۱۹$^{g-k}$	۸/۰۲$^{f-j}$
		۳۰۰	۱۸/۲۸$^{b-e}$	۷/۱۰^{bc}	۲۵/۳۹^{c}	۲/۴۴$^{f-k}$	۲/۴۳$^{i-q}$	۱۰/۵۹$^{e-g}$
	۷۵	۰	۱۴/۶۱^{m}	۴/۴۴^{ij}	۱۹/۰۵^{h}	۲/۷۶$^{c-h}$	۵/۷۲$^{a-c}$	۳/۳۵$^{l-o}$
		۱۰۰	۱۴/۹۰^{lm}	۴/۵۶^{ij}	۱۹/۴۶^{h}	۲/۷۳$^{c-h}$	۴/۸۴^{cd}	۴/۰۹$^{j-o}$
		۲۰۰	۱۶/۱۵^{jk}	۵/۲۴$^{f-h}$	۲۱/۳۹^{g}	۳/۰۹$^{a-c}$	۲/۷۹$^{h-m}$	۸/۱۶$^{f-j}$
		۳۰۰	۱۷/۰۶$^{f-i}$	۵/۷۴^{e}	۲۲/۸۱^{f}	۲/۹۸$^{a-d}$	۳/۴۱$^{e-i}$	۶/۷۹$^{g-l}$
	۱۰۰	۰	۱۲/۰۳^{op}	۳/۳۴$^{n-p}$	۱۵/۳۷^{jk}	۳/۱۹^{ab}	۵/۸۴^{ab}	۲/۶۶$^{m-o}$
		۱۰۰	۱۱/۶۱^{op}	۳/۵۹$^{m-o}$	۱۵/۲۱^{jk}	۲/۶۸$^{c-k}$	۴/۸۸$^{b-d}$	۳/۱۴$^{l-o}$
		۲۰۰	۱۲/۱۷$^{n-p}$	۴/۰۳$^{k-m}$	۱۶/۲۱^{j}	۲/۶۶$^{c-k}$	۳/۱۴$^{g-k}$	۵/۳۷$^{i-o}$
		۳۰۰	۱۲/۳۸^{no}	۴/۹۲^{hi}	۱۷/۳۱^{i}	۲/۳۱$^{i-k}$	۲/۹۵$^{h-l}$	۶/۲۴$^{h-n}$
تامپسون‌سیدلس	۰	۰	۱۸/۳۰$^{b-e}$	۷/۲۶^{bc}	۲۵/۵۶^{c}	۲/۵۲$^{e-k}$	۱/۴۶^{q}	۱۸/۱۸$^{a-c}$
		۱۰۰	۱۷/۶۰$^{e-h}$	۷/۳۸^{b}	۲۴/۹۰^{cd}	۲/۳۹$^{f-k}$	۱/۸۳$^{m-q}$	۱۳/۹۶^{de}
		۲۰۰	۱۶/۸۲$^{h-j}$	۷/۴۳^{b}	۲۴/۲۶^{d}	۲/۲۷^{k}	۱/۴۲^{q}	۱۷/۲۰$^{a-d}$
		۳۰۰	۱۷/۳۵$^{e-h}$	۷/۳۷^{b}	۲۴/۷۱^{cd}	۲/۳۶$^{g-k}$	۱/۵۵^{pq}	۱۷/۱۱$^{a-d}$
	۲۵	۰	۱۵/۷۲^{kl}	۵/۶۲$^{e-g}$	۲۱/۳۴^{g}	۲/۸۰$^{b-f}$	۳/۲۸$^{f-j}$	۶/۸۰$^{g-l}$
		۱۰۰	۱۵/۲۵^{lm}	۵/۶۸^{ef}	۲۰/۹۴^{g}	۲/۶۹$^{c-k}$	۲/۹۱$^{h-l}$	۷/۳۴$^{g-l}$
		۲۰۰	۱۶/۱۸$^{i-k}$	۷/۰۰$^{b-d}$	۲۳/۱۸^{ef}	۲/۳۱$^{i-k}$	۲/۲۲$^{k-q}$	۱۱/۶۰^{ef}
		۳۰۰	۱۶/۹۳$^{g-j}$	۷/۱۴^{bc}	۲۴/۰۷^{de}	۲/۳۸$^{f-k}$	۲/۲۶$^{j-q}$	۱۰/۷۳$^{e-g}$
	۵۰	۰	۱۲/۱۹$^{n-p}$	۳/۶۳^{mn}	۱۵/۸۲^{j}	۳/۳۶^{a}	۶/۰۷^{a}	۲/۶۵$^{m-o}$
		۱۰۰	۱۱/۵۹^{op}	۳/۷۹$^{l-n}$	۱۵/۳۸^{jk}	۳/۰۶$^{a-c}$	۵/۴۵$^{a-c}$	۲/۹۴$^{m-o}$
		۲۰۰	۱۲/۹۷^{n}	۴/۵۳^{ij}	۱۷/۵۰^{i}	۲/۸۷$^{b-g}$	۲/۲۱$^{k-q}$	۸/۲۶$^{f-j}$
		۳۰۰	۱۵/۵۲^{kl}	۵/۱۷^{gh}	۲۰/۶۹^{g}	۳/۰۰$^{a-d}$	۲/۷۱$^{h-n}$	۷/۶۵$^{f-k}$
	۷۵	۰	۸/۷۹st	۲/۸۹$^{p-r}$	۱۱/۶۸^{m}	۳/۰۴$^{a-c}$	۶/۴۴^{a}	۱/۸۳^{o}
		۱۰۰	۸/۹۴^{rs}	۳/۰۱$^{p-r}$	۱۱/۹۵^{m}	۲/۹۸$^{a-d}$	۵/۹۱^{a}	۲/۰۴^{no}
		۲۰۰	۱۰/۶۷^{q}	۳/۸۴^{lm}	۱۴/۵۲^{kl}	۲/۷۸$^{b-g}$	۲/۸۹$^{h-l}$	۵/۲۲$^{j-o}$
		۳۰۰	۱۱/۴۱^{q}	۴/۱۸$^{j-l}$	۱۵/۵۹^{jk}	۲/۷۳$^{c-i}$	۳/۵۸$^{e-h}$	۴/۴۱$^{j-o}$
	۱۰۰	۰	۷/۳۷^{u}	۲/۸۴^{qr}	۱۰/۲۲^{n}	۲/۶۲$^{d-k}$	۵/۹۹^{a}	۱/۷۳^{o}
		۱۰۰	۸/۰۳^{tu}	۲/۶۲^{r}	۱۰/۶۶^{n}	۳/۰۸$^{a-c}$	۵/۶۲$^{a-c}$	۱/۹۸^{no}
		۲۰۰	۹/۳۵^{rs}	۳/۱۴$^{o-q}$	۱۲/۵۰^{m}	۳/۰۰$^{a-d}$	۳/۹۸$^{d-g}$	۳/۳۴$^{l-o}$
		۳۰۰	۹/۷۶^{r}	۴/۰۲$^{k-m}$	۱۳/۷۸^{l}	۲/۴۳$^{f-k}$	۴/۰۹$^{d-g}$	۳/۴۳$^{k-o}$

اختلاف میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری با اسید سالیسیلیک بر میزان تعرق، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز (به‌ترتیب از بالا به پائین) در دو رقم انگور. رقم قره‌شانی: a1، رقم تامپسون‌سیدلس: a2، شاهد: b1، شوری ۲۵: b2، شوری ۵۰: b3، شوری ۷۵: b4 و شوری ۱۰۰: میلی مولار: b5. میله‌های روی هیستوگرام نشان دهنده خطای استاندارد (Standard Error Bar) می‌باشند.

می‌تواند به‌عنوان معیار تحمل به شوری در نظر گرفته شود (۹). بر اساس نتایج ارائه شده در این پژوهش، تیمارهای شوری، تأثیر معنی‌داری بر صفات رویشی مانند طول ریشه و ساقه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره در هر دو رقم انگور داشتند، تأثیر منفی شوری در سطوح ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار بر شاخص‌های رشدی بیشتر بود. این نتایج، با یافته‌های فیزاراکیس و همکاران (۱۰) در انگور، چارتزولاکیس و همکاران (۵) در کیوی و هم‌چنین فرگوسن و همکاران (۸) و حکم آبادی و همکاران (۱۸) در پسته مطابقت دارد. به احتمال در این پژوهش، تنش شوری به‌دلیل ایجاد پتانسیل اسمزی منفی زیاد، در محلول غذایی محیط اطراف ریشه، باعث شد نوعی خشکی فیزیولوژیکی اتفاق بیافتد که در نتیجه قدرت جذب آب توسط گیاهان، کم شده و باعث کاهش رشد رویشی هر دو رقم انگور گردد. از سوی دیگر، کاربرد غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر بیشتر صفات رویشی گفته شده در تیمارهای مختلف شوری داشت. به‌طوری‌که این تأثیر مثبت، در هر دو رقم انگور نیز مشاهده گردید، اما در اغلب این صفات رویشی، کاربرد اسید سالیسیلیک در سطوح بالای شوری (مانند ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار)، از نظر آماری، دارای تأثیر معنی‌داری نبوده و یا این تأثیر، ضعیف‌تر بود. تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک در اغلب صفات رویشی، در رقم قره‌شانی بیش از رقم تامپسون‌سیدلس بود. یافته‌های یلدیریم و همکاران (۴۴) در خیار، خوداری (۲۲) در ذرت و گوتیرزکورونادو و همکاران (۱۳) در سویا، با نتایج این پژوهش درمورد نقش مثبت اسید سالیسیلیک، در کاهش اثرات منفی شوری در صفات رویشی همسو است. بر اساس نتایج به‌دست آمده روی صفات رویشی می‌توان گفت رقم قره‌شانی در مقایسه با رقم تامپسون‌سیدلس نسبت به شوری متحمل‌تر است و این نتایج با یافته‌های محمد خانی و همکاران (۲۹) مطابقت دارد.

رومرو آرندا و همکاران (۳۳) معتقدند که تغییرات میزان کلروفیل در محیط‌های شور بستگی به غلظت نمک دارد. در این پژوهش، در هر دو رقم، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت کلروفیل a/b و کلروفیل کل (a+b) در سطوح مختلف شوری به‌ویژه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک، کاهش معنی‌داری را در مقایسه با شاهد داشتند. رقم قره‌شانی در تیمارهای مختلف شوری نشان داد که از میزان کلروفیل بیشتری (کلروفیل a، b و کل) نسبت به رقم تامپسون‌سیدلس برخوردار است، این بدین معنی است که مقاومت رقم قره‌شانی نسبت به تخریب کلروفیل در مقایسه با تامپسون‌سیدلس بالاتر است. کاربرد غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل‌های a و b و کلروفیل کل، در سطوح متفاوت شوری مثبت بود اما این تأثیر با افزایش سطح شوری ضعیف‌تر شد. این نتایج با یافته‌های زو و همکاران (۴۶) که گزارش نمودند که میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی با کاربرد اسید سالیسیلیک افزایش می‌یابد کاملاً مطابقت دارد.

خان و همکاران (۲۱) در بررسی‌های خود نشان دادند که کاهش در محتوای کلروفیل ممکن است نتیجه افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و یا اثر مستقیم سمیت یونی ناشی از غلظت بالای سدیم باشد. از طرف دیگر، بارسا و بارسا (۳) بیان نمودند که در تنش شوری (یا خشکی) فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز برای سنتز کلروفیل، کاهش و در مقابل آنزیم گلوتامین کیناز (Glutamin Kinase) برای تبدیل گلوتامین به پرولین فعال می‌شود (گلوتامات ماده پیش‌ساز کلروفیل و پرولین است). علت دیگر کاهش کلروفیل، مصرف نیتروژن در سنتز پرولین می‌باشد که در اثر تنش، تجمع پرولین در قسمت‌های مختلف گیاه به‌ویژه در برگ‌ها افزایش می‌یابد (۳). در پژوهش حاضر، احتمالاً دلایلی مانند افزایش فعالیت آنزیم‌های کلروفیلاز یا گلوتامین کیناز و هم‌چنین کمبود نیتروژن در سطوح مختلف شوری (نیتروژن در ساختمان کلروفیل دخالت دارد) می‌توانند پاسخی به این سوال باشند که شوری از چه مکانیزمی در کاهش کلروفیل در این دو رقم انگور بهره می‌برد.

در بسیاری از پژوهش‌های فیزیولوژیکی، ممانعت از رشد گیاه، به واسطه شوری، به کاهش در میزان فتوسنتز نسبت می‌دهند (۱۱). در این پژوهش نیز در سطوح مختلف شوری

به‌ویژه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، کاهش در فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها در هر دو رقم، به‌ویژه در رقم تامپسون‌سیدلس می‌تواند به‌عنوان یک دلیل قوی و منطقی برای کاهش صفات رویشی باشد. هم‌چنین، تنش شوری از طریق تأثیر منفی بر تعداد و سطح برگ، میزان فتوسنتز را در هر دو رقم کاهش داده، و در نتیجه با کاهش مواد فتوسنتزی تولید شده توسط برگ‌ها، رشد رویشی، کاهش می‌یابد. دلیل مهم دیگر برای کاهش شاخص‌های رشد، به‌هم خوردن توازن عناصر غذایی، به‌ویژه نسبت یون‌های پتاسیم به سدیم و نیترات به کلر می‌باشد (داده‌ها آورده نشده است). دراین مورد نیز، می‌توان به اثرات مثبت اسید سالیسیلیک بر جذب یون‌های مفید و اثرات بازدارندگی آن، در جذب یون‌های سدیم و کلر در شرایط تنش شوری، اشاره نمود (۱۴). هم‌چنین، تنش شوری منجر به افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) در کلروپلاست شده و در نتیجه غشاء کلروپلاست آسیب دیده و قابلیت حیاتی خود را از دست می‌دهد و بدین ترتیب فتوسنتز خالص کاهش می‌یابد (۴۵). این دلیل نیز می‌تواند به‌عنوان یکی از دلایل مهم برای کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش شاخص‌های رشد در دو رقم انگور مطرح باشد. در این مورد نیز، کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) شده است (۳۸). از طرف دیگر سیستم نوری II فتوسنتز، نسبت به شوری حساس می‌باشد. بدین ترتیب تنش شوری، باعث تغییراتی در ساختار کلروپلاست شده در نتیجه باعث کاهش میزان فتوسنتز می‌گردد (۴۰). در پژوهش حاضر، در هر دو رقم، با افزایش سطوح شوری (به‌ویژه در ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار) کاهش معنی‌داری در میزان فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و تعرق در مقایسه با شاهد، مشاهده گردید. در سطوح بالای شوری، کاهش در فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای همگام با کاهش در کلروفیل بود. کاهش در میزان فتوسنتز در این دو رقم در شرایط تنش شوری، می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم اجتناب از هدر رفتن آب نیز مطرح شود، که نتیجه آن، به حداقل رسیدن کاهش آب، در اثر تعرق می‌باشد. نتایج این پژوهش در مورد تأثیر شوری در کاهش فتوسنتز با یافته‌های فیزاراکیس و همکاران (۱۰) در انگور، لوریتو و همکاران (۲۶) در زیتون و ملگار و همکاران (۲۸) در مرکبات و زیتون همسویی دارد.

در این پژوهش، کاربرد اسید سالیسیلیک، باعث بهبود فتوسنتز در این دو رقم در شرایط شوری شده و اثر منفی شوری بر فتوسنتز را کاهش داده است. آنانیوا و همکاران (۱) بیان نمودند که کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاهان تحت شرایط تنش، بازده فتوسنتز را افزایش می‌دهد. در پژوهش حاضر، میزان فتوسنتز رقم قره‌شانی در شرایط شوری، در مقایسه با تامپسون‌سیدلس بالاتر بود. نتایج این پژوهش، با یافته‌های لیو و همکاران (۲۴) در مورد کاربردهای مثبت اسید سالیسیلیک درافزایش بازده فتوسنتز در برگ‌های سیب مطابقت دارد. مکانیسم‌های فراوانی در منابع مختلف، برای افزایش بازده فتوسنتز با کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری گفته شده است. یکی از مهم‌ترین این مکانیسم‌ها این است که اسید سالیسیلیک باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های روبیسکو (Rubisco) و PEP Carboxylase در شرایط تنش شده‌است (۳۷). مکانیسم دیگر این است که، شای و همکاران (۳۶) عقیده دارند که اسید سالیسیلیک از طریق افزایش بیوسنتز کلروفیل و نیز افزایش تحرک یون‌های NO_3^- به درون بافت‌ها، باعث افزایش فعالیت دستگاه فتوسنتز می‌شود. هم‌چنین، خان و همکاران (۲۰) بیان نمودند که اسید سالیسیلیک از طریق افزایش هدایت روزنه‌ای و انتشار CO_2 بیشتر به درون برگ، می‌تواند باعث افزایش فتوسنتزگردد. به احتمال، اسید سالیسیلیک از طریق یکی از این مکانیسم‌ها، باعث افزایش بازده فتوسنتز در هر دو رقم انگور شده‌است.

نتایج این پژوهش نشان داد که در هر دو رقم، کاهش هدایت روزنه‌ای در اثر کاربرد تنش شوری، ظرفیت فتوسنتز خالص را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کم نمود. کاهش هدایت روزنه‌ای ناشی از تنش، به‌دلیل تغییرات در تبادلات گازی به‌طور مستقیم بر سرعت فتوسنتز و فرآیندهای بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارد (۲۷). در این مورد نیز اسید

سالیسیلیک به‌ویژه در رقم قره‌شانی، نقش کاملاً مثبتی را در کاهش اثرات منفی شوری ایفا نمود. گزارش شده که اسید سالیسیلیک در این مورد بر عکس اسید آبسایزیک عمل نموده و باعث باز شدن روزنه‌ها می‌شود (۳۲).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش، به‌نظر می‌رسد که رقم قره‌شانی در مقایسه با رقم تامپسون‌سیدلس، از توانایی بالاتری در مقابله با شوری برخوردار بوده و اسید سالیسیلیک، تأثیر کاملاً مثبتی بر این دو رقم در کاهش اثرات منفی شوری داشت. هم‌چنین کاربرد اسید سالیسیلیک (به‌ویژه در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، در شرایط تنش شوری، به‌خاطر بهبود فتوسنتز خالص و سایر ویژگی‌های رشدی پیشنهاد می‌گردد، گرچه در این زمینه نیاز به پژوهش‌های بیشتری است.

منابع مورد استفاده

1. Ananieva, E., V. Alexieva and L. Popova. 2002. Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *Journal of Plant Physiology* 159: 685-693.
2. Anjum, M. A. 2007. Effect of NaCl concentration in irrigation water on growth and polyamine metabolism in two citrus rootstocks with different levels of salinity tolerance. *Acta Physiologia Plantarum* 30: 43-52.
3. Barsa, A. and R. K. Barsa. 1997. Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants. Hardwood Academic Amesterdam. Netherlands. pp. 1-43.
4. Borsani, O., V. Valpuestan and M. A. Botella. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiology* 126: 1024-1030.
5. Chartzoulakis, K. S., I. N. Therious, N. D. Misopolinos and B. I. Noitsakis. 1995. Growth, ion content and photosynthetic performance of salt-stressed kiwifruit plants. *Irrigation Science* 16: 23-28.
6. Downton, W. J. S. 1997. Photosynthesis in salt-stressed grapevines. *Australian Journal of Plant Physiology* 4(2): 183-192.
7. Eraslan, F., A. Inal, A. Gunes and M. Alpaslan. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae* 113: 120–128.
8. Ferguson, L., J. Poss, S. Grattan, C. Grieve, D. Wang, C. Wilson, T. Donovan and C. T. Chao. 2002. Pistachio rootstocks influence scion growth and ion relations under salinity and boron stress. *Journal of American Society for Horticultural Science* 127: 194-199.
9. Ferreira-Silva, S. L., J. Silveira, E. Voigt, L. Soares and R. Viegas. 2008. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20 (1): 51-59.
10. Fisarakis, I., K. Chartzoulakis and D. Stavrakas. 2001. Response of Sultana vines (*Vitis vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management* 51: 13-27.
11. Garcia-Sanchez, F., J. L. Jifon, M. Garrajal and J. P. Syvertsen. 2002. Gas exchange, chlorophyll and nutrient content in relation to Na and Cl accumulation in sunburst mandarin grafted on different rootstock. *Plant Science* 162: 705-712.
12. Garcia-Sanchez, F. and J. P. Syversten. 2006. Salinity tolerance of Cleopatra mandarin and Carrizo citrange citrus rootstock seedlings is affected by CO_2 enrichment during growth. *Journal of American Society for Horticultural Science* 131: 24-31.
13. Gutierrez-Coronado, M., C. Trejo and A. Larque-Saaverda. 1998. Effect of salicylic acid on growth of roots and shoots in Soybean. *Plant Physiology and Biochemistry* 36: 563-565
14. Gunes, A., A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan, E. G. Bagci and N. Cicek. 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.t
15. Hayat, Q., S. Hayat, M. Irfan, and A. Ahmad. 2009. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany* 68: 14-25.
16. He, Y. L., Y. L. Liu, Q. Chen and A. H. Bian. 2002. Thermotolerance related to antioxidation induced by salicylic acid and heat acclimation in tall Fescue seedlings. *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology* 28: 89-95.
17. Hoagland, D. R. and D. S. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station* 374: 305-311.

18. Hokmabadi, H., K. Arzani and P. F. Grierson. 2005. Growth, chemical composition and carbon isotope discrimination of pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstock seedlings in response of salinity. *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 135-144.
19. Karlidag, H., E. Yildirim and M. Turan. 2009. Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Scientia Agricola* 66:180-187.
20. Khan, W., P. Balakrishnan and D. L. Smith. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology* 160(5): 485-492.
21. Khan, M. A., M. Z. Ahmad and A. Hameed. 2006. Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. *Journal of Arid Environments* 67: 535-540.
22. Khodary, S. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *International Journal of Agricultural Biology* 6:5-8
23. Levitt, J. 1980. Response of Plant to Environmental Stress. Vol 2. Academic Press, New York.
24. Liu, C., J. Zhan, Y. Yong, B. Yu-Cubin and F. Yu-long. 1999. Effects of salicylic acid on the photosynthesis of apple leaves. *Acta Horticulturae Sinica* 26: 261-262.
25. Lichtenthaler, H. K. and A. R. Wellburn. 1985. Determination of total cartenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions* 11: 591-592.
26. Loreto, F., M. Centritto and K. Chatzoulakis. 2003. Photosynthetic limitations in olive cultivars with different sensitivity to salt stress. *Plant Cell and Environment* 26: 595-601.
27. Madava–Roa, K. V., A. S. Raghavendra and K. Janardhan-Reddy. 2006. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer, Netherland. pp: 15-39.
28. Melgar, J. C., J. P. Syvertsen, V. Martinez and F. Garcia-Sanchez. 2008. Leaf gas exchange, water relations, nutrient content and growth in citrus and olive seedling under salinity. *Biologia Plantarum* 52 (2):385-390.
29. Mohammadkhani, N., R. Heidari, N. Abbaspour and F. Rahmani. 2013. Comparative study of salinity effects on ionic balance and compatible solutes in nine Iranian table grape (*Vitis vinifera* L.) genotypes. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 47: 99-114.
30. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environment* 25: 239-250.
31. Prior, L. D., A. M. Grieve and B. R. Cullis. 1992. Sodium chloride and soil texture interactions in irrigated field grown sultana grapevines. II. Plant mineral content, growth and physiology. *Australian Journal of Agricultural Research* 43: 1067-1083.
32. Rai, V. K., S. S. Sharma and S. Sharma. 1989. Reversal of ABA induced stomatal closure by phenolic compounds. *Journal of Experimental Botany* 37: 129-134.
33. Romero-Aranda, R., T. Soria and J. Cuarter. 2001. Tomato plant water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science* 60: 265-272.
34. Sakhabutdinova, A. R., D. R. Fatkhutdinova and F. M. Shakirova. 2004. Effect of salicylic acid on the activity of antioxidant enzymes in wheat under conditions of salination. *Journal of Applied Biochemistry and Microbilogy* 40: 501–505.
35. Shani, U. and A. Ben-Gal. 2005. Long-term response of grapevine to salinity: osmotic effects and ion toxicity. *American Journal of Enology and Viticulture* 56(2): 148-154.
36. Shi, Q., Z. Bao, Z. Zhu, Q. Ying and Q. Qian. 2006. Effects of different treatments of Salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll fluorescence and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. *Plant Growth Regulation* 48: 127-135.
37. Singh, B. and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. *Plant Growth Regulation* 39: 137-141.
38. Sixto, H., J. M. Grau, N. Alba and R. Alia. 2005. Response to sodium chloride in different species and clones of genus *Populus* L. *Forestry* 78: 93-104.
39. Stevens, S., T. Senaratna and K. Sivasithamparam. 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
40. Vlot, A., D. Dempsey and D. Klessige. 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology* 47: 177-206.
41. Walker, R. R. 1994. Grapevine responses to salinity. *Bulletion Organisation International DE LA Vigne ET DU VIN* 634-661.
42. Walker, R. R., D. H. Blackmore, P. R. Clingeleffer and R. L. Correll. 2002. Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). I. Yield and vigor inter relationships. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8: 3-14.
43. Walker, R. R., E. Torokfalvy, N. Steele Scott and P. E. Kriedemann. 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. *Australian Journal of Plant Physiology* 8: 359-374.

44. Yildirim, E., M. Turan and I. Guvene. 2008. Effect of foliar Salicylic acid applications on growth, chlorophylle and mineral content of cucumber grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 31: 593-612.
45. Zhang, S., J. Weng, J. Pan, T. Tu, S. Yao and C. Xu. 2003. Study on the photogeneration of superoxide radicals in photosystem II with EPR spin trapping techniques. *Photosynthesis Research* 75: 41-48.
46. Zhou, X. M., A. F. Muckenzie, C. A. Madramootoo and D. L. Smith. 1999. Effects of stem-injected plant growth regulator with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *Journal of Agronomy and Crop Science* 183: 103-110.