

اثرهای تنش شوری بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک ورد مینیاتوری^۱ (*Rosa chinensis* Jacq. var. *minima* Rehd.) Effects of Salinity Stress on Morphological and Physiological Characteristics of Miniature Rose (*Rosa chinensis* Jacq. var. *minima* Rehd.)

زهرآ شهبانی*، مرتضی خوشخوی، حسن صالحی، محسن کافی، علی اکبر کامگار حقیقی و سعید عشقی^۲

چکیده

توجه به تنش‌های نازیوا در گونه‌های گیاهی به دلیل حضور گسترده این تنش‌ها در زمین‌های کشاورزی و احتمال افزایش شدت آن‌ها به دلیل تغییر اقلیم، ضروری می‌باشد. برای بررسی اثرهای تنش شوری بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی رقم‌های ورد (رز) مینیاتوری (*Rosa chinensis* Jacq. var. *minima* Rehd.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه به‌طور کامل تصادفی در گلخانه انجام شد. تیمارها به صورت شاهد (آب شهری)، شوری دو و چهار دسی زیمنس بر متر با کلرید سدیم و رقم‌های گل قرمز '*R. chinensis* 'Little Buckaroo، صورتی '*R. chinensis* 'Sourati Local Cultivar و زرد '*R. chinensis* 'Little Flirt بودند. نتیجه‌ها نشان داد، شوری چهار دسی زیمنس بر متر سبب کاهش شمار برگ و گل، قطر گل، ارتفاع بوته، وزن خشک شاخساره و ریشه، سطح برگ، شاخص سبزینه، نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس و کیفیت ظاهری شد اما نشت یونی برگ را افزایش داد. رقم Sourati Local Cultivar در تیمارهای شوری (دو و چهار دسی زیمنس بر متر) کمترین ارتفاع بوته، قطر گل، وزن خشک ریشه، کیفیت ظاهری، سطح برگ، شاخص سبزینه و بیشترین نشت یونی برگ را دارا بود، در حالی‌که در نبود شوری بیشترین شمار برگ و گل را داشت. رقم Little Buckaroo با دارا بودن بیشترین ارتفاع بوته، وزن خشک ریشه، کیفیت ظاهری، سطح برگ و شاخص سبزینه، متحمل‌ترین رقم به تنش شوری بود. واژه‌های کلیدی: تنش نازیوا، کلرید سدیم، کیفیت ظاهری، هدایت الکتریکی.

مقدمه

میانگین دمای سطحی زمین در ۵۰ تا ۱۰۰ سال آینده حدود ۳ تا ۵ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت که بدون تردید بر سیستم‌های کشاورزی جهانی اثر گذار است (۱۴). در نواحی میانی اقیانوسی، تابستان‌های گرم و خشک‌تر همراه با افزایش زمین‌های شور و کاهش زمین‌های مناسب کشاورزی، پیش‌بینی شده است (۵). دمای در حال افزایش، منجر به افزایش تبخیر-تعرق و نیز افزایش خشکی و شوری خاک می‌شود (۱۹). معمول‌ترین نوع شوری که در بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل کمبود آب رخ می‌نماید، شوری ناشی از کلرید سدیم است.

تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۳۰

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱۱

۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز، استاد بخش علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران، استاد بخش علوم و مهندسی آب دانشگاه شیراز و استاد بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (zahrashabani@yahoo.com).

همچنین به علت بارندگی اندک در این منطقه‌ها، انباشت نمک‌ها در خاک افزایش می‌یابد (۲). شوری از مهم‌ترین عامل‌های محدود کننده فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاهان بوده و در نواحی نیمه خشک ممکن است اثرهای شدیدی بر رشد و زنده‌مانی گیاهان داشته باشد (۱۵).

وردها از محبوب‌ترین گیاهان گلدار در جهان بوده و به دلیل گوناگونی در رنگ و شکل گل، عادت رشدی گیاه و سازگاری با محیط، به‌طور گسترده زیر کشت قرار می‌گیرند (۱۰). وردها یکی از مهم‌ترین گیاهان در پردیسه‌سازی می‌باشند، هرچند که به شوری‌هایی با هدایت الکتریکی بالاتر از سه دسی زیمنس بر متر حساس هستند (۱۶). استفاده از وردهای باغچه‌ای^۲ متحمل به شوری در پردیسه شهری در ناحیه‌های خشک و نیمه خشک که شوری خاک به علت کیفیت پایین آب آبیاری وجود دارد، دارای اهمیت است (۱۰). بررسی تحمل به تنش شوری شش ورد باغچه‌ای نشان داد، رشد شاخساره در تمام رقم‌ها به جز New Dawn در شوری متوسط و بالا کاهش یافت (۱۰). در بررسی تحمل به تنش شوری دو پایه ورد *R. chinensis* 'Major' و *R. rubiginosa* مشخص شد که گونه *R. rubiginosa* تحمل بیشتری نسبت به پایه دیگر دارد (۲۶). اثر شوری آب آبیاری بر رشد و پاسخ‌های فیزیولوژیک پایه‌های ورد *R. fortuneana*، *R. multiflora* و *R. odorata* بررسی شدند. افزایش شوری آب آبیاری مقدار سبزینه و بیشینه کارایی فتوسیستم II را کاهش داد و مشخص شد پایه *R. fortuneana* نسبت به دو پایه دیگر، تحمل بیشتری به شوری دارد (۲۴). به دلیل کافی نبودن پژوهش‌های صورت گرفته در مورد ارزیابی مقدار تحمل وردهای مینیاتوری در خاک‌های شور، پژوهش حاضر طراحی و اجرا شد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثرهای تنش شوری روی برخی از ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک سه رقم ورد مینیاتوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج انجام شد. گلخانه دارای میانگین دمای بیشینه و کمینه به ترتیب ۲۸ و ۲۳ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی بیشینه و کمینه به ترتیب ۵۸ و ۳۰٪ و میزان PAR، ۱۸۰ تا ۲۰۰ میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه بود. در این آزمایش از سه رقم ورد مینیاتوری استفاده شد. گیاهان از شهر محلات تهیه شدند. تمام گیاهان دو ساله و به صورت قلمه‌ای و همگروه و در مرحله گلدهی بودند. پیش از کاربرد تیمارها تمام گیاهان در هر رقم در یک ارتفاع یکسان با حذف دو گره در هر گیاه و به صورت سرزنی هرس شدند و برای کاهش تفاوت به‌طور هفتگی در قسمت‌های مختلف سکو جابجا شدند. سی و پنج روز پس از هرس گیاهان، تیمارها به کار برده شدند. برای آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۲۰/۵ سانتی‌متر، قطر دهانه ۲۱ سانتی‌متر و قطر بن ۱۵/۵ سانتی‌متر استفاده شد. تمام گلدان‌ها دارای زیر گلدانی بودند که آب زیرگلدانی در داخل آن باقی می‌ماند. بستر مورد استفاده شامل خاک، پیت‌ماس و ماسه به نسبت ۳:۱:۱ بود. خاک مورد استفاده خاک زراعی و از مزرعه دانشکده کشاورزی کرج تهیه شد. از آنجایی‌که نسبت پیت‌ماس کم بود، باعث نگهداری زیاد رطوبت نمی‌شد. وزن هر گلدان ۲۰۰ گرم بود. در هر گلدان به مقدار ۱۰۰ گرم سنگریزه شسته شده برای زهکش ریخته شد. مقدار بستر در هر گلدان به اندازه ۵ کیلوگرم بود. جمع وزن گلدان، سنگریزه و خاک ۵۳۰۰ گرم بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورها به صورت تنش شوری و رقم بودند. شوری در سه سطح: شاهد (آب شهری با هدایت الکتریکی یک و pH ۷/۴)، هدایت

الکتریکی دو و چهار دسی زیمنس بر متر بود. برای تهیه محلول‌های آبیاری تنش شوری از کلرید سدیم (با غلظت ۰/۵۱ گرم در لیتر برای هدایت الکتریکی دو دسی زیمنس بر متر و ۱/۶ گرم در لیتر برای هدایت الکتریکی چهار دسی زیمنس بر متر، استفاده شد. رقم‌های مورد استفاده با گل قرمز (رقم Little Buckaroo)، صورتی (رقم Sourati Local Cultivar) و زرد (رقم Little Flirt) بودند. از آنجا که تیمار شوری (از منبع کلرید سدیم) مورد استفاده قرار گرفت، ۱۵٪ آبشویی^۲ برای جلوگیری از انباشت نمک در پیرامون ریشه برای هر تیمار در نظر گرفته شد. پیش از کاربرد تیمارها، تغذیه تمام گیاهان با کود کامل NPK ۲۰-۲۰-۲۰ همراه عنصرهای کم‌مصرف (آهن، منگنز و روی) انجام شد. غلظت به کار رفته، دو در هزار و روش انجام آن، همراه آب آبیاری بود به طوری که تمام گیاهان به مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول غذایی دریافت کردند. پس از دو هفته یک مرحله دیگر تغذیه گیاهان با همین کود با غلظت یک در هزار به صورت محلول‌پاشی برگی انجام شد.

شصت و پنج روز پس از استقرار کامل گیاهان در بستر جدید تیمارهای شوری به کار برده شد. آبیاری هر دو روز یکبار و با توجه به نیاز گیاه و بر اساس ظرفیت زراعی خاک انجام شد. به طوری که در هر نوبت آبیاری به هر گلدان مقداری آب داده شد تا به ظرفیت زراعی برسد. این مقدار بر اساس روش وزنی با وزن کردن هر گلدان به دست آمد. پیش از انجام آزمایش ویژگی‌های بستر مورد استفاده واکاوی شد (جدول ۱).
جدول ۱- ویژگی‌های بستر کاشت به کار رفته در این آزمایش.

Table 1. Properties of the culture medium used in this study.

SAR	Mg ⁺	Ca ⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	میزان مواد آلی (%)	PWP (درصد وزنی)	FC (درصد وزنی)	EC عصاره اشباع (dS m ⁻¹)	pH عصاره اشباع
میلی اکی والان در لیتر										
۲/۷	۶/۳	۱۵/۲	۸/۹	۰/۴۱	۸/۴	۱/۸۴	۱۲/۵	۲۲/۲	۲/۳۳	۸/۳

FC: Field capacity, PWP: Permanent wilting point.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در برگ‌برنده ارتفاع بوته (از پایین‌ترین قسمت ساقه تا جوانه انتهایی بلندترین شاخه)، شمار برگ، شمار گل، قطر گل (میانگین ۵ گل هر بوته)، وزن خشک شاخساره، وزن خشک ریشه، نشت یونی، شاخص سبزینه، نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس (Fv/Fm) و سطح برگ بود. تمام ویژگی‌ها با سه تکرار اندازه‌گیری شد. رقم Sourati Local Cultivar ۵۵ روز پس از تنش، اثرهای تنش شدید را نشان داد به طوری که پس از گذشت این زمان در بیش از ۵۰٪ گیاهان برگ‌ها برنزی شده بودند. برای رقم‌های Little Buckaroo و Little Flirt اثرهای تنش شدید ۸۰ روز پس از کاربرد تنش مشاهده شد. ویژگی‌هایی مانند ارتفاع بوته، شمار برگ و شمار گل ۵۵ روز پس از کاربرد تنش در تمام رقم‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قطر گل ۴۴ روز پس از تنش انجام شد. وزن خشک شاخساره، وزن خشک ریشه، سطح برگ و نشت یونی برای رقم Sourati Local Cultivar ۵۵ روز پس از تنش و برای رقم Little Buckaroo و Little Flirt ۸۰ روز پس از تنش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک شاخساره و ریشه‌ها، ابتدا گیاهان از پاهنگ جدا شدند و سپس ریشه‌ها با آب شستشو داده شدند و در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از ۴۸ ساعت وزن خشک شاخساره و ریشه‌ها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. سطح برگ (در دو برگ بالغ هر گیاه) و با دستگاه Leaf Area Meter T England اندازه‌گیری شد. نشت یونی در برگ‌ها، با استفاده از روش لیو و همکاران (۱۸) اندازه‌گیری شد. مقدار نشت یونی از فرمول زیر محاسبه شد:

Leaching -

NaCl -۱

$$EL(\%) = \frac{EC1}{EC2} \times 100$$

سی و هشت روز پس از کاربرد تیمارها، اندازه‌گیری شاخص سبزینه برگ در سه گیاه هر تیمار و در ۴ برگ بالغ هر گیاه در گره‌های دوم و سوم انجام شد که با دستگاه Portable Chlorophyll Meter Spad- 502, Konica Minolta Optics Inc, Osaka, Japan صورت گرفت. پنجاه و دو روز پس از تیمار، نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس برگ در سه گیاه هر تیمار و در برگ‌های کامل و گسترش یافته در گره سوم هر گیاه اندازه‌گیری شد. زمان اندازه‌گیری ساعت ۱۰ صبح بود. برای این منظور روی برگ‌های بالغ گیره مخصوص به مدت ۳۰ دقیقه جهت سازگاری با شرایط تاریکی قرار گرفت، سپس از دستگاه فلورسانس سنج مدل Chlorophyll Fluorimeter Hansatech Instruments Pocket PEA United Kingdom استفاده شد. نسبت فلورسانس متغیر (Fv) به بیشینه فلورسانس (Fm) به عنوان کارایی فتوسیستم محاسبه شد. اندازه‌گیری کیفیت ظاهری بوته، ۴۴ روز پس از تنش با روش نیو و رودریگوئز (۲۳) و والدز-اگویلار (۲۵) در سه گیاه هر تیمار انجام شد که بر اساس شمار برگ‌های برنزی شده هر بوته انجام گرفت. به این ترتیب، بهترین بوته با کمترین شمار برگ برنزی نمره ۵ و بدترین بوته با بیشترین شمار برگ برنزی، نمره ۱ را دریافت کرد. برای واکاوی داده‌ها از نرم افزار SAS (9.4) استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

ویژگی‌های ریخت‌شناسی

شمار برگ

برهمکنش تنش شوری در رقم نشان داد که با افزایش تنش شوری از شمار برگ تمامی رقم‌ها کاسته شد به طوری که بیشترین برگ (۱۹۰/۳۳) در تیمار آبیاری با آب شهری در رقم Sourati Local Cultivar و کمترین آن (۸۷) در تیمار رقم Little Flirt آبیاری شده با آب دارای هدایت الکتریکی دو دسی زیمنس بر متر به دست آمد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمارهای رقم Sourati Local Cultivar و Little Flirt آبیاری شده با آب دارای هدایت الکتریکی چهار دسی زیمنس بر متر نداشت. در شوری دو و چهار دسی زیمنس بر متر، شمار برگ رقم Little Buckaroo نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود. با افزایش تنش شوری، کاهش شمار برگ در رقم Sourati Local Cultivar و Little Flirt کمتر از رقم Sourati Local Cultivar بود (شکل ۱).

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر ارتفاع بوته نشان داد بیشترین ارتفاع بوته (۳۸/۱۶ سانتی‌متر) در گیاهان آبیاری شده با آب دارای هدایت الکتریکی دو دسی زیمنس بر متر و رقم Little Buckaroo به دست آمد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار آبیاری با آب شهری در رقم Sourati Local Cultivar و Little Flirt نداشت. در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر و رقم Sourati Local Cultivar کمترین ارتفاع بوته (۲۶/۵۰ سانتی‌متر) به دست آمد که با دو رقم دیگر مورد بررسی در همین تیمار شوری تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نداشت (شکل ۱).

شمار گل

مقایسه میانگین اثر برهمکنش تنش شوری در رقم نشان داد که شمار گل در رقم Sourati Local Cultivar در بیشتر تیمارهای آزمایش، بیشترین بود. بیشترین شمار گل (۷/۸۳) در تیمار آبیاری با آب شهری و رقم Sourati Local Cultivar و کمترین آن (۰/۵۰) در همان تیمار شوری و رقم Little Flirt به دست آمد. در تیمار

شوری با هدایت الکتریکی چهار دسی زیمنس بر متر بین رقم‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱).

قطر گل

نتیجه‌ها نشان داد که تنش شوری باعث کاهش قطر گل شد. در بیشتر تیمارهای آزمایش، رقم Sourati Local Cultivar قطر کمتر و رقم Little Flirt قطر بیشتری را داشتند. مقایسه میانگین اثر برهمکنش تنش شوری در رقم نشان داد بیشترین قطر گل (۵۲/۱۲ میلی‌متر) در تیمار آب شهری و رقم Little Flirt و کمترین آن (۲۷/۶۸ میلی‌متر) در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر و رقم Sourati Local Cultivar به دست آمد (شکل ۱).

وزن خشک شاخساره

با افزایش سطح تنش شوری کاهش وزن خشک شاخساره مشاهده شد. بیشترین وزن خشک شاخساره (۲۱/۷۱ گرم) در تیمار آب شهری به دست آمد که تفاوت معنی‌داری از نظر آماری با تیمار شوری دو دسی زیمنس بر متر نداشت. همچنین کمترین وزن خشک شاخساره (۱۳/۸۴ گرم) در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که در مقایسه با تیمار شاهد کاهش ۳۶/۲۸ درصدی داشت (شکل ۲).

وزن خشک ریشه

مقایسه میانگین اثر برهمکنش تنش شوری در رقم نشان داد، با افزایش تنش شوری به چهار دسی زیمنس بر متر وزن خشک ریشه در همه رقم‌ها کاهش نشان داد. بیشترین وزن خشک ریشه (۲۶/۴۹ گرم) در تیمار شوری دو دسی زیمنس بر متر و رقم Little Buckaroo و کمترین آن (۱۱/۱۴ گرم) در همین تیمار شوری و رقم Sourati Local Cultivar مشاهده شد (شکل ۱).

کیفیت ظاهری

رقم Little Buckaroo در هر سه سطح شوری بیشترین کیفیت بوته را داشت و توانست در شرایط مختلف شوری کیفیت ظاهری خود را حفظ کند. اما در رقم Sourati Local Cultivar با افزایش مقدار شوری کاهش شدید کیفیت ظاهری مشاهده شد. بیشترین کیفیت ظاهری (عدد ۵) از رقم Little Buckaroo در شرایط تیمار آب شهری و شوری دو دسی زیمنس بر متر به دست آمد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با رقم Sourati Local Cultivar و Little Flirt در شرایط تیمار آب شهری، Little Flirt در شرایط تنش دو دسی زیمنس بر متر و Little Buckaroo در شرایط تنش چهار دسی زیمنس بر متر نداشت. کمترین کیفیت ظاهری (عدد ۱/۳۳) در تیمار رقم Sourati Local Cultivar و شرایط شوری چهار دسی زیمنس بر متر وجود داشت (شکل ۱).

سطح برگ

سطح برگ نسبت به افزایش شوری تغییر کاهشی نشان داد به گونه‌ای که با افزایش شوری در دو دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری با شاهد وجود داشت. در تیمار آب شهری بیشترین سطح برگ (۲۸/۶۷ سانتی‌متر مربع) و در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر کمترین (۲۱/۶۷ سانتی‌متر مربع) مقدار آن مشاهده شد (شکل ۲). رقم Little Buckaroo بیشترین سطح برگ (۳۳/۱۱ سانتی‌متر مربع) و رقم Sourati Local Cultivar کمترین سطح برگ (۱۳/۶۷ سانتی‌متر مربع) را دارا بودند (شکل ۴).

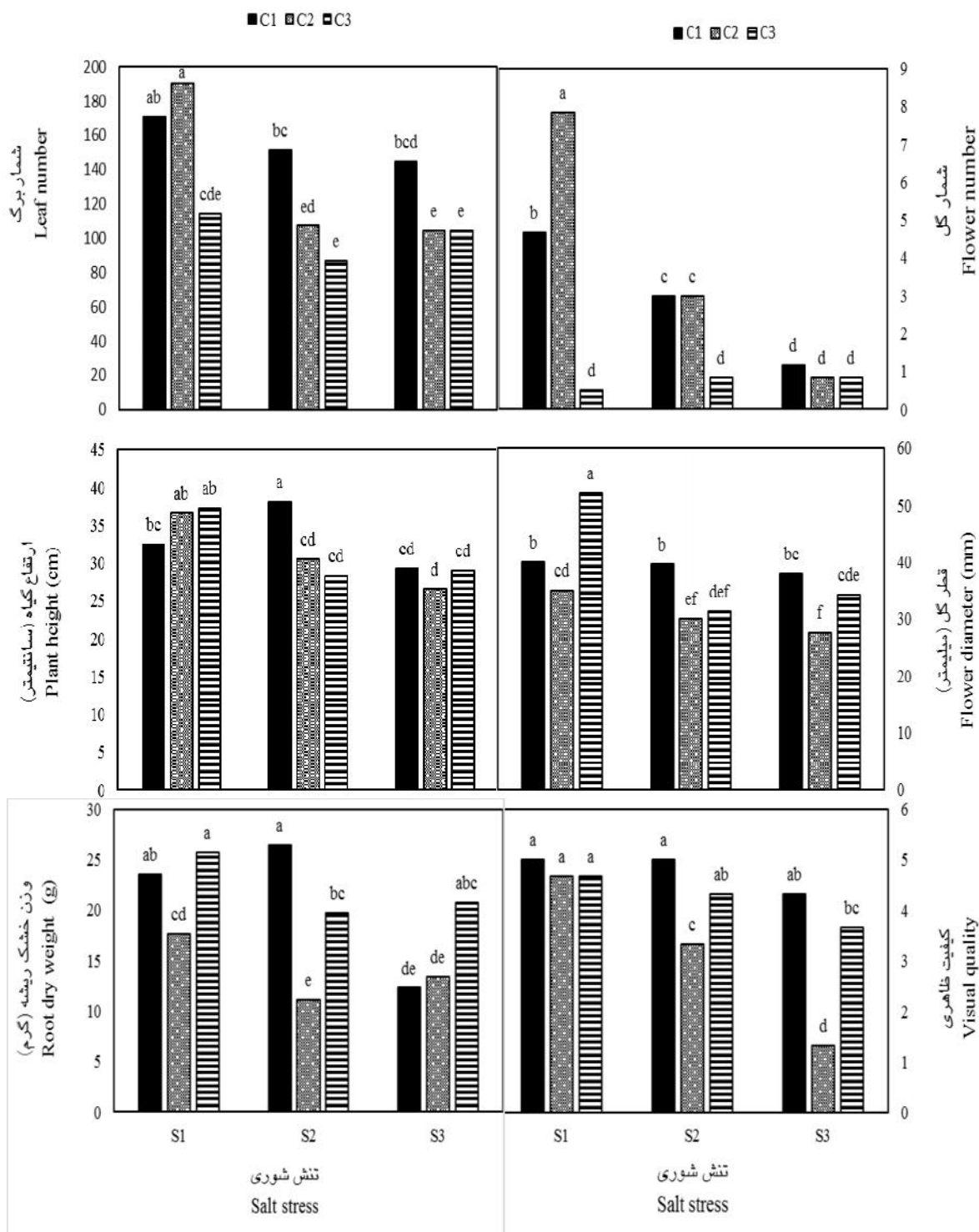


Fig. 1. Interaction of salt stress and cultivar on leaf number, plant height, root dry weight, flower number, flower diameter and visual quality. The columns with the same letters are not significant different at 5% level using LSD test.

شکل ۱- برهمکنش تنش شوری در رقم بر شمار برگ، ارتفاع گیاه، وزن خشک ریشه، شمار گل، قطر گل و کیفیت ظاهری. ستون‌های دارای یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. S1: شاهد، S2: شوری 2 dS m^{-1} ، S3: شوری 4 dS m^{-1} . C1: 'Little Buckaroo'، C2: 'Sourati Local'، C3: 'Little Flirt'، Cultivar

ویژگی‌های فیزیولوژیک

شاخص سبزینه

افزایش غلظت شوری منجر به کاهش مقدار شاخص سبزینه رقم‌های گل ورد شد. برهمکنش تنش شوری در رقم نشان داد بیشترین شاخص سبزینه (۴۷/۳۳) در تیمار آب شهری و رقم Little Buckaroo و کمترین آن (۳۲/۱۳) در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر و رقم Sourati Local Cultivar وجود داشت (شکل ۳). در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد (آب شهری) رقم Sourati, Little Buckaroo و Local Cultivar به ترتیب کاهش ۱۲/۱۸، ۳۰/۳۹، ۶/۸۹ درصدی را نشان دادند.

نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس (Fv/Fm)

مقایسه میانگین اثر شوری نشان داد بیشترین نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس (۰/۸۳۲) در تیمار آب شهری و کمترین آن (۰/۸۱۵) در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. هرچند که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمار آب شهری و تنش شوری دو دسی زیمنس بر متر دیده نشد (شکل ۲).

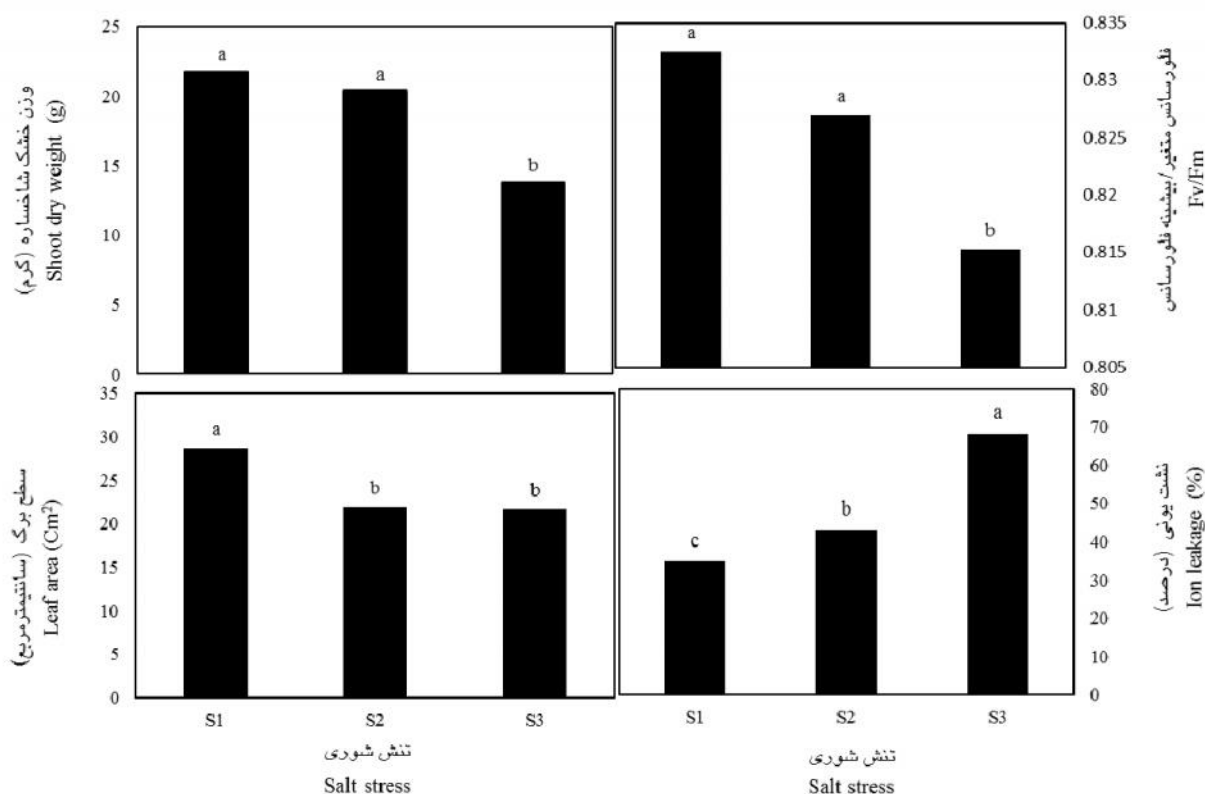


Fig. 2. Effects of salt stress on shoot dry weight, leaf area, Fv/Fm and Ion leakage. The columns with the same letters are not significant different at 5% level using LSD test.

شکل ۲- اثرهای تنش شوری بر وزن خشک شاخساره، سطح برگ، Fv/Fm و نشت یونی. ستون‌های دارای یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. S1: شاهد، S2: شوری ۲ dS m⁻¹، S3: شوری ۴ dS m⁻¹.

نشت یونی

درصد نشت یونی برگ رقم‌های گل ورد با تیمار شوری افزایش یافت. به طوری که بیشترین درصد نشت یونی (۶۸/۲۴٪) در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر وجود داشت (شکل ۲). رقم Sourati Local Cultivar در

بین رقم‌ها بیشترین (۶۲/۰۱٪) نشت یونی را داشت و کمترین نشت یونی (۳۵/۲۷٪) در رقم Little Flirt مشاهده شد (شکل ۴).

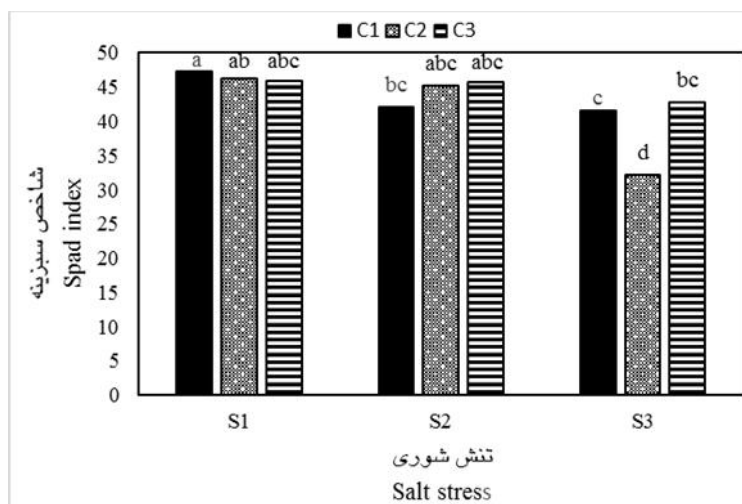


Fig.3. Interaction of salt stress and cultivar on SPAD index. The columns with the same letters are not significant different at 5% level using LSD test.

شکل ۳- برهمکنش تنش شوری در رقم بر شاخص سبزینه. ستون‌های دارای یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. S1: شاهد، S2: شوری 2 dS m^{-1} ، S3: شوری 4 dS m^{-1} : C1: 'Little Flirt'؛ C2: 'Sourati Local Cultivar'؛ C3: 'Little Buckaroo'.

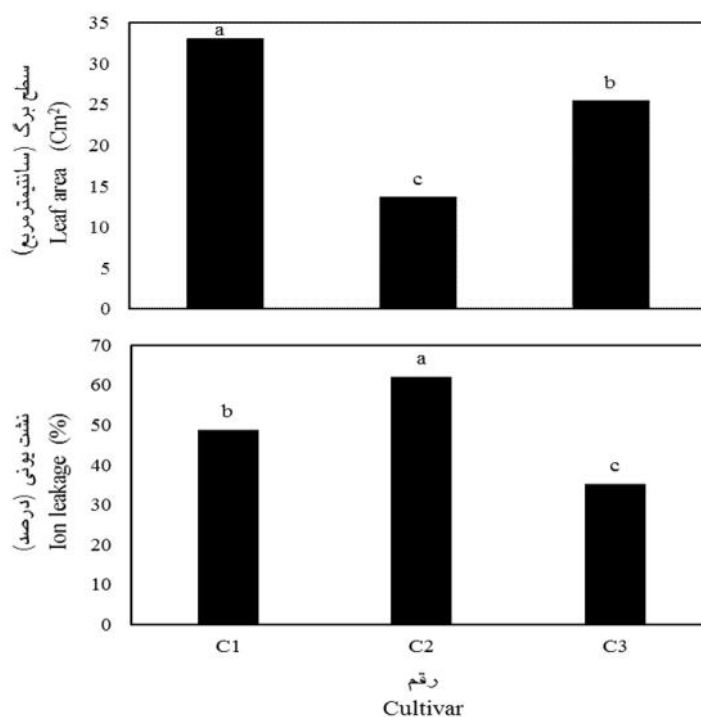


Fig. 4. Effect of cultivar on leaf area and Ion leakage. The columns with the same letters are not significant different at 5% level using LSD test.

شکل ۴- اثر رقم بر سطح برگ و نشت یونی. ستون‌های دارای یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. C1: 'Little Buckaroo'؛ C2: 'Sourati Local Cultivar'؛ C3: 'Little Flirt'.

بحث

تنش شوری یک مشکل محیطی مهم بوده و عامل مهمی در کاهش تولید محصول می‌باشد زیرا نتیجه برهمکنش‌های پیچیده در فرایندهای ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و زیست‌شیمیایی می‌باشد. اثر اصلی شوری در گیاهان کم شورپسند^۱ کاهش رشد است و این کاهش در بسیاری از پژوهش‌ها به‌عنوان ابزاری برای بررسی مقاومت به شرایط شور مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱۱).

در این پژوهش تنش شوری شمار برگ را کاهش داد که این کاهش در رقم Sourati Local Cultivar از رقم‌های دیگر بیشتر بود. برگ‌ها به شوری بسیار حساس می‌باشند. شوری سبب کاهش سرعت رشد آن‌ها می‌شود که به‌دلیل اثر اسمزی پیرامون ریشه‌هاست و سبب کاهش جذب آب و کم شدن رشد یاخته شده که نتیجه آن کاهش ظهور برگ‌های جدید و کاهش اندازه برگ‌هاست (۲۱).

بالاترین سطح شوری سبب کاهش ارتفاع بوته در تمام رقم‌ها شد که می‌تواند به‌دلیل کاهش نورساخت^۲ باشد که با نتیجه‌های محمدی ترکاشوند و شیرغانی (۱) روی گل ژاله^۳ هم‌سو می‌باشد. کاهش رشد یکی از مهم‌ترین اثرهای تنش شوری است که به‌دلیل اثر ابتدایی آسیب یون سدیم به‌دلیل کاهش فعالیت کانال پتاسیمی می‌باشد (۲۰). یکی دیگر از دلایل کاهش ارتفاع بوته در شرایط شور می‌تواند به‌دلیل سمیت کلر باشد که از جذب نیترات جلوگیری می‌کند. زیرا هر دو یون به وسیله یک نوع حمل‌کننده از عرض غشا پلاسمایی انتقال می‌یابند و نیترات هم در رشد رویشی گیاهان نقش مهمی دارد (۱). در این پژوهش رقم Little Buckaroo در شرایط شوری متوسط بیشترین ارتفاع بوته را دارا بود که می‌تواند به‌دلیل رشد بیشتر ریشه و بالاتر بودن وزن خشک ریشه و افزایش جذب مواد غذایی در این تیمار باشد. در پژوهشی روی دو گونه گیاه گز مشخص شد شوری روی ارتفاع گونه *Tamarix aphylla* اثر منفی داشت در حالی‌که بر ارتفاع گونه *T. jordanis* تاثیر معنی‌داری نداشت (۱۳).

شمار گل در رقم Sourati Local Cultivar در شرایط آب شهری بیشترین بود، در حالی که تنش شوری شدید سبب کاهش شمار گل در تمام رقم‌ها شد. رقم Sourati Local Cultivar نسبت به دو رقم دیگر مدت زمان کمتری به تنش شوری به کار رفته تحمل نشان داد و زمان اندازه‌گیری این ویژگی‌ها در هر سه رقم در یک زمان و در پایان تحمل رقم Sourati Local Cultivar از نظر شرایط ظاهری بوته بود. شوری یک تنش یونی شدید است. یکی از زیان‌بارترین اثرهای تنش شوری انباشت یون‌های سدیم و کلر در بافت گیاهانی است که در تماس با غلظت‌های بالای کلرید سدیم قرار می‌گیرند. ورود یون‌های سدیم و کلر در یاخته سبب عدم تعادل یونی شده و می‌تواند به بی‌نظمی‌های فیزیولوژیکی مهمی منجر شود. غلظت زیاد سدیم از جذب پتاسیم که یک عنصر مهم برای رشد و نمو است جلوگیری می‌کند و سبب کاهش تولید می‌شود (۱۶). در پژوهش انجام شده توسط بیات و همکاران (۷) تنش شوری سبب کاهش شمار گل و قطر گل همیشه بهار شد که نتیجه پژوهش حاضر با پژوهش آن‌ها هم‌سو می‌باشد.

با افزایش تنش شوری و در بالاترین سطح شوری، از وزن خشک شاخساره و وزن خشک ریشه کم شد. کاهش شمار برگ (شکل ۱) و ارتفاع بوته (شکل ۲) در تنش شوری شدید می‌تواند دلیل کاهش وزن خشک شاخساره باشد. اثر تنش شوری در گیاه زینتی شیشه‌شوی نشان داد، تنش شوری ۳۹٪، زیست‌توده را کاهش داد (۴).

با افزایش تنش شوری برنزی شدن^۴ برگ‌ها افزایش پیدا کرد. کمترین کیفیت بوته در تنش شوری شدید و رقم Sourati Local Cultivar مشاهده شد. در گیاه شیشه‌شوی، تنش شوری روی رنگ برگ و گل اثر داشت و آن

را کاهش داد (۴) که نتیجه یافته‌های این بررسی با این پژوهش هم‌سو می‌باشد. این رقم مدت زمان کمتری نیز به تنش شوری تحمل نشان داد. زمان آشکار شدن نشانه‌های آسیب به برگ‌ها عامل مهمی در ارزیابی تحمل به شوری گیاهان می‌باشد به طوری که زودتر آشکار شدن آسیب شوری در یک گیاه، تحمل کمتر آن را به شوری نشان می‌دهد. بیشترین کیفیت بوته در نبود شوری در رقم Little Buckaroo مشاهده شد. اثر تنش شوری روی وردهای پیوند شده روی چند پایه نشان داد که افزایش غلظت نمک سبب کاهش زیست‌توده، شمار گل و کیفیت برگ‌ها شد، اما پاسخ‌ها با توجه به نوع پایه تغییر کرد (۹). غلظت بالای نمک‌های محلول به‌ویژه سدیم و کلر ممکن است رشد گیاه را کاهش و برنزی و قهوه‌ای شدن برگ را در گونه‌های زینتی افزایش دهد (۲۵).

تنش شوری شدید سطح برگ را به کمترین مقدار رساند. رقم Sourati Local Cultivar در مقایسه با دیگر رقم‌ها کمترین سطح برگ را دارا بود در حالی که شمار برگ در این رقم در شرایط آب شهری بیشترین مقدار بود (شکل ۱). با وجودی که کمترین سطح برگ در این رقم مشاهده شد ولی به دلیل شمار بیشتر برگ و نیز بافت ظریف و نازک‌تر برگ در مقایسه با سایر رقم‌ها ممکن است آب بیشتری را از دست داده و حساسیت بیشتری به تنش نشان داده باشد.

رقم Sourati Local Cultivar در تنش شوری شدید دارای کمترین شاخص سبزینه بود. با افزایش سطح شوری کاهش رشد ریشه در رقم Sourati Local Cultivar نسبت به رقم‌های دیگر بیشتر بود (شکل ۶). ممکن است با کاهش رشد ریشه و کاهش جذب مواد غذایی و به دنبال آن کاهش نورساخت در این رقم، شاخص سبزینه کاهش یافته باشد. در بررسی روی سه پایه ورد مشخص شد با افزایش شوری آب آبیاری شاخص سبزینه کاهش یافت، زیرا یکی از اولین نشانه‌های آسیب شوری کاهش رنگ برگ می‌باشد (۲۴). در پژوهش روی برخی از گونه‌های علفی و چوبی فضای سبزی مشخص شد گونه‌هایی که به شوری تحمل کمتری داشتند با افزایش تنش شوری شاخص سبزینه آن‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۲۲).

در این آزمایش، تنش شوری چهار دسی زیمنس بر متر، نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس (Fv/Fm) را کاهش داد. نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس (Fv/Fm)، در ارزیابی تحمل به شوری مفید می‌باشد که برای اندازه‌گیری آسیب شوری به دستگاه نورساختی^۲ مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۴). سودمندی این روش، بدون آسیب بودن آن می‌باشد. مقدار اثر بستگی به نوع گونه و مقدار شوری دارد (۸). تنش شوری فعالیت سیستم نوری II و کارایی آن را کاهش داده و از عملکرد کوانتومی انتقال الکترون در سیستم نوری II جلوگیری می‌کند (۲۰). در سه پایه ورد مقدار نسبت فلورسانس متغیر به بیشینه فلورسانس (Fv/Fm) با افزایش شوری به مقدار ۳ و ۶ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت (۲۴).

شوری نشت یونی برگ را افزایش داد. در بین سطوح تنش شوری بیشترین نشت یونی برگ در تنش شوری شدید و در بین رقم‌ها در رقم Sourati Local Cultivar مشاهده شد. مقدار آسیب به غشای یاخته با ادامه تنش افزایش می‌یابد که ممکن است به آسانی با اندازه‌گیری نشت یونی یاخته بررسی شود (۶). نشت یونی بهترین شاخص آسیب به غشای برگ است که با استفاده از یک دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، اندازه‌گیری می‌شود (۱۲). در گیاه زینتی مورد^۲ کاربرد شوری ۸ دسی زیمنس بر متر ۳۰ روز پس از تنش سبب افزایش نشت یونی برگ شد (۳).

نتیجه‌گیری

رقم Sourati Local Cultivar در تیمارهای شوری کمترین ارتفاع، قطر گل، وزن خشک ریشه، کیفیت ظاهری، سطح برگ، شاخص سبزینه و بیشترین نشت یونی برگ را داشت و مدت زمان کمتری نیز به تنش شوری تحمل نشان داد. رقم Little Buckaroo با دارا بودن بیشترین ارتفاع، وزن خشک ریشه، کیفیت ظاهری، سطح برگ و شاخص سبزینه، متحمل‌ترین رقم به تنش شوری بود.

References

منابع

۱. محمدی ترکاشوند، ع. و ف. شیرغانی. ۱۳۹۴. اثر تعدیل شوری آب آبیاری بر رشد و عمر پس از برداشت گل ژربرا از طریق محلول پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱۳۵-۱۴۹: ۲۳.
۲. مومن پور، ع.، ع. ایمانی، د. بخشی، و ح. رضایی. ۱۳۹۴. ارزیابی خصوصیات رشدی و غلظت عنصرهای غذایی در چهار ژنوتیپ بادام پیوند شده روی پایه‌ی GF677 تحت تنش شوری. مجله علوم باغبانی ایران. ۱۷ (۱): ۲۱۶-۱۹۷.
3. Acosta-Motos, J.R., P. Diaz-Vivancos, S. Alvarez, N. Fernandez-Garcia, M.J. Sanchez-Blanco. and J.A. Hernandez. 2015. NaCl-induced physiological and biochemical adaptative mechanisms in the ornamental *Myrtus communis* L. plants. J. Plant Physiol. 183:41-51.
4. Alvarez, S. and M. J Sanchez-Blanco. 2015. Comparison of individual and combined effects of salinity and deficit irrigation on physiological, nutritional and ornamental aspects of tolerance in *Callistemon laevis* plants. J. Plant Physiol. 185:65-74.
5. Atkinson, N.J. and P.E. Urwin. 2012. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. J. Exp. Bot. 63(10):3523-3543.
6. Bajji, M., J.M. Kinet. and S. Lutts. 2002. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. Plant Growth Regul. 36(1):61-70.
7. Bayat, H., M. Alirazaie, H. Neamati. and A. Abdollahi Saadabad. 2013. Effect of silicon on growth and ornamental traits of salt-stressed calendula (*Calendula officinalis* L.). J. Ornam. Plants. 3(4):207-214.
8. Bolla, A., M. Koukourikou-Petridou, D. Voyiatzis. and D. Chimonidou. 2009. Physiological responses associated to substrate water availability of *Rosa* 'Eurored' plants grown in soilless greenhouse conditions. Sci. Hort. 121(1):80-83.
9. Cabrera, R.I., A.R Solis-Perez. and J.J. Sloan. 2009. Greenhouse rose yield and ion accumulation responses to salt stress as modulated by rootstock selection. Hort. Sci. 44(7):2000-2008.
10. Cai, X., G. Niu, T. Starman. and C. Hall. 2014. Response of six garden roses (*Rosa* × *hybrida* L.) to salt stress. Sci. Hort. 168:27-32.
11. Cassaniti, C., C. Leonardi. and T. Flowers. 2009. The effects of sodium chloride on ornamental shrubs. Sci. Hort. 122:586-593.
12. Chen, J.R., Y.B. Chen, M. Ziemianska, R. Liu, Z.N. Deng, I. Niedzwiecka-Filipiak. Y.L. Li, J.X. Jiao. and X.Y. Xiong. 2016. Co-expression of *MtDREB1C* and *RcXET* enhances stress tolerance of transgenic China rose (*Rosa chinensis* Jacq.). Plant Growth Regul. 35:586-599.
13. Dawalibi, V., M.C. Monteverdi, S. Moscatello, A. Battistelli. and R. Valentini. 2015. Effect of salt and drought on growth, physiological and biochemical responses of two *Tamarix* species. Iforest Biogeosci. Forest. 8(6):1-8.

14. IPCC. 2007. Climate change 2007: The physical science basis. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL, eds. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
15. Josine, T.L., J. Ji, G. Wang. and C.F. Guan. 2013. Advances in genetic engineering for plants abiotic stress control. *Afr. J. Biotech.* 10(28):5402-5413.
16. Kataria, S., and S.K. Verma, 2018. Salinity Stress Responses and Adaptive Mechanisms in Major Glycophytic Crops: The Story So Far. In *Salinity Responses and Tolerance in Plants*. Springer International Publishing. 1:1-39.
17. Li, X., Y. Kang, S. Wan, X. Chen. and J. Xu. 2015. Effect of drip-irrigation with saline water on Chinese rose (*Rosa chinensis*) during reclamation of very heavy coastal saline soil in a field trial. *Sci. Hort.* 186:163-171.
18. Liu, Y., X. Zhang, H. Tran, L. Shan, J. Kim, K. Childs, E.H. Ervin, T. Frazier. and B. Zhao. 2015. Assessment of drought tolerance of 49 switchgrass (*Panicum virgatum*) genotypes using physiological and morphological parameters. *Biotech. Biofuels.* 8(152):1-18.
19. Mahalingam, R. 2015. Combined Stresses in Plants. Physiological, molecular, and biochemical aspects. Springer International Publishing, Switzerland, 264 p.
20. Mugnai, S., A. Ferrante. L. Petrognani. G. Serra and P. Vernieri. 2009. Stress-induced variation in leaf gas exchange and chlorophyll a fluorescence in *callistemon* plants. *Res. J. Biol. Sci.* 4 (8):913-921.
21. Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59:651–681.
22. Niu, G. and R.I. Cabrera. 2010. Growth and physiological responses of landscape plants to saline water irrigation: A Review. *Hort. Sci.* 45(11):1605-1609.
23. Niu, G. and D.S. Rodriguez. 2006. Relative salt tolerance of selected herbaceous perennials and groundcovers. *Sci. Hort.* 110:352–358.
24. Niu, G., D.S. Rodriguez and L. Aguiniga. 2008. Effect of saline water irrigation on growth and physiological responses of three rose rootstocks. *Hort. Sci.* 43(5):1479-1484.
25. Valdez-Aguilar, L.A., C.M. Grieve, A. Razak-Mahar, M.E. McGiffen. and D.J. Merhaut. 2011. Growth and ion distribution is affected by irrigation with saline water in selected landscape species grown in two consecutive growing seasons: Spring–summer and fall–winter. *Hort. Sci.* 46(4):632-642.
26. Wahome, P.K., H.H. Jesch. and I. Grittner. 2001. Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* ‘Major’ and *R. rubiginosa*. *Sci. Hort.* 87(3):207-216.

Effects of Salinity Stress on Morphological and Physiological Characteristics of Miniature Rose (*Rosa chinensis* Jacq. var. *minima* Rehd.)

Z. Shahbani*, M. Khosh-Khui, H. Salehi, M. Kafi, A.A. Kamgar Haghighi and S. Eshghi¹

Abiotic stresses are very harmful in plant species due to their extensive presence in agricultural lands and increase in the probability of their severity under climate change conditions. To investigate the effects of salt stress on some morphological and physiological characteristics of miniature rose (*Rosa chinensis* Jacq. var. *minima* Rehd.) cultivars a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design in greenhouse conditions. Treatments were water with electrical conductivity of 2 and 4 dS m⁻¹ provided by NaCl along with tap water as control and rose cultivars including red (*R. chinensis* 'Little Buckaroo'), pink (*R. chinensis* 'Sourati Local Cultivar') and yellow (*R. chinensis* 'Little Flirt') flower plants. The results revealed that salinity of 4 dS m⁻¹ decreased the number of leaves and flowers, flower diameter, plant height, dry weights of shoots and roots, leaf area, chlorophyll index, chlorophyll fluorescence and visual quality while leaf ion leakage was increased. 'Sourati Local Cultivar' had the lowest plant height, flower diameter, dry weight of roots, visual quality, leaf area, chlorophyll index, and the highest leaf ion leakage in salinity treatments (2 and 4 dS m⁻¹), while in the control treatment this cultivar had the maximum number of leaves and flowers. 'Little Buckaroo' with the highest plant height, dry weight of roots, visual quality, leaf area, and chlorophyll index was the most tolerant cultivar to salinity stress. Therefore, its cultivation in areas with saline soils can be suggested.

Keywords: Abiotic stress, Electrical conductivity, NaCl, Visual quality.

1. Ph.D. Student, Professors of Horticultural Science, Shiraz University, Professor of Horticultural Science and Landscape, Tehran University, Professor of Water Science and Engineering and Professor of Horticultural Science, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.

* Corresponding author, Email:(zahrashahbani@yahoo.com).