

## بررسی رشد رویشی و بیوشیمیایی معدنی گل محمدی آبیاری شده با سطوح مختلف کلریدسدیم

محمد طهماسبی<sup>۱</sup>، محمدرضا صالحی سلمی<sup>۱\*</sup>، مختار حیدری<sup>۱</sup> و بابک پاکدامن سردوود<sup>۲</sup>

۱. گروه علوم یاغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، رامین

۲. گروه گیاهپژوهشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، رامین

 salehi@asnrukh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۱

### چکیده

خاک و آب شور دو مشکل اساسی کاشت گیاهان در مناطق گرم و خشک هستند. در این پژوهش برای بررسی اثر شوری بر رشد و جذب عناصر معدنی نهال‌های گل محمدی، ۴ سطح شوری، ۵۰، ۲۵ و ۷۵ میلی مولار کلریدسدیم در شرایط مزرعه‌ای به کار رفت. در این پژوهش، ویژگی‌های وزن‌تر و خشک شاخص‌سازه، وزن‌تر و خشک ریشه، میزان پرولین، مالون دی‌آلدئید، فعالیت آنزیم‌های گلیاکول پراکسیداز و کاتالاز، کربوهیدرات‌های محلول، سبزینه و کاروتونوئید برگ اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت عناصر موجود در برگ شامل نیتروژن، پتاسیم، سدیم، فسفر، آهن، مس، منگنز و روی اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که افزایش غلظت کلریدسدیم در آب آبیاری اثر منفی بر شاخص‌های رشد رویشی، و همچنین اثر معنی‌داری بر کاهش سبزینه و کاروتونوئیدها داشت. آبیاری با آب دارای کلریدسدیم سبب انباست پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در برگ گردید، افزون بر این، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و مجموع این تغییرات بیوشیمیایی سبب کاهش رشد رویشی گل محمدی شد. با افزایش شوری، انباست یون سدیم در برگ‌ها افزایش یافت ولی در جذب عناصر دیگر اختلال به وجود آمد. پیشنهاد می‌شود برای کاهش اثر شوری و تأمین عناصر غذایی، محلول‌پاشی غذایی انجام شود.

**واژه‌های کلیدی:** آب شور، آنتی اکسیدانت، تحمل، عنصر، سبزینه.

### مقدمه

با افزایش جمعیت شهری و توسعه صنعت، در آینده دسترسی به آب شیرین جهت آبیاری گیاهان محدود شده و استفاده از منابع آبی جایگزین مانند آب بازیافتی، گسترش خواهد یافت. آب بازیافتی دارای نمک‌های محلول زیادی است که سبب ایجاد تنفس شوری می‌شود. شوری می‌تواند بسیاری از ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و از رشد و دستیابی عملکرد مناسب جلوگیری نماید (Niu *et al.*, 2013). برخی از این تغییرات ناشی از سازگاری‌های فیزیولوژیکی، برای تحمل تنفس شوری هستند (Pitman & Läuchli, 2012). بنابراین، تشخیص مکانیسم‌های فیزیولوژیکی محدودکننده رشد گیاهان تحت تنفس و نحوه پاسخ گیاه به آن مهم است. مشخص شده است که تنفس شوری ناشی از غلظت زیاد کلریدسدیم، عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (Wahome *et al.*, 2001). تنفس شوری موجب تغییر پتانسیل اسمزی در یاخته‌های گیاهی، غلظت سبزینه، محتوای نسبی آب یاخته (Kaya *et al.*, 2021)، مقاومت روزنگاری، شاخص سطح برگ، فتوسنتز و انتقال مواد غذایی (Tuncer et al., 2011)

می شود. همچنین رشد ریشه در مقایسه با اندام هوایی کمتر تحت تأثیر شوری قرار می گیرد. بیان شده که در غلظت‌های کم نمک، رشد ریشه غالباً کمتر کاهش می‌یابد و ممکن است گاهی اوقات در مقایسه با ساقه، شوری موجب تحریک رشد رویشی ریشه شود (Mirmohamadi & Ghareyazi, 2002).

گل محمدی با نام علمی *Rosa damascena* Mill. از قدیم به عنوان گیاه زینتی-دارویی شناخته می‌شود. اسانس گل محمدی از بالارزش‌ترین اسانس‌های گیاهی بوده، و از لحاظ ارزش حجمی (ارزش واحد حجمی اسانس آن) به عنوان سومین اسانس طبقه‌بندی می‌شود (Mahboubi, 2016). این گیاه در شهرستان اهواز جایگاه ویژه‌ای در فضای سبز داشته و کاشت آن رایج می‌باشد. طبق آمارنامه‌ی جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۲ سطح زیر کشت گل محمدی در استان خوزستان ۲۳ هکتار بوده است (Anonymous, 2015). در ارتباط با پاسخ‌های برخی از گونه‌های رز به تنش شوری پژوهش‌های محدودی انجام‌شده است (Cabrera et al., 2009; Niu et al., 2013). در پژوهشی با افزایش سطح شوری تا ۶/۴ دسی زیمنس بر متر مشخص گردید که برخی از گونه‌های رز تغییرات مورفولوژی و فیزیولوژی قابل توجهی نداشته و به این سطح از شوری مقاوم هستند. نتایج مقایسه مقاومت به تنش شوری نشان داد که گونه *R. fortuniana* نسبت به دو گونه *R. odorata* و *R. multiflora* به تنش شوری مقاوم‌تر بود و توانست عملکرد خود را حفظ کند (Niu et al., 2013).

با توجه به کاهش کیفیت آب شهر اهواز و افزایش میزان شوری در آب مورداستفاده جهت آبیاری در فضای سبز و درنتیجه افزایش اهمیت استفاده از آب‌های دارای کیفیت پایین برای آبیاری گیاهان و امکان بروز تنش شوری، در پژوهش حاضر اثر سطوح مختلف کلریدسدیم بر برخی شاخص‌های رشد رویشی و بیوشیمیایی گل محمدی موردبررسی قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه گروه علوم باگبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، واقع در شهر ملاٹانی (۳۶ کیلومتری اهواز با ارتفاع ۵۱ متر از سطح دریا) در سال ۱۳۹۴-۹۵ اجرا شد. در بهمن‌ماه ۱۳۹۴ نهال‌های دوساله گل محمدی با قطر تن به یکسان، ۱/۵ سانتی‌متر، از نهالستانی واقع در شهرستان دزفول خریداری شد و پس از انتقال به مزرعه آزمایشی، هرسی سیک روی آن‌ها انجام شد. سپس نهال‌ها به گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر انتقال داده شدند. حجم محیط رشد ریشه مورداستفاده ۵ لیتر (۶۰٪ خاک زراعی، ۳۰٪ ماسه و ۱۰٪ کود کاملاً پوشیده حیوانی) بود. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی مورداستفاده در جدول ۱ آورده شده است. جهت زهکشی در کف گلدان‌ها ۴ سوراخ (به قطر ۰/۵ سانتی‌متر) ایجاد و ۲۵۰ گرم سنگریزه قرار گرفت. میانگین دمای هوا منطقه از بهمن‌ماه تا اردیبهشت‌ماه به ترتیب ۱۳/۹، ۱۷/۷، ۲۳ و ۲۹/۹ درجه سلسیوس و میزان بارش به ترتیب ۲۶/۳، ۲۷/۷، ۱۳/۲ و بدون بارندگی بود.

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تکرار (هر تکرار یک گلدان) اجرا شد. برای اعمال تنش‌شوری، محلول پایه کلریدسدیم در غلظت ۱۰۰ میلی‌مolar تهیه شد و سپس غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مolar با رقیق‌سازی محلول پایه با آب مقطر تهیه شد. گیاهان شاهد با آب مقطر آبیاری شدند. برای جلوگیری از ورود تنش ناگهانی کلریدسدیم، تنش‌شوری ابتدا از شوری پایین (۶/۲۵ میلی‌مolar) شروع شده و در هر دوره‌ی آبیاری این نسبت تقریباً دو برابر شد، تا در هر تیمار به سطوح شوری موردنظر برسد. آبیاری با آب دارای کلریدسدیم به مدت ۷ هفته پس از رسیدن به سطح شوری موردنظر ادامه پیدا کرد و پس از آن نمونه‌برداری‌ها انجام شد. لازم به ذکر است آبیاری به میزان ظرفیت مزرعه و هر ۵ روز یکبار انجام شد.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده.

**Table 1- Some physicochemical characteristics of the used soil.**

pH	Electrical Conductivity (dS/m)	هدایت الکتریکی (dS/m)	ظرفیت مزروعاتی (درصد)	نقطه پژمردگی دائمی (درصد)
		Field Capacity (%)	Permanent Wilting Point (%)	
7.71	1.52	26.97	20.29	

برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک قسمت هوایی و ریشه، گیاهان از قسمت طوفه قطع شده و پس از توزین، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون در دمای ۷۵ درجه سلسیوس نگهداری شده و سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازو اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های بیوشیمیایی شامل: سنجش پرولین آزاد موجود در برگ (Bates *et al.*, 1973)، پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء به عنوان شاخص مالون‌دی‌آلدئید (Lin & Kao, 1999)، سنجش میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز برگ (Heath & Packer, 1968)، سنجش میزان آنزیم کاتالاز برگ (Aebi, 1984)، اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول برگ (Albalasmeh *et al.*, 2013)، اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز برگ (Lichtenthaler & Wellburn, 1983) بود. اندازه‌گیری عناصر پتاسیم و سدیم برگ با استفاده از دستگاه فلیم فتوомتر (مدل PFP7، کشور انگلیس) و اندازه‌گیری عناصر کم‌صرف شامل آهن، روی، مس و منگنز با دستگاه جذب اتمی مدل AA240 آنجام شد.

داده‌های خام توسط نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

#### نتایج

بررسی اثر تنفس شوری بر وزن تر و خشک شاخصاره نشان داد با افزایش غلظت کلریدسدیم در آبیاری، میزان این دو شاخص کاهش یافت. بیشترین وزن تر شاخصاره در تیمار شاهد (۲۶/۶۱ گرم) بود، که با وزن تر شاخصاره در تیمار ۲۵ میلی‌مolar کلریدسدیم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین وزن تر شاخصاره در تیمار ۷۵ میلی‌مolar کلریدسدیم (۱۶/۰۴ گرم) بود. همچنین بیشترین وزن خشک شاخصاره در تیمار شاهد بود (۱۵/۲۷ گرم) که با وزن خشک شاخصاره در تیمار ۲۵ میلی‌مolar کلریدسدیم تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین وزن خشک شاخصاره در تیمار شوری ۷۵ میلی‌مolar (۷/۸۱ گرم) بود (شکل ۱-A و ۱-B).

نتایج نشان داد در تیمارهایی با غلظت پایین کلریدسدیم، در وزن تر ریشه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، به‌گونه‌ای که بیشترین وزن تر ریشه مربوط به تیمار شاهد (۷۰/۹۱ گرم)، با وزن تر ریشه در تیمار ۲۵ میلی‌مolar کلریدسدیم اختلاف معنی‌داری نداشت. با افزایش غلظت کلریدسدیم وزن تر ریشه کاهش یافت و کمترین وزن تر ریشه در تیمار ۷۵ میلی‌مolar کلریدسدیم (۳۹/۲۹ گرم) بود (شکل ۱-C). همچنین نتایج نشان داد با افزایش غلظت کلریدسدیم وزن خشک ریشه کاهش معنی‌داری داشت. بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد (۳۴/۸۴ گرم) و کمترین مربوط به تیمار ۷۵ میلی‌مolar کلریدسدیم (۱۵/۲۲ گرم) بود (شکل ۱-D).

با افزایش غلظت کلریدسدیم، میزان پرولین برگ گل محمدی افزایش یافت. بیشترین میزان در تیمار ۷۵ میلی‌مolar کلریدسدیم (۱/۴۹ میکروگرم برگ وزن تر) و کمترین پرولین برگ در تیمار شاهد (۰/۸۰ میکروگرم برگ وزن تر) بود (شکل ۱-E). همچنین با افزایش غلظت کلریدسدیم در محیط رشد، غلظت مالون‌دی‌آلدئید در برگ‌های گل محمدی افزایش یافت. بیشترین

میزان مالون دی‌آلدئید در تیمار ۷۵ میلی‌مولا ر کلریدسدیم (۱/۳۰ میکرومول برگرم وزن‌تر) و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۴۸ میکرومول برگرم وزن‌تر) بود (شکل ۱-F). نتایج نشان داد با افزایش غلظت کلریدسدیم، میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ گل محمدی افزایش یافت. بیشترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ در تیمار شوری ۷۵ میلی‌مولا ر (۱۱۱/۶۴ میکرومگرم برگرم وزن‌خشک) و کمترین مربوط به تیمار بدون شوری (۷۹/۳۹ میکرومگرم برگرم وزن‌خشک) بود (شکل ۱-G).

نتایج نشان داد اثر تنفس شوری بر میزان سبزینه کل و کاروتوئیدهای برگ معنی‌دار بود. بیشترین سبزینه کل برگ در تیمار شاهد (۲/۳۷ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر) و کمترین در تیمار ۷۵ میلی‌مولا ر (۱/۱۳ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر) بود (شکل ۱-H). همچنین با افزایش غلظت شوری تا ۲۵ میلی‌مولا ر میزان کاروتوئیدهای کل برگ افزایش یافت و با افزایش شدت تنفس شوری و گذشتان آن از آستانه ۲۵ میلی‌مولا ر، محتوای کاروتوئیدها کاهش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین کاروتوئیدها مربوط به تیمار شوری ۲۵ میلی‌مولا ر (۱/۲۳ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر) و کمترین مربوط به سطح شوری ۷۵ میلی‌مولا ر (۰/۵۹ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر) بود (جدول ۲).

با افزایش غلظت شوری میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین میزان آنزیم کاتالاز مربوط به سطح شوری ۷۵ میلی‌مولا ر (۰/۳۷ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) و کمترین مربوط به تیمار بدون شوری (۰/۰۲ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) بود (جدول ۳). همچنین بیشترین فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز مربوط به سطح شوری ۷۵ میلی‌مولا ر (۰/۳۸ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) و کمترین مربوط به تیمار بدون شوری (۰/۰۴ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) بود (جدول ۳).

بر اساس جدول ۳، افزایش شوری اثر کاهنده معنی‌داری بر غلظت نیتروژن برگ داشت، به‌طوری‌که با افزایش سطح شوری غلظت نیتروژن برگ کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد با افزایش کلریدسدیم، غلظت یون پتاسیم برگ نیز کاهش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین پتاسیم مربوط به تیمار بدون شوری (۱۴۳/۸۲ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) و کمترین مربوط به سطح شوری ۷۵ میلی‌مولا ر (۲۹/۰۷ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) بود (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد با افزایش غلظت کلریدسدیم در آب آبیاری، غلظت سدیم برگ افزایش داشت. به‌گونه‌ای که بیشترین غلظت سدیم برگ در تیمار ۷۵ میلی‌مولا ر کلریدسدیم (۴۲/۵۹ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) و کمترین مربوط به تیمار بدون شوری (۱۹/۳۶ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) بود (جدول ۳). بررسی نتایج اثر تیمار شوری بر غلظت فسفر برگ نشان داد با افزایش غلظت کلریدسدیم میزان این عنصر کاهش یافت. بیشترین مقدار فسفر مربوط به تیمار بدون شوری (۰/۰۶ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) و کمترین مربوط به سطح شوری ۷۵ میلی‌مولا ر (۰/۰۱ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) بود (جدول ۳). با افزایش شوری، غلظت جذب آهن و مس شاخصاره به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین با افزایش شوری از ۰ به ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولا ر کلریدسدیم غلظت منگنز برگ به‌ترتیب به ۱/۳۷، ۱/۱۲، ۰/۷۶ و ۰/۰۶ میلی‌گرم در گرم وزن‌خشک کاهش یافت (جدول ۳). نتایج نشان داد با افزایش غلظت شوری، میزان جذب روی کاهش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین میزان روی مربوط به تیمار بدون شوری (۰/۰۶ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) و کمترین مربوط به سطح شوری ۷۵ میلی‌مولا ر کلریدسدیم (۰/۰۱ میلی‌گرم برگرم وزن‌خشک) بود (جدول ۳).

جدول ۲- تأثیر تنش کلریدسدیم بر میزان کاروتنوئیدها، فعالیت آنزیم‌های گایاکول پراکسیداز و کاتالاز در برگ گل محمدی.

**Table 2- Effect of NaCl on carotenoids, the activity of guaiacol peroxidase and catalase enzymes in the leaves of *Rosa damascena* Mill.**

Characteristics	NaCl (mM)				ویژگی‌ها
	0	25	50	75	
Carotenoids (mg/g FW)	1.07 <sup>b</sup>	1.23 <sup>a</sup>	0.77 <sup>c</sup>	0.59 <sup>d</sup>	کاروتنوئیدها
Guaiacol Peroxidase Activity (μmol/min/mg pro)	0.04 <sup>d</sup>	0.12 <sup>c</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.38 <sup>a</sup>	فعالیت گایاکول پراکسیداز
Catalase Activity (μmol/min/mg pro)	0.02 <sup>d</sup>	0.08 <sup>c</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.37 <sup>a</sup>	فعالیت کاتالاز

در هر ردیف، اعدادی با حروف غیرمشترک از لحاظ آماری در سطح ۵٪ آزمون چندامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری دارند.

In each row, numbers with different letters are significantly different at the 5% level of Duncan's Multiple Range Test.

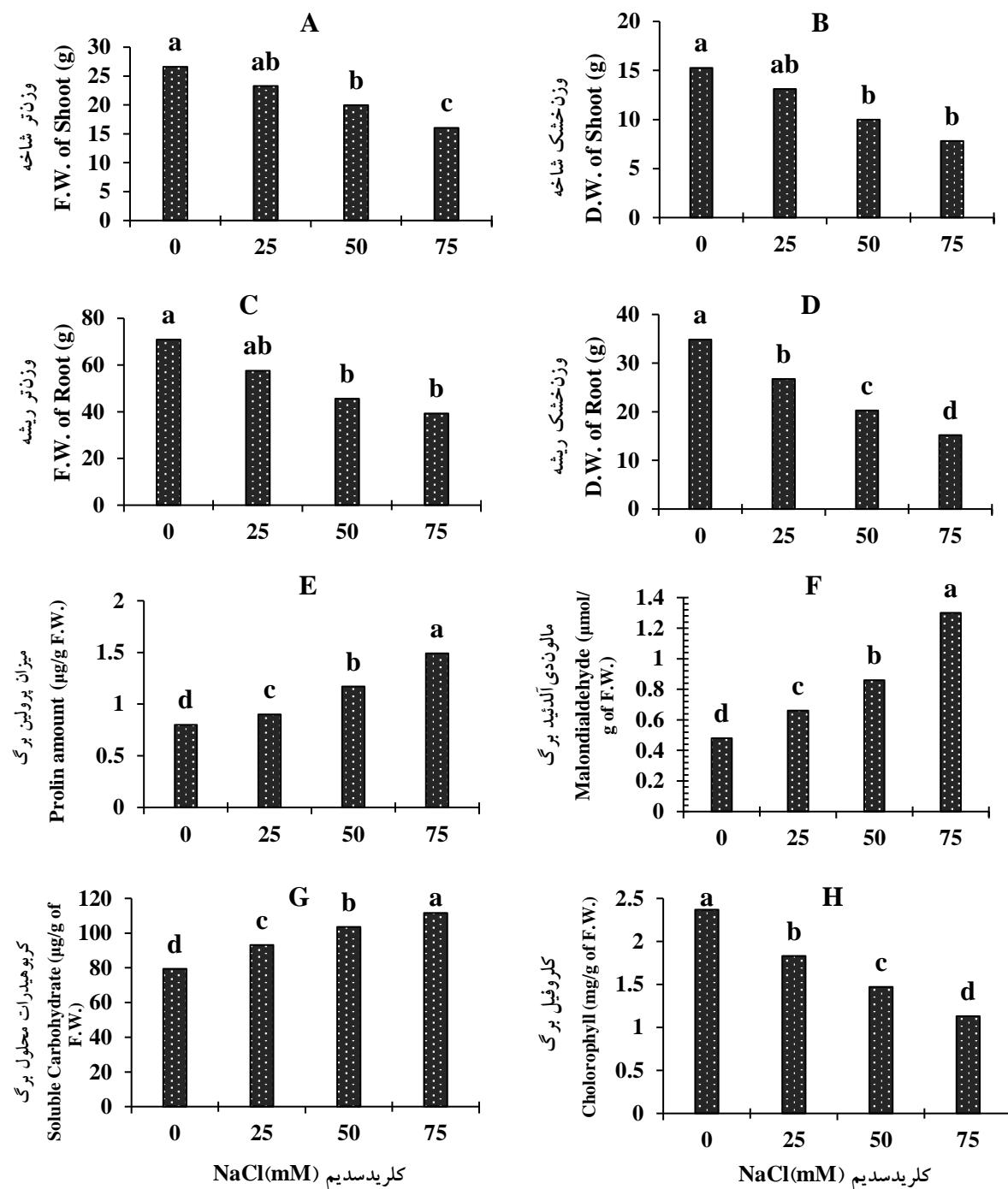
جدول ۳- اثر تنش کلریدسدیم بر میزان برخی عناصر غذایی در برگ گل محمدی.

**Table 3- Effect of NaCl on some nutritional elements in the leaves of *Rosa damascena* Mill.**

Element	NaCl (mM)				عنصر
	0	25	50	75	
N (%)	3.2 <sup>a</sup>	2.6 <sup>b</sup>	2.3 <sup>c</sup>	1.6 <sup>d</sup>	نیتروژن
K (mg/g D.W.)	143.8 <sup>a</sup>	90.5 <sup>b</sup>	60.0 <sup>c</sup>	29.0 <sup>d</sup>	پتاسیم
Na (mg/g D.W.)	19.36 <sup>d</sup>	25.21 <sup>c</sup>	33.88 <sup>b</sup>	42.59 <sup>a</sup>	سدیم
P (mg/g D.W.)	0.06 <sup>a</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.02 <sup>c</sup>	0.01 <sup>d</sup>	فسفر
Fe (mg/g D.W.)	1.05 <sup>a</sup>	0.87 <sup>b</sup>	0.70 <sup>c</sup>	0.57 <sup>d</sup>	آهن
Cu (mg/g D.W.)	0.03 <sup>a</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.01 <sup>c</sup>	مس
Mn (mg/g D.W.)	1.37 <sup>a</sup>	1.12 <sup>b</sup>	0.76 <sup>c</sup>	0.60 <sup>c</sup>	منگنز
Zn (mg/g D.W.)	0.06 <sup>a</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.02 <sup>c</sup>	0.01 <sup>d</sup>	روی

در هر ردیف، اعدادی با حروف غیرمشترک از لحاظ آماری در سطح ۵٪ آزمون چندامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری دارند.

In each row, numbers with different letters are significantly different at the 5% level of Duncan's Multiple Range Test.



شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر وزن تر (A) و خشک شاخصاره (B)، وزن تر (C) و خشک ریشه (D)، غلظت پرولین برگ (E)، غلظت مالوندی آلدئید برگ (F)، کربوهیدرات‌های محلول برگ (G) و سبزیجنبه کل برگ (H) گل محمدی. در هر نمودار، ستون‌های با حروف غیرمشترک از لحاظ آماری در سطح ۵٪ آزمون چندامنه‌ای دانکن اختلاف معنی دارند.

**Figure 1- Effect of different concentrations of NaCl on fresh (A) and dry (B) weight of shoots, fresh (C) and dry (D) weight of root, leaf proline concentration (E), leaf malondialdehyde concentration (F), leaf soluble carbohydrates (G) and total chlorophyll (H) of *Rosa damascena* Mill. In each chart, the bars with different letters have significant differences at the 5% level of Duncan's Multiple Range Test.**

## بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که وزن تر و خشک گل محمدی در غلظت‌های بالای کلریدسدیم کاهش معنی‌داری داشت. گیاهانی که در خاک‌های شور رشد می‌کنند، به دلیل خواص اسمزی نمک، علاوه بر تنفس شوری با تنفس کم‌آبی مواجه می‌شوند که این عامل سبب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود. این امر موجب اختلال در تقسیم و بزرگ شدن یاخته‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Demir Kaya *et al.*, 2006). اثر مضر شوری بر رشد گیاه ناشی از پتانسیل اسمزی پایین در خاک، تغذیه نامناسب، اثرهای یونی و یا برهمکنش این عوامل می‌باشد. شوری بر متابولیسم گیاه اثر گذاشته و تغییراتی را در آناتومی و ریخت‌شناسی گیاه ایجاد می‌کند. اگرچه گیاهان در میزان تحمل به شوری متفاوت‌اند، اما درنهایت تنفس شوری سبب کاهش رشد آن‌ها خواهد شد. این کاهش در ارتباط با افت ظرفیت فتوستتری بوده که خود می‌تواند به دلیل کاهش در محتوای سبزینه باشد. مهم‌ترین علت این موضوع، بهویژه در شرایط تنفس شدید، کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در سنتز سبزینه می‌باشد (Viera Santos, 2004). پیشنهادشده است که انباشت نمک در برگ‌های پیر سبب تسريع مرگ آن‌ها، ریزش آن‌ها و کاهش حمایت کربوهیدرات‌ها در نواحی مریستمی شده، درنتیجه باعث کاهش رشد می‌شود (Munns, 2002). نتایج مطالعات انجام‌شده پیشین نیز نشان داده است تیمار شوری اثر معنی‌داری بر کاهش وزن گل رز داشته است. در پژوهشی نشان داده شد که گل رز رقم 'بریدال‌پینک' توانست شوری را تا حد ۷ دسی زیمنس بر متر تحمل کند و وزن تر و خشک آن تغییر معنی‌داری نداشت (Cabrera & Perdomo, 2003).

هنگامی که گیاهان در معرض شوری بالا قرار می‌گیرند تمایل به تغییر فعالیت متابولیکی در تولید ترکیبات آلی مشخص از قبیل ساکارز به سمت سنتز اسید‌آمینه بهویژه پرولین و انباشت آن‌ها درون یاخته در پاسخ به کاهش آب یا برای موازنه پتانسیل ریشه در پاسخ به کمبود آب در خاک دارند. انباشت پرولین در بسیاری از گیاهان، غیرسمی و به عنوان محافظی در شرایط تنفس شوری می‌باشد. علاوه بر این، پرولین سبب حفظ فعالیت‌های آنزیمی در شرایط شوری می‌شود (Ozturk *et al.*, 2012). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد غلظت پرولین برگ در تیمارهای کلریدسدیم افزایش معنی‌داری داشت. بیان شده است که در شرایط تنفس شوری فرآیندهای حفظ‌کننده اسمزی مانند تولید پرولین، گلیسین‌ بتائین و پلی‌آمین‌ها در سیتوپلاسم یاخته‌های گیاهی افزایش می‌یابد. جهت ایجاد تعادل یونی در واکوئل، سیتوپلاسم موادی با وزن مولکولی کم به نام مواد سازگار تولید می‌کند. این مواد در واکنش‌های بیوشیمیایی یاخته اختلال ایجاد نکرده و موجب حفظ تعادل اسمزی و ادامه جذب آب، حفظ ساختارهای یاخته‌ای، ترکیبات پروتئینی و آنزیمی می‌شوند (Silveria *et al.*, 2003). این مواد شامل پرولین، گلیسین‌ بتائین و پولی‌اول‌ها<sup>۱</sup> می‌باشند. پولی‌اول‌ها قندهای غیراحیایی هستند که کربن زیادی در شرایط تنفس ذخیره می‌کنند. کربوهیدرات‌هایی مانند قندها (گلوکز، فروکتوز و ساکارز) و نشاسته تحت تنفس انباشت می‌یابند، که نقش اصلی آن‌ها حفاظت اسمزی، تنظیم اسمزی و ذخیره کربن است (Bohnert *et al.*, 1995).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد اثر تیمارهای کلریدسدیم بر افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید برگ معنی‌دار بود. یکی از بارزترین اثرات مخرب تنفس شوری افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشد اگر تولید گونه‌های فعال اکسیژن با افزایش ظرفیت گیاه برای سمزدایی همراه نباشد، واکنش‌های اختلال‌آمیز مضر رخداده و نشانه‌های بارز شامل فقدان حساسیت اسمزی، پژمردگی و

نکروزه شدن بافت ظهور می‌کنند. همچنین، تولید مقادیر زیادی از گونه‌های فعال اکسیژن نظیر آنیون‌سوپراکسید، رادیکال‌هیدروکسیل و پراکسیدهیدروژن منجر به برهم خوردن انسجام غشاهای یاخته‌ای و بروز علائم اکسیداتیوی می‌شود (Sherameti *et al.*, 2008). افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید برگ تحت تأثیر تنفس شوری در گیاه‌چهه‌های برنج گزارش شده است که تخرب غشاهای یاخته‌ای، تحت تأثیر تنفس شوری و تولید مالون‌دی‌آلدئید برگ که ناشی از تخرب و تجزیه چربی‌های غشاء یاخته‌ای است می‌تواند به عنوان معیار مناسبی برای بررسی واکنش گیاه برنج به تنفس شوری باشد (Bandeoglu *et al.*, 2004). بررسی‌ها نشان داده‌اند که تحمل گیاهان به تنفس شوری با انگیزش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در ارتباط است. گزارش‌هایی مبنی بر ارتباط مستقیم بین افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و تحمل به شوری در گیاهان وجود دارد (Azevedo-Neto *et al.*, 2006). یکی از سریع‌ترین و کارآمدترین راه‌های مقابله با گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌باشد (Sekmen *et al.*, 2007). در این‌بین آنزیم‌های گایاکول‌پراکسیداز و کاتالاز از مهم‌ترین آنزیم‌های دخیل در پاکسازی رادیکال‌های پراکسید هیدروژن می‌باشند.

نتایج این آزمایش نشان داد با افزایش غلظت کلریدسدیم، میزان سبزینه کاهش یافت. تنفس شوری باعث افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلز می‌گردد و باعث تغییراتی در تشکیلات فتوستتری و نفوذپذیری غشاء کلروپلاست می‌شود (Storey *et al.*, 1993). پیشنهاد شده که در شرایط شوری به رنگ‌دانه‌های فتوسیستم II آسیب ساختاری وارد می‌آید (Kasukabe *et al.*, 2004). کاهش غلظت سبزینه تحت تأثیر تنفس شوری، به علت مشترک بودن مسیر بیوسنتری سبزینه و آلفا‌توكوفرول می‌باشد که گیاه در شرایط تنفس شوری می‌تواند با توقف بیوسنتر سبزینه، مسیر بیوسنتری آنتی‌اکسیدان آلفا‌توكوفرول را فعال نماید و همچنین به دلیل تغییر مسیر متابولیسم نیتروژن در ساخت ترکیب‌هایی مانند پرولین باشد که برای تنظیم اسمزی به کار می‌رond (Kaya *et al.*, 2001). اثر تنفس شوری روی رنگ‌دانه‌ها کاهش مقدار آن‌هاست، ولی بسته به گیاه آثار افزایشی نیز مشاهده شده است. در سطوح بالاتر شوری، سطح برگ شدیداً کاهش یافته و علی‌رغم تخرب مولکول‌های سبزینه توسط یون‌های سدیم، غلظت مولکول‌های باقیمانده در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد (Parida & Das, 2005). همچنین علت دیگر آن می‌تواند این باشد که تنفس شوری باعث تجزیه بتاکاروتون شده و در چرخه گزانتوفیل‌ها فرآیند دی‌اپوکسیداسیون باعث افزایش مقدار زآگزانتین می‌شود. این فرآیندها در حفاظت از بازدارندگی نوری مؤثر هستند و با تأثیر مثبت روی سیالیت غشاهای تیلاکوئیدی باعث کاهش نفوذپذیری غشاهای در برابر گونه‌های فعال اکسیژن در تیلاکوئیدها شده و افزایش کاروتونوئیدها توان مقابله با شرایط تنفسی در گیاه را افزایش می‌دهد (Misra *et al.*, 2006).

ارتباط بین شوری و عناصر غذایی در گیاهان بسیار پیچیده است. عملکرد محصول می‌تواند به واسطه تأثیر شوری بر ایجاد عوارض تغذیه‌ای در حد رضایت‌بخشی نباشد. این عوارض می‌تواند ناشی از تأثیرات شوری بر قابلیت دسترسی، رقابت در جذب، انتقال یا توزیع عنصر غذایی در داخل گیاه باشد (Grattan & Grieve, 1999). بسیاری از پژوهش‌های آزمایشگاهی و گلخانه‌ای کاهش در میزان نیتروژن گیاه را به دلیل تنفس شوری نشان داده‌اند. شوری همراه با کاهش تولید ماده خشک، جذب نیتروژن را نیز کاهش می‌دهد (Sotiropoulos *et al.*, 2006). این کاهش می‌تواند ناشی از اثر آنتاگونیسم یون کلر در جذب نیترات، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به دلیل کاهش جذب آب توسط گیاه باشد (Sotiropoulos *et al.*, 2006). حفظ سطوح مناسبی از پتانسیم برای ادامه حیات گیاه در مکان‌های شور

ضروری می‌باشد. بسیاری از تحقیقات انجام شده روی انواع گسترهای از گیاهان، ثابت می‌کند که غلظت پتابیم در بافت گیاه، به‌ویژه بر اساس ماده خشک، با افزایش میزان سدیم و یا افزایش نسبت  $\text{Na}^+/\text{Ca}^+$  حاصل از شوری در محیط ریشه کاهش پیدا می‌کند. کاهش پتابیم می‌تواند به دلیل رقابت سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشاء پلاسمایی و یا نشت پتابیم به دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (Ferreira-Silva *et al.*, 2008). اثرات متقابل بین شوری و فسفر در گیاهان همانند نیتروژن پیچیده می‌باشد. این اثر به ژنوتیپ، مرحله نمو، سطوح شوری و غلظت فسفر در محیط رشد بستگی دارد. بنابراین با توجه به نوع گیاه و شرایط آزمایش، نتایج متفاوتی را می‌توان انتظار داشت (Grattan & Grieve, 1999). سدیم به جای انباشت در برگ‌های بالایی و جوانتر، ترجیحاً در برگ‌های پایینی و پیتر انباشت می‌یابد و ماحصل آن نکروزه برگ‌های پیر می‌باشد. آسیب شدید برگ ناشی از شوری، از خصوصیات بارز گونه‌های حساس به شوری تلقی شده و آستانه تحمل شوری بین ارقام و گونه‌ها نیز توسط این شاخص ارزیابی می‌شود (Munns, 2002). همگام با افزایش شوری، غلظت سدیم برگ نیز به صورت معنی‌داری افزایش یافت. نحوه دفع نمک در گلیکوفیت‌ها با قابلیت ایجاد محدودیت در جذب و یا انتقال سدیم از ریشه به قسمت‌های بالایی گیاه مرتبط می‌باشد. انباشت مقادیر نسبتاً بالایی از سدیم در ریشه در مقایسه با برگ در مرکبات و نیز قابلیت ذخیره‌سازی سدیم در ریشه‌ها به عنوان شاخصی از تحمل به نمک محسوب می‌شود (Ballester *et al.*, 2003).

نتایج پژوهشی نشان داد که با افزایش سطوح شوری، تقریباً تمام عناصر غذایی کم‌صرف (آهن، منگنز، روی و مس) در بافت‌های مختلف رز کاهش یافتد (Saber *et al.*, 2019). کاهش مشابه‌ای در مقدار عناصر غذایی کم‌صرف با افزایش شوری توسط Yahya (1998) گزارش شده است. مقادیر زیاد کلریدسدیم در محیط می‌تواند جذب آهن را تحت تأثیر قرار داده و کمبود یا سمیت آهن را تشدید کند (Yousfi *et al.*, 2007). با انجام یک آزمایش آبکشت، گزارش شد که کمبود آهن و تیمار شوری، جذب و غلظت آهن در ریشه و شاخصاره نخود را کاهش داد (Nenova, 2008). گزارش‌های متناقضی مبنی بر تأثیر شوری بر جذب مس توسط گیاه منتشر شده است. درحالی‌که در محیط کشت هیدرопونیک، شوری حاصل از کلریدسدیم، غلظت مس در برگ‌های ژربرا به میزان زیادی افزایش داد (Kumar *et al.*, 2010). تحقیقات دیگر نشان داد که غلظت مس در برگ و شاخصاره ذرت کشت شده در خاک و محلول غذایی (Izzo *et al.*, 1991; Mirzaei & Dastoory, 2018)، با افزایش شوری کاهش یافت. علت کاهش جذب عناصر کم‌صرف از جمله مس در شرایط شوری می‌تواند ناشی از جذب بیشتر عناصری مانند سدیم، منیزیم و کلسیم باشد (Saber *et al.*, 2019). همچنین با توجه به کاهش وزن ریشه و خاصیت آنتاگونیسمی بین عناصر غذایی و یون‌های سمی در شرایط شور، جذب عناصر غذایی توسط ریشه کاهش می‌یابد. غلظت‌های نسبتاً زیاد یون سدیم و یا قابلیت دسترسی محدود آب برای گیاه که به‌واسطه مقادیر زیاد نمک‌های محلول ایجاد می‌گردد، احتمالاً مسئول کاهش غلظت روی در بافت‌های تحت تنش شوری است (Tavallali *et al.*, 2009). بیان شده که آثار زیان‌آور کمبود روی تحت تنش شوری ممکن است به عنوان عامل محدودکننده مهم‌تری نسبت به سمیت کلریدسدیم در کاهش رشد عمل کند (Gunes *et al.*, 2007).

### نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که سطح شوری ۲۵ میلی‌مولاًر می‌تواند برای گل محمدی سطح تنش بالایی به حساب آید. تنش کلریدسدیم در سطح ۲۵ میلی‌مولاًر به بالا موجب کاهش میزان کاروتنوئیدها، سبزینه و شاخص‌های مانند وزن تر و خشک در گیاهان مورد مطالعه گردید. اما در همین شرایط میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول در گیاهان افزایش یافت. افزایش فعالیت

آنزیم پراکسیداز در کنار فعالیت آنزیم کاتالاز نیز عوامل بیوشیمیایی دخیل در واکنش به تنفس شوری در این گیاهان را نشان دادند. همچنین نتایج نشان داد که شوری سبب کاهش جذب بیشتر عناصر غذایی ضروری به غیر از سدیم شد و پیشنهاد می‌شود برای کاهش اثر سوء شوری محلول پاشی عناصر غذایی صورت گیرد تا کمبود مواد غذایی کمتر رخ دهد.

## منابع

- Aebi, H. (1984). Catalase *in vitro*. *Methods in Enzymology*, 105, 112-121.
- Albalasmeh, A.A., Berhe, A.A., Ghezzehei, T.A. (2013). A new method for rapid determination of carbohydrate and total carbon concentrations using UV spectrophotometry. *Carbohydrate Polymers*, 97, 253-261.
- Anonymous. (2015). Statistical information of agricultural crops production in Iran. Department of Statistics. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi (in Persian).
- Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., Eneas-Filho, J., de Abreu, C.E.B., Gomes-Filho, E. (2006). Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 56, 87-94.
- Ballester, G.F., Garcia-Sanchez, F., Cerda, A., Martinez, V. (2003). Tolerance of citrus rootstock seedlings to saline stress based on their ability to regulate ion uptake and transport. *Tree Physiology*, 23, 256-271.
- Bandeoglu, E., Eyidogan, F., Yucel, M., Oktem, H.A. (2004). Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl Salinity stress. *Plant Growth Regulation*, 42, 69-77.
- Bates, L.S., Waldern, R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Bohnert, H.J., Nelson, D.E., Jensen, R.G. (1995). Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell*, 7, 1099-1111.
- Cabrera, R.I., Perdomo, P. (2003). Reassessing the salinity tolerance of greenhouse roses under soilless production conditions. *HortScience*, 38, 533-536.
- Cabrera, R.I., Solis-Perez A.R., Sloan, J.J. (2009). Greenhouse rose yield and ion accumulation responses to salt stress as modulated by rootstock selection. *HortScience*, 44, 2000-2008.
- Demir Kaya, M., Gamze Oke, U., Atak, M., Yakup, C. (2006). Seed treatments overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24, 291-295.
- Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L., Viegas, R. (2008). Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 20, 51-59.
- Grattan, S.R., Grieve, C.M. (1999). Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78, 127-157.
- Gunes, A., Inal, A., Alpuslan, M., Fraslan, F., Guneri, E., Cicek, N. (2007). Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*, 164, 728-736.
- Heath, R.L., Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125, 189-198.
- Izzo, R., Navari-Izzo F., Quartacci M.F. (1991). Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. *Journal of Plant Nutrition*, 14, 687-699.
- Kasukabe, Y., Marshall, N., Fanton, B. (2004). Salt stress causes depletion in CO<sub>2</sub> assimilation in Okra. *Plant and Cell Physiology*, 45, 1016-1019.
- Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H. (2021). The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Journal of Plant Physiology*, 127, 47-59.
- Kumar, K., Xia, Y.P., Zhu, Zh., Le., Ch., Wijeratne, A.W. (2010). Some deleterious effects of long-term salt stress on growth, nutrition, and physiology of gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) and potential indicators of its salt tolerance. *Journal of Plant Nutrition*, 33, 2010-2027.

- Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R. (1983). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 603, 591-592.
- Lin, C.C., Kao, C.H. (1999). NaCl induced changes in ionically bounds peroxidase activity in roots of rice seedlings. *Plant and Soil*, 216, 147-153.
- Mahboubi, M. (2016). *Rosa damascena* as holy ancient herb with novel applications. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 6, 10-16.
- Mirmohamadi, A., Ghareyazi, B. (2002). Physiological aspect and breeding. Isfahan University of Thecnology Press. 276 p. (in Persian).
- Mirzaei, S., Dastoory, M. (2018). Effect of drought and salt stress on physiological and morphological characteristics of the green covers (*Phyla nodiflora* L. and *Frankenia thymifolia* Desf.). *Flower and Ornamental Plants*, 3, 61-74 (in Persian).
- Misra, A.N., Latowski, D., Strzalka, K. (2006). The Xanthophylls cycle activity in Kidnay Bean and Cabbage leaves under salinity stress. *Russian Journal of Plant Physiology*, 53, 102-109.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*, 25, 239-250.
- Nenova, V. (2008). Growth and mineral content ratios of pea plants under different salinity levels and iron supply. *Journal of Plant Physiology*, 34, 189-202.
- Niu, G., Starman, T., Byrne, D. (2013). Responses of growth and mineral nutrition of garden roses to saline water irrigation. *HortScience*, 48, 756-761.
- Ozturk, L., Demir, Y., Unlukara, A., Karatas, I., Kurunc, A., Duzdemir, O. (2012). Effects of long-term salt stress on antioxidant system, chlorophyll and proline contents in pea leaves. *Romanian Biotechnology Letters*, 17, 7227-7236.
- Parida, A.K., Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Pitman, M.G., Läuchli, A. (2012). Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Läuchli, A. and Lüttge, U., (Eds.). Salinity: Environment–Plants–Molecules. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 3-20.
- Saber, M., Mobarak, Z.M., Salama, Z.A. (2019). Micronutrient spray as a tool to increase tolerance of rose to salinity. Proc. of XIV Intl. Plant Nutrition Colloquium, 28 July- 4 Aug., 2019, Hanover, Germany, pp. 422-423.
- Sekmen, A.H., Turkan, I., Takio, S. (2007). Differential responses of antioxidative enzymes and lipid peroxidation to salt stress in salt-tolerant *Plantago maritima* and salt-sensitive *Plantago media*. *Physiologia Plantarum*, 131, 399-411.
- Sherameti, I., Tripathi, S., Varma A., Oelmuller, R. (2008). The root-colonizing endophyte *Piriformospora indica* confers drought tolerance in Arabidopsis by stimulating the expression of drought stress-related genes in leaves. *Molecular Plant-Microbe Interactions Journal*, 21, 799-807.
- Silveria, J.A., Viegas Rade, A., de Rocha, I.M., Moreira, A.C, Moreira Rade, A., Oliveira, J.T. (2003). Proline accumulation and glutamine synthetase activity are increased by salt-induced proteolysis in Cashew leaves. *Journal of Plant Physiology*, 161, 115-23.
- Sotiropoulos, T.E., Therios, I.N., Almaliotis, D., Papadakis, I., Dimassi, K.N. (2006). Response of cherry rootstocks to boron and salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 1691-1698.
- Storey, R., Gorham, J., Pitman, M.C., Hanson, M.G., Gage, D. (1993). Response of *Melanthera biflora* to salinity and water stress. *Journal of Experimental Botany*, 44, 1551-1561.
- Tavallali, V., Rahemi, M., Maftoun, M., Panahi, B., Karimi, S., Ramezanian, A., Vaezpour, M. (2009). Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations, and carbonic anhydrase activity in pistachio. *Scientia Horticulturae*, 123, 272-279.



- Tunctürk, M., Tunctürk, R., Yildirim, B., Ciftci, V. (2011). Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some canola (*Brassica napus L.*) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 10, 1827-1832.
- Viera Santos, C. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulturae*, 103, 93-99.
- Wahome, P.K., Jesch, H.H., Grittner, I. (2001). Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* 'Major' and *R. rubiginosa*. *Scientia Horticulturae*, 87, 207-216.
- Yahya, A. (1998). Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. *Journal of Plant Nutrition*, 21, 1439-1451.
- Yousfi, S., Wissal, M., Mahmoudi, H., Abdelly, C., Gharsalli, M. (2007). Effect of salt on physiological responses of barley to iron deficiency. *Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 45, 309-314.

## Investigating the vegetative growth and mineral elements uptake by Damask rose irrigated with various levels of Sodium Chloride

Mohamad Tahmasebi<sup>1</sup>, Mohamadreza Salehi Salmi<sup>1\*</sup>, Mokhtar Heidari<sup>1</sup>, Babak Pakdaman Sardorood<sup>2</sup>

1. Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Ramin

2. Department of Plant Protection, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Ramin

 salehi@asnrukh.ac.ir

### Abstract

This study examined how salinity affects the growth and mineral uptake of Damask rose seedlings in hot and dry areas, where soil and salt water are major challenges for plant cultivation. Four levels of salinity (0, 25, 50, and 75 mM NaCl) were applied to the seedlings under field condition. The following traits were measured: wet and dry weights of shoots and roots, proline and malondialdehyde contents, guaiacol peroxidase and catalase activities, soluble carbohydrates, chlorophyll and carotenoid levels, and concentrations of nitrogen, potassium, sodium, phosphorus, iron, copper, manganese, and zinc in the leaves. The results indicated that salinity reduced the vegetative growth and the chlorophyll and carotenoid levels of the seedlings. Salinity also increased the proline and soluble carbohydrate contents and the antioxidant enzymes activities in the leaves, which were biochemical responses to salt stress. Moreover, salinity disrupted the mineral balance in the leaves by increasing the sodium accumulation and decreasing the uptake of the other elements. To mitigate the adverse effects of salinity and supply adequate nutrients, the use of fertilizer solutions is recommended.

**Keywords:** Antioxidant, Chlorophyll, Element, Salt water, Tolerance.