بررسی وضعیت عناصر غذایی برگ در برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی انار تحت تنش شوری

فاطمه احمدی[۱]، علی مومن‌پور[*۲]، مریم دهستانی اردکانی[۳]، جلال غلام‌نژاد[۴]، ولی سلطانی[۵]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.

[*۲]- استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

[۳]-استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.

[۴]-استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.

۵- محقق مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

[*]نویسنده مسئول: a.momenpour@areeo.ac.ir

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر برخی از تغییرات عناصر غذایی در ژنوتیپ‌های انتخاب شده انار از مناطقی با آب و خاک شور، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ژنوتیپ در ۴ سطح (وحشی بابلسر، نرک لاسجرد سمنان، چاه افضل و وشیک ترش سروان) و شوری آب آبیاری در پنج سطح (۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر)، انجام شد. نتایج نشان داد که نوع ژنوتیپ و سطح شوری بر تغییرات عناصر غذایی برگ موثر است. در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده با افزایش سطح شوری درصد سدیم، درصد کلر، نسبت سدیم به پتاسیم برگ‌ها، افزایش یافتند ولی میزان کاهش و افزایش در صفات اندازه‌گیری شده در بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در این تحقیق در مجموع، ژنوتیپ‌های چاه افضل و وشیک ترش سراوان به‌ترتیب به عنوان متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به شوری انتخاب شدند. ژنوتیپ چاه افضل توانست از طریق افزایش جذب پتاسیم در مقابل سدیم، به خوبی شوری تا ۷ دسی‌زیمنس-برمتر را تحمل نماید.

کلمات کلیدی: شوری آب آبیاری، ژنوتیپ 'چاه افضل'، کسر آبشویی، نسبت سدیم به پتاسیم

مقدمه

شوری یکی از تنش‌های غیرزنده است که رشد و تولید محصولات کشاورزی را به شدت محدود می‌کند (Heiydari Sharif Abad, 2001). افزایش شوری آب آبیاری تأثیر منفی بر ویژگی‌های رشدی گیاهان مختلف دارد و منجر به شور شدن زمین‌های قابل کشت در آینده خواهد شد که این موضوع تهدید بزرگی برای تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (Staples and Toenniessen, 1984). تلاش‌های زیادی در جهت مقابله با شوری انجام گرفته است که از جمله مهمترین آن‌ها می‌توان به توسعه پایه‌ها و ارقام مقاوم به شوری، اشاره کرد. تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که آستانه تحمل به شوری آب آبیاری و خاک برای درختان انار به‌ترتیب ۱/۸ و ۲/۷ دسی‌زیمنسبر متر می‌باشد به‌طوری‌که در شوری ۵/۴ دسی‌زیمنسبرمتر آب آبیاری و ۸/۴ دسی‌زیمنسبرمتر محلول خاک به میزان ۵۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (Maas & Hoffman, 1977; Fipps, 2003). بنابراین، در انار نیز همانند سایر درختان میوه، انتخاب پایه و پیوندک‌های متحمل، راهبرد بسیار مناسبی به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری به‌ویژه در نواحی خشک کشور می‌باشد.

مکانیسم‌های مختلفی در جهت تحمل شوری وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به توزیع یکنواخت یون‌های نمکی سمی در داخل واکوئل‌های سلول، تجمع یون‌های متعادل کننده اسمزی در داخل سیتوپلاسم، قابلیت کاهش جذب کلر یا سدیم توسط ریشه‌ها و عدم انتقال کلر یا سدیم به قسمت‌های هوایی اشاره کرد (Mahajan & Tuteja, 2005). در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌شود، ولی پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و

IrHC2019

بسته شدن روزنه‌ها و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها نظیر پیروات‌کیناز[1] موثر می‌باشد Szczerba *et al*., 2008; Szczerba *et al*., Mastrogiannidou.(2009) و همکاران (2016) پاسخ انار رقم Wonderful را به شوری ایجاد شده توسط نمک‌های NaCl، KCl و Na_2So_4 بررسی وگزارش کردند، مقادیر بالای نمک منجر به کاهش معنی‌دار مقدار نیتروژن و پتاسیم در برگ گیاهان شد. Ibrahim (2016) به منظور بررسی اثر شوری بر رشد و ترکیبات شیمیایی برگ دانهال‌های انار، آزمایشی در سیستم هیدروپونیک روی نهال‌های دو ساله دو رقم Wonderful وManfalouty در شرایط گلخانه انجام داد. در این آزمایش رقم Wonderful نسبت به Manfalouty تحمل بیشتری نسبت به شوری نشان داد. آنالیز شیمیایی برگ‌های بالغ دو رقم انار نشان داد که رقم Wonderful نسبت به Manfalouty دارای مقادیر بالاتری N، K، Mg، Fe و Zn بود. در آزمایش دیگری اثر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر غلظت و توزیع یون‌ها در قلمه‌های ریشه‌دار شده سه رقم تجاری انار به نام‌های 'آلک ترش'، 'ملس ترش' و 'ملس شیرین' مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد با افزایش غلظت کلرور سدیم، غلظت‌های سدیم، کلر و پتاسیم در بافت‌ها افزایش ولی غلظت کلسیم، منیزیم و نیتروژن کاهش یافت. بر اساس نتایج این آزمایش، قلمه‌های انار تا سطح ۴۰ میلی‌مولار، سدیم را در سلول‌های ریشه انباشته کرده و از انتقال آن به بخش‌های هوایی گیاه ممانعت کردند. با این وجود در شوری‌های بالاتر، به علت اشباع شدن ظرفیت سلول‌های ریشه از سدیم، انتقال این عنصر از ریشه به سمت اندام‌های هوایی صورت گرفت (Naeini *et al*., 2005). Momenpour وهمکاران (a 2015)، اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام 'شاهرود ۱۲'، 'تونو' و ژنوتیپ'۱۶-۱' پیوند شده روی پایه GF_{677} را بررسی و گزارش کردند، بیشترین مقدار کلر (۴/۹۴ درصد) و سدیم (۲/۱۲ درصد)، نسبت سدیم به پتاسیم (۲/۰۳)، در برگ‌ها، در تیمار شوری ۹/۸ دسی زیمنس بر متر، مشاهده شد.

علی رغم ارایه وجود اطلاعاتی در زمینه تاثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و تغییرات غلظت عناصر غذایی انار، ارقام و ژنوتیپ‌های فراوانی وجود دارند که هنوز مورد بررسی قرار نگرفته‌اند، لذا لازم است که ارقام و ژنوتیپ‌های بیشتری در جهت تحمل به شوری مورد بررسی قرار گیرند تا در نهایت اطلاعات حاصل از مجموع تحقیقات انجام شده منجر به معرفی متحمل‌ترین ارقام و ژنوتیپ‌ها به شوری شود. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش شوری بر تغییرات غلظت عناصر غذایی در برخی از ژنوتیپ‌های انتخاب شده انار از مناطقی با آب و خاک شور و انتخاب متحمل‌ترین ژنوتیپ(ها) به شوری برای استفاده به عنوان پایه در تحقیقات آتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در ۴ سطح و شوری آب آبیاری در پنج سطح و با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سایت مرکز ملی تحقیقات شوری انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل وحشی بابلسر، نرک لاسجرد سمنان، چاه افضل و وشیک ترش سروان و شوری آب آبیاری شامل ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس برمتر، بودند. به منظور انجام این تحقیق، ابتدا از گیاهان مادری واقع در کلکسیون ذخایر ژنتیکی انار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، قلمه‌های خشبی به طول ۳±۲۷ سانتیمتر و قطر ۱±۱۰ میلی‌متر در دهه سوم بهمن ماه ۱۳۹۶تهیه شد. قابل ذکر است که این گیاهان از مناطقی با آب و خاک شور جمع آوری شده بودند و در کلکسیون این مرکز کشت شده بودند. سپس قلمه‌ها به مدت ۵ ثانیه در محلول ایندول بوتریک اسید با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفتند و در کیسه‌های پلاستیکی حاوی ماسه کشت و در داخل گلخانه ریشه‌دار شدند. سپس قلمه‌های ریشه‌دار شده یکنواخت و یک اندازه از نظر طول و قطر انتخاب و در اوایل اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ در داخل گلدان‌های ۱۵ کیلویی حاوی خاکی با بافت لوم بازکشت شدند. پس از رشد کافی گیاهان و از اوایل تیرماهتیمار شوری آغاز شد و به مدت ۳ ماه (۱۳ هفته) ادامه یافت (Momenpour *et al*., 2015 d; Okhovatian-Ardakani *et al*., 2010). به‌منظور اعمال تیمارهای شوری ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر، از آب بسیار شور منطقه عقدا، استفاده شد که ترکیب آن در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین،

[1] Pirovat Kinaz

IrHC2019

برای اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به‌صورت تدریجی انجام و در مدت یک هفته به غلظت نهایی رسانده شد. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمارهای ۱، ۳ و ۵ دسی‌زیمنس‌برمتر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمارهای شوری با غلظت‌های ۷ و ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر، در مرتبه دوم گیاهان با تیمار ۷ دسی‌زیمنس‌برمتر آبیاری شدند و در نهایت در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر تیمار شوند، با این غلظت از نمک موجود در آب، آبیاری شدند. میزان رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه[۲]، قبل از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشار مدل (F1, USA) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و نیاز آبشویی، انجام می‌شد. برای این منظور، ابتدا وزن خاک خشک گلدان‌ها، نقطه ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی تعیین شد . سپس میزان آب مورد نیاز برای رسیدن خاک مورد آزمایش به حد ظرفیت زراعی محاسبه شد. زمانی که ۵۰٪ آب قابل استفاده گیاه مصرف شده بود، مجددا آبیاری انجام می‌شد و در هر مرتبه آبیاری حدود ۰/۱±۲/۱ لیتر آب به گلدان‌ها داده می‌شد به‌طوریکه در طی دوره آزمایش (۹۱ روز)، تیمارهای شوری ۱ و ۳ دسی‌زیمنس برمتر ۲۵ نوبت، تیمار شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر ۲۴ نوبت، تیمار شوری ۷ دسی‌زیمنس برمتر ۲۳ نوبت و تیمار شوری ۹ دسی‌زیمنس برمتر ۲۲ نوبت آبیاری شدند. تعداد دفعات کمتر آبیاری در سطوح ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس برمتر به دلیل کاهش سرعت رشد گیاهان و کاهش تبخیر و تعرق توسط آن‌ها از یک طرف و وجود نمک بیشتر در خاک این گلدان-ها بود. این شرایط باعث حفظ رطوبت به مدت بیشتری شده و فاصله زمان بین دو آبیاری در این تیمارها را افزایش می‌داد و در نتیجه تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای شوری با غلظت های بالاتر در طول دوره آزمایش نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. به منظور اطمینان از انجام نیاز آبشویی خاک گلدان‌ها، پس از هرنوبت آبیاری، هدایت الکتریکی و حجم زه آب خروجی ۳۳ درصد گلدان‌ها (یک تکرار از هر رقم در هر تیمار) اندازه‌گیری می‌شد. همچنین به منظور کنترل بیشتر رعایت آبشویی، در پایان آزمایش نیز نمونه خاک، از هر یک از سطوح اعمال تیمار شوری تهیه و هدایت الکتریکی و pH آن‌ها اندازه‌گیری شدند (جدول ۲). در مجموع در طول مدت این آزمایش، کسر آبشویی به طور میانگین ۳± ۲۱٪ بود.

به منظور انداره گیری عناصر غذایی، پس از اتمام دوره آزمایش، برگ‌ها جدا شدند و پس از شستشوی دقیق، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن برگ‌ها، نمونه‌ها با آسیاب برقی به صورت پودر در آورده شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره‌گیری با استفاده از ۱۰ میلی لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی لیتر انجام شد. در نهایت غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره با دستگاه فلیم فتومتر (Jenway, PFP7, England) اندازه‌گیری شدند (Emami, 1996). به منظور اندازه گیری کلر، ۰/۱ گرم از برگ‌های خشک‌شده در آون با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن و سپس به ارلن مایر ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شدند. به نمونه‌ها ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر جوش اضافه‌شد و سپس به مدت یک ساعت روی شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه قرار گرفتند و عصاره‌ها در چند مرحله کاملاً صاف‌شدند و با آب مقطر به حجم رسانده شدند. ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره‌ها برداشته شدند و ۴ قطره دی‌کرومات پتاسیم به آن‌ها اضافه شد و با محلول نیترات نقره ۰/۰۵ نرمال تا ظهور رنگ قرمزآجری تیتر شدند. مقدار نیترات نقره مصرفی برای نمونه‌ها یادداشت و درصد کلر با استفاده از فرمول شماره یک محاسبه شد (Staples and Toenniessen, 1984). تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم افزار MSTATC (ورژن ۱۰. ۲)، صورت گرفت

[1] Filed capacity

IrHC2019

حجم کل×۱۰۰×۳۵/۵×نرمالیته نیترات نقره×نیترات نقره مصرفی =درصد کلر (فرمول شماره یک)

۱۰۰× حجم عصاره× وزن نمونه

جدول۱- ویژگی‌های کیفی آب بسیار شور منطقه عقدا پس از رقیق شدن به نسبت ۱ به ۲۰ با آب شهری

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس برمتر)	واکنش آب (pH)	سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	کلر (میلی‌گرم در لیتر)	کلسیم (میلی‌گرم در لیتر)	منیزیم (میلی‌گرم در لیتر)	بی کربنات (میلی‌گرم درلیتر)	کربنات (میلی‌گرم درلیتر)	سولفات (میلی‌گرم درلیتر)
۲۵/۱	۷/۹۱	۲۱۱/۳	۲۲۳/۱۱	۲۲/۰۵	۲۹/۵۲	۲/۷۷	۰	۱۹/۵

جدول۲- مقادیر شوری و واکنش خاک مورد استفاده در گلدان‌ها پس از اعمال تنش شوری باسطوح مختلف

تیمارهای شوری آب (دسی‌زیمنس برمتر)	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش خاک (pH)
۱	۱/۵۱	۷/۵۷
۳	۳/۷۷	۷/۵۶
۵	۶/۱۵	۷/۶۰
۷	۹/۲۹	۷/۶۹
۹	۱۲/۵۹	۷/۷۷

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر درصد سدیم، پتاسیم، کلر و نسبت سدیم به پتاسیم برگ در سطح احتمال ۱٪، معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج حاصل ار مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، مقدار سدیم برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین غلظت سدیم در برگ‌های ژنوتیپ 'وشیک ترش سراوان' و در تیمار شوری ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر، مشاهده شد. غلظت سدیم در برگ‌های ژنوتیپ 'وشیک ترش سراوان' در تیمارهای شوری ۷ و ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر به‌طور معنی‌داری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده بیشتر بود. مقدار سدیم در برگ-های ژنوتیپ‌های 'وشیک ترش سراوان'، 'وحشی بابلسر'، 'نرک لاسجرد سمنان' و 'چاه افضل' در سطح شوری ۹ دسی-زیمنس‌برمتر به ترتیب (۲/۷۲، ۲/۱۸، ۱/۳۵ و ۰/۹۰ درصد)، بود (جدول ۳). در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌شود (Szczerba *et al*., 2009).

بر اساس نتایج به دست آمده، ژنوتیپ‌های مطالعه شده، پاسخ‌های متفاوتی در پاسخ به تنش شوری از خود نشان دادند. با افزایش شوری، غلظت پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ 'چاه افضل' تا سطح شوری ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد در حالیکه در برگ‌های ژنوتیپ 'نرک لاسجرد سمنان' تا سطح شوری ۷ دسی‌زیمنس‌برمتر و در برگ‌های ژنوتیپ 'وحشی بابلسر' تا سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس‌برمتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد و سپس با افزایش بیشتر شوری، مقدار پتاسیم در برگ‌های آن‌ها کاهش یافت. افزایش محتوی پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ 'وشیک ترش سراوان' نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ 'چاه افضل' و پس از آن، ژنوتیپ 'نرک لاسجرد سمنان' از طریق افزایش مقدار پتاسیم در سطوح بالاتر شوری می‌توانند با اثرات منفی و مخرب سدیم مقابله کند (جدول ۳). گزارش شده است که پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها موثر می‌باشد و اثرات مخرب سدیم را کاهش می‌دهد (Szczerba *et al*., 2008; Szczerba *et al*., 2009). پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش شوری بسیار با اهمیت جلوه می‌کند به نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در مقابل سدیم در گیاه در بقای آن در شرایط شوری اساسی است (Staples and Toenniessen, 1984). برخی گیاهان توانایی این را

IrHC2019

دارند که سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کرده و از واکوئل‌ها به عنوان مخزنی برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند. در همین رابطه گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در حضور کلرید سدیم بهتر حفظ نمایند (Staples & Toenniessen, 1984).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر نسبت سدیم به پتاسیم برگ معنی-دار شد. بر اساس نتایج به دست آمده، در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، نسبت سدیم به پتاسیم در برگ افزایش یافت ولی مقدار افزایش آن در بین ژنوتیپ‌های بررسی شده با یکدیگر اختلاف داشت. افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ چاه افضل در هیچ یک از سطوح شوری نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار نبود در حالیکه در ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان در سطح شوری ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر، در ژنوتیپ وحشی بابلسر در سطوح شوری ۷ و ۹ دسی-زیمنس‌برمتر، و در ژنوتیپ وشیک ترش سراوان در سطوح شوری ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر نسبت به گیاهان شاهد، معنی-دار بود. در مجموع، بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ وشیک ترش سراوان و در سطح شوری ۹ دسی-زیمنس‌برمتر (۶/۹۷) مشاهده شد (جدول ۹). در تحقیقات قبلی، اثر تنش شوری بر غلظت و توزیع یون‌ها در قلمه‌های ریشه‌دار شده سه رقم تجاری انار به نام‌های آلک ترش، ملس ترش و ملس شیرین مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد با افزایش غلظت کلرور سدیم، غلظت‌های سدیم، کلر و پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم در بافت‌ها افزایش یافت (Noitsakis *et al*., 1997).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، مقدار کلر، افزایش یافت ولی مقدار افزایش و تجمع کلر در برگ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین غلظت کلر در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، در سطح شوری ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده شد. مقدار کلر در برگ‌های ژنوتیپ‌های وشیک ترش سراوان، وحشی بابلسر، نرک لاسجرد سمنان و چاه افضل در سطح شوری ۹ دسی‌زیمنس‌برمتر به ترتیب (۱/۷۳، ۰/۸۷، ۰/۵۵ و ۰/۴۸ درصد)، بود. اختلال در رشد و فتوسنتز تا حد زیادی به تجمع کلر در برگ‌ها مربوط است. تحمل به شوری به میزان جذب و انتقال یون‌ها از ریشه به شاخه بستگی دارد. گیاهانی قابلیت بیشتری برای دفع کنندگی یون‌های سدیم و کلر دارند، این عناصر را بیشتر در بافت ریشه خود ذخیره می‌کنند (Staples & Toenniessen, 1984).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که نوع ژنوتیپ و سطح شوری بر تغییرات غلظت عناصر غذایی موثر است. در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده با افزایش سطح شوری درصد سدیم، درصد کلر، نسبت سدیم به پتاسیم برگ‌ها، افزایش یافتند ولی میزان کاهش و افزایش در صفات اندازه‌گیری شده در بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در این تحقیق در مجموع، ژنوتیپ چاه افضل به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ به تنش شوری انتخاب شد. این ژنوتیپ توانست از طریق افزایش جذب پتاسیم در مقابل سدیم، به خوبی شوری تا ۷ دسی‌زیمنس‌برمتر را تحمل نماید. پس از این ژنوتیپ، ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان تحمل خوبی به شوری از خود نشان داد. در نقطه مقابل، ژنوتیپ وشیک ترش سراوان به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ به شوری شناسایی شد. در مجموع با توجه به نتایج این تحقیق، ژنوتیپ‌های چاه افضل و نرک لاسجرد سمنان جهت انجام آزمایشات و مطالعات تکمیلی و کاشت به عنوان پایه در ایستگاه چاه افضل مرکز ملی تحقیقات شوری انتخاب شدند.

IrHC2019

جدول ۹-برهمکنش ژنوتیپ و تنش شوری بر تغیرات درصد سدیم، پتاسیم و کلر

رقم	سطوح شوری (دسی‌زیمنس‌برمتر)	سدیم (٪)	پتاسیم (٪)	کلر (٪)	نسبت سدیم به پتاسیم
Pr > F	-	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>
وشیک ترش سروان	۱	۰/۱۷k	۰/۶۲h-j	۰/۳۵d-h	۰/۲۷ef
وشیک ترش سروان	۳	۰/۲۶jk	۰/۶۷g-j	۰/۵۵d	۰/۳۸ef
وشیک ترش سروان	۵	۰/۶۳g	۰/۷۵f-i	۰/۸۵c	۰/۸۴d
وشیک ترش سروان	۷	۱/۴۶c	۰/۵۵jk	۱/۴۵b	۲/۶۵b
وشیک ترش سروان	۹	۲/۷۲a	۰/۳۹k	۱/۷۳a	۶/۹۷a
چاه افضل	۱	۰/۱۵k	۰/۶۰ij	۰/۲۷f-h	۰/۲۵ef
چاه افضل	۳	۰/۱۷k	۰/۷۱f-j	۰/۲۹e-h	۰/۲۴ef
چاه افضل	۵	۰/۲۷i-k	۱/۱۳bc	۰/۳۳e-h	۰/۲۶ef
چاه افضل	۷	۰/۴۷h	۱/۲۴ab	۰/۴۰d-f	۰/۳۵ef
چاه افضل	۹	۰/۹۰e	۱/۳۹a	۰/۴۸de	۰/۶۵de
نرک لاسجرد سمنان	۱	۰/۱۵k	۰/۸۲fg	۰/۱۵h	۰/۱۸f
نرک لاسجرد سمنان	۳	۰/۲۲jk	۱/۰۴c-e	۰/۱۸gh	۰/۲۲ef
نرک لاسجرد سمنان	۵	۰/۳۴i-k	۱/۲۷ab	۰/۲۴f-h	۰/۲۷ef
نرک لاسجرد سمنان	۷	۰/۷۲f	۱/۲۹ab	۰/۴۲d-f	۰/۵۵d-f
نرک لاسجرد سمنان	۹	۱/۳۵d	۱/۰۵cd	۰/۵۵d	۱/۲۸c
وحشی بابلسر	۱	۰/۲۱k	۰/۸۱f-h	۰/۱۷gh	۰/۲۶ef
وحشی بابلسر	۳	۰/۳۳i-k	۰/۸۹d-f	۰/۲۵f-h	۰/۳۷ef
وحشی بابلسر	۵	۰/۶۱g	۱/۲۸ab	۰/۳۷d-g	۰/۴۸d-f
وحشی بابلسر	۷	۱/۳۳d	۰/۸۶e-g	۰/۵۴d	۱/۵۴c
وحشی بابلسر	۹	۲/۱۸b	۰/۷۸f-i	۰/۸۷c	۲/۷۹b

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند.

منابع

Chen, S, Li J., Wang, S., Huttermann, A., & Altman, A, (2001). Salt, nutrient uptake and transport, and ABA of Populus eupharatica; a hybrid in response to increasing soil NaCl. *Trees-Structure and Function, 15*: 186- 194. https://doi.org/10.1007/s004680100091

Emami, A. (1996). *Methods of plant analysis.* Agricultural Research and Education Organization. Soil and Water Institute. 130 Pp.

Fipps, G. (2003). *Irrigation water quality standards and salinity management strategies*. Texas Agricultural Extension Service, Pp 1-18.

Heiydari Sharif Abad, H. (2001). *Plant and salinity*. Research Institute of Forests and Rangelands. 71 Pp. (In Persian).

Ibrahim, H.I.M. (2016). Tolerance of two pomegranates cultivars (*Punica granatum L.*) to salinity stress under hydroponic culture conditions. *Journal of Basic and Applied Scientific Research, 6* (4): 38-46.

Liu, C., Ming, Y., Xianbin, H., & Zhaohe, Y. (2018). Effects of salt stress on growth and physiological characteristics of pomegranate (Punica granatum L.) cuttings. *Pakistan Journal of Botany, 50* (2): 457-464.

Maas, E.V., & Hoffman G.J. (1977) Crop salt tolerance: current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 103*: 115- 134.

Mastrogiannidou, E., Chatzissavvidis, C., Antonopoulou, C., Tsabardoukas, V., Giannakoula, A., and Therios, I. 2016. Response of pomegranate cv. wonderful plants to salinity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 16* (3): 621-636.

Momenpour, A., and Imani, A. 2018. Evaluation of salinity tolerance in fourteen selected pistachio (*Pistacia vera L.*) cultivars. *Advances in Horticultural Science, 32* (2): 249-264.

Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D., and Akbarpour, E. 2018. Evaluation of Salinity Tolerance of Some Selected Almond Genotypes Budded on GF_{677} Rootstock. International Journal of Fruit Science, 18 (4): 410-435.

IrHC2019

Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A., and Rezaie, H. 2015 a. Effect of salinity stress on growth characteristics and concentrations of nutrition elements in Almond (*Prunus dulcis*) 'Shahrood 12', 'Touno' cultivars and '1-16' genotype budded on GF677 rootstock. Journal of Agricultural Crops Production, 17 (1): 112-133.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.

Naeini, M. R., Khoshgoftarmanesh, A.H., Lessani, H., and Fallahi, E. 2005. Effects of Sodium Chloride-Induced Salinity on Mineral Nutrients and Soluble Sugars in Three Commercial Cultivars of Pomegranate. Journal of Plant Nutrition, 27 (8): 1319-1326.

Okhovatian-Ardakani, A.R., Mehrabanian, M., Dehghani, F., and Akbarzadeh, A. 2010. Salt tolerance evaluation and relative comparison in cuttings of different pomegranate cultivars. Plant, Soil and Environment, 56 (4): 176-185.

Szczerba, M.W., Britto, D. T., and Kronzucker, H. J. 2009. K+ transport in plants: physiology and molecular biology. Journal of Plant Physiology, 166: 447-466

Szczerba, M.W., Britto, DT., Balkos, KD., and Kronzucker, H. J. 2008. NH4+-stimulated and -inhibited components of K+ transport in rice (Oryza sativa L.). Journal of Experimental Botany, 59: 3415–3423.

Investigation nutrition elements in some selected pomegranate (*Punica granatum*) genotypes under salinity stress

Fatemeh Ahmadi[1], Ali Momenpour *[2], Maryam Dehestani Ardakani [3], Jalal Gholamnezhad[4] Vali Soltani[5]

[1-]MSc student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

[2*-] Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

[3-]Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

[4-]Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

[5-] Researcher, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

[*]*Corresponding Author: a.momenpour@areeo.ac.ir*

Abstract

To evaluate the effect of salinity stress on some of leaves nutrient element of selected pomegranate (*Punica granatum*) genotypes of regains with salinity water and soil, a factorial experiment was carried out based on completely randomized design (CRD), with two factors; genotypes in 4 levels ('Vahshi Babolsar', 'Narak Lasjerd Semnan', 'Chah Afzal' and 'Voshik Torsh Saravan' genotypes and irrigation water salinity in 5 levels (1, 3, 5, 7 and 9 dS/m respectively). The results showed that type of genotype and level of salinity affected concentration of leaves element nutrient. In all of the studied genotypes, with increasing of salinity concentration, Na^+ and cl^- percentage and Na^+ to K^+ ratio increased. Overall, 'Chah Afzal' and 'Voshik Torsh Saravan' genotypes were recognized as the most tolerant and sensitive genotypes to salinity stress, in respectively. 'Chah Afzal' genotype could be tolerated salinity and 7 dS/m by increasing potassium uptake against sodium.

Keywords: Irrigation water salinity, Leaching fraction, 'Chah Afzal' genotype, Na^+ to K^+ ratio

IrHC2019