علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵ (ص ۹-۱) DOI: 10.22059/ijhs.2016.57685

بررسی توزیع عناصر (پتاسیم، سدیم و کلر) در برخی ژنوتیپ‌های انگور (*Vitis vinifera*) در شرایط شوری

حمیدرضا طحانیان[۱]، علی عبادی[۲*]، مریم شهبازی[۳] و حسین لسانی[٤]
۱، ۲ و ٤. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳. استادیار پژوهشکدهٔ بیوتکنولوژی کشاورزی کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۸/۲۹)

چکیده

شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی، تولید بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی را با مخاطره روبرو کرده است. آیندهٔ تولید انگور (*Vitis vinifera* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی بخش باغبانی درگرو اصلاح و استفاده از پایه‌های مقاوم به‌شوری است. هدف از این پژوهش بررسی تحمل شوری و چگونگی توزیع یون‌های مرتبط با تنش شوری در شش رقم و ژنوتیپ انگور از گونهٔ *Vitis vinifera* شامل شاهرودی (سرخ فخری)، سفید فخری، سبز انگور، دیوانهٔکاشمر، SH068 وG-T01 در شرایط گلخانه‌ای بود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی تصادفی با دو عامل رقم و شوری و در سه تکرار انجام شد. گیاهان با سطوح مختلف شوری شامل کمتر از ۲ (۱/۹–۱/۸)، ٤و٦ دسی زیمنس بر متر به مدت چهل روز تیمار شدند. نتایج آزمایش نشان داد با افزایش میزان کلرید سدیم تجمع یون‌های سدیم و کلر در اندام‌های مختلف همهٔ ژنوتیپ‌ها، به‌صورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش و یون پتاسیم در شاخساره افزایش و در ریشه کاهش داشت. ژنوتیپ G-T01 کمترین میزان تجمع کلر (به ترتیب ۰/۸۷درصد و ۱/۸٤درصد وزن خشک برگ و شاخساره) را نشان داد. درمجموع به نظر می‌رسد ژنوتیپ GT01 و رقم شاهرودی به ترتیب از بیشترین و کمترین توانایی در کاهش عوارض ناشی از مسمومیت کلر را داشتند. نتایج این تحقیق وجود اختلاف در واکنش به تنش شوری در بین ژنوتیپ‌های بومی انگور گونهٔ وینیفرا را تأیید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: انگور، پایه، تحمل، ژنوتیپ، شوری، کلر.

مقدمه

بالغ بر ۲۳درصد زمین‌های کشاورزی در جهان به‌عنوان زمین‌های شور در نظر گرفته می‌شود. افزون بر این نیمی از زمین‌های تحت آبیاری موجود در جهان (۳×۱۰^{۸} هکتار) تحت تأثیر شوری بوده و هر سال حدود ۱۰ میلیون هکتار از زمین‌های آبیاری‌شده، به دلیل تأثیر نامطلوب شور شدن و قلیایی شدن ثانویه رها می‌شوند (Rao *et al.*, 2006). درمجموع ۶/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی در ایران خاک‌های مبتلا به درجه‌های مختلف شوری دارند (Momeni, 2010). شوری دو نوع تنش را بر گیاه تحمیل می‌کند: (۱) تنش کمبود آب در دسترس ناشی از غلظت‌های بالای محلول خاک، (۲) تنش ویژهٔ یون‌ها به دلیل تغییر در نسبت‌های پتاسیم به سدیم، نیترات به کلر و نیز غلظت‌های سدیم و کلر (Blumwald *et al.*, 2000). کلر یکی از مهم‌ترین عناصر کم‌مصرف ضروری گیاهی است که در تنظیم اسمزی گیاه نقش مهمی بر عهده دارد و نیاز گیاهان به کلر، برای رشد مطلوب تا

* تلفن: ۰۹۱۲۵۶۷۷۵۲۱
E-mail: aebadi@ut.ac.ir

حدودی معادل ۱ گرم به ازای هر کیلوگرم مادهٔ خشک است. (Marschner & Marschner, 2012). باوجود نقش مهمی که این عنصر در تنظیم فشار آماس (تورژسانس) و اسمزی گیاه دارد، افزایش غلظت آن باعث مسمومیت شدید می‌شود. حدود بحرانی کلر در گونه‌های حساس و مقاوم به ترتیب ۷-۴ و ۵۰-۱۵ میلی‌گرم در هر گرم مادهٔ خشک گیاهی است (Xu *et al*., 1999). نکتهٔ مهم آنکه عناصر سدیم و کلر هر دو در غلظت‌های بالا مسموم کننده‌اند ولیکن واکنش گیاه به کلر در برخی گونه‌ها اهمیت بیشتری دارد، زیرا این گونه‌ها انتقال سدیم را بهتر کنترل می‌کنند، حال آنکه از سازوکارهای مناسبی برای کنترل انتقال کلر ندارند (Munns *et al*., 2008). در میان محصولات باغبانی که ارزش اقتصادی بالایی دارند انگور و مرکبات را می‌توان نام برد که سازوکارهای کنترل بهتری در برابر غلظت‌های بالای سدیم دارند و ضعف آن‌ها بیشتر بهره‌مند نبودن از سازوکارهای کنترل یون کلر است (Munns *et al*., 2008). رقم‌های گونهٔ وینیفرا جزو گیاهان به‌نسبت حساس به شوری به‌شمار می‌آیند (Maas *et al*., 1977). انگور اغلب در زمین‌های مناطق نیمه بیابانی که خشکی و شوری چالش اصلی آن مناطق به شمار می‌آید، به‌صورت آبی کشت می‌شود (Cramer *et al*., 2007). شوری باعث کاهش رشد انگور می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است که نورساخت (فتوسنتز)، هدایت روزنه‌ای، ترکیب یونی در اندام‌های مختلف و عملکرد گیاه انگور تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد (Walker *et al*., 1997). پژوهش‌ها نشان داد که آبیاری انگور با آب‌شور رشد و عملکرد آنرا به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. بر پایهٔ این پژوهش نمو حبه حساس‌ترین مرحله به شوری خاک بود. Walker *et al*. (2002) به رابطه‌ای قوی بین تحمل به شوری انگور سلطانا و قدرت رویشی پایه پی بردند.

گزارش‌های پرشماری در مورد میزان تجمع Na^+ و Cl^- در رقم‌های مختلف انگور وجود دارد. Garcia *et al*. (1993) نشان دادند که افزودن کلرید سدیم به محلول غذایی باعث افزایش میزان سدیم اندام‌های رویشی انگور می‌شود. همچنین انگور مقادیر شایان توجه‌ای کلر به‌ویژه در شاخسارهٔ خود انباشته می‌کند (Downton, 1977). بررسی انجام‌شده روی ۱۱ پایهٔ انگور نشان داد که غلظت سدیم و پتاسیم در بافت گیاهی رقم‌های مقاوم بیشتر از رقم‌های حساس بود (Troncoso, 1999). بررسی Walker *et al*. (2004) نشان داد که قدرت رشد به همراه توانایی دفع متوسط و زیاد سدیم و کلر بهترین ترکیب برای انتخاب پایهٔ مناسب برای رقم سلطانا است. به ظاهر مهم‌ترین علت آسیب شوری در انگور تجمع کلراید مازاد به‌ویژه در برگ‌ها است. بررسی‌های دیگر نشان داده است که سوختگی حاشیهٔ برگ‌ها هنگامی بروز می‌کند که میزان یون کلراید در عصارهٔ استخراج‌شده از پهنک‌برگ حدود ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌مول باشد (Ehlig, 1960). بنابراین به نظر می‌رسد که ازنقطه‌نظر تحمل شوری، محدود کردن تجمع کلر در برگ‌ها مهم‌ترین راهکار است.

پژوهش‌ها در مورد اصلاح پایه‌های متحمل به تنش شوری منتج به معرفی برخی پایه‌ها با توانایی جلوگیری از جذب و یا دفع نمک برای انگور شده است. با توجه به حساسیت این پایه‌ها به برخی شرایط خاک مانند آهکی بودن و خاک‌های سنگین و نیز دشواری افزایش برخی از این پایه‌ها، بررسی ژنوتیپ‌ها و رقم‌های مختلف گونهٔ وینیفرا در کشور به‌منظور یافتن رقم‌های متحمل‌تر و نیز امکان بهره‌مندی از برخی ژنوتیپ‌ها به‌عنوان پایه ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش بررسی امکان دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل در ذخایر توارثی (ژرم‌پلاسم) بومی از طریق بررسی صفات رشدی و میزان تجمع و یا دفع یون‌های دخیل در تنش شوری است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی با دو عامل رقم در شش سطح و شوری در سه سطح و با سه تکرار طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ انجام شد. در زمستان ۱۳۹۰، قلمهٔ خشبی شش رقم و ژنوتیپ انگور (سرخ فخری، سفید فخری، SH068 و سبز انگور گردآوری‌شده از کلکسیون انگور مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شاهرود و دیوانهٔ‌کاشمر و G-T01 گردآوری‌شده از منطقهٔ طرود با اقلیم گرم و خشک در شهرستان شاهرود) با بنومیل (۱/۵w/v درصد) ضدعفونی

و سپس با ایندول ۳-بوتیریک اسید (IBA) با غلظت ۱۰۰۰پی‌پی‌ام به مدت ده ثانیه تیمار شد. قلمه‌ها در سامانهٔ مه‌افشان (سیستم میست) و پاگرما (رطوبت ۸۰درصد و دمای پاگرمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس) قرار گرفتند که پس از سه هفته ریشه‌دار شده و فروردین ۱۳۹۱ به گلدان‌های ۱۰ لیتری اصلی با ترکیب کوکوپیت و پرلیت (نسبت حجمی۱:۱) انتقال داده شدند. گلدان‌ها با محلول غذایی پیشنهادشده توسط کرامر (Cramer, 2007) آبیاری شدند. pH محلول با استفاده از اسیدسولفوریک غلیظ در محدودهٔ (۶/۵-۶/۰) تنظیم شد. زمان آبیاری بر پایهٔ کاهش رطوبت بستر تا حد ۷۰درصد ظرفیت زراعی و با استفاده از رطوبت‌سنج قلمی (لوترن مدل PMS-714) تنظیم شد. میزان محلول استفاده‌شده در هر نوبت آبیاری ۴۰درصد ظرفیت زراعی بستر بود. به‌جز یک شاخه، دیگر شاخه‌ها حذف و هنگامی‌که پنج‌برگ توسعه‌یافتهٔ کامل روی شاخه ایجاد شد (تیرماه)، تیمار شوری با افزایش تدریجی غلظت محلول‌ها، به‌گونه‌ای که غلظت نهایی ظرف ۱۵ روز به دست آید، اعمال شد. برای جلوگیری از تجمع نمک هر هفته عملیات آبشویی انجام شد. گلدان‌ها با سه سطح شوری کمتر از ۲ (کنترل)، ۴و ۶ دسی‌زیمنس بر متر محلول غذایی (شوری ناشی از افزودن به ترتیب ۰، ۱/۳۲ و ۲/۶۳ گرم کلرور سدیم در هر لیتر) آبیاری شدند.در این مدت (۴۰ روز) عامل‌های رویشی مانند تغییرپذیری ارتفاع و سطح برگ و شاخص سبزینگی ثبت شد. در پایان این دوره نمونهٔ برگ از همهٔ گلدان‌ها گردآوری و برای اندازه‌گیری کلر به آزمایشگاه منتقل شد. برای اندازه‌گیری کلر در نمونه‌های گیاهی از روش تغییریافتهٔ عیارسنجی (تیتراسیون) با نیترات نقره (Korkmaz, 2010) استفاده شد. سپس تا آخر فصل رویشی (آبان‌ماه) گلدان‌ها با محلول غذایی $2dSm^{-1}$ آبیاری شدند. بهار سال دوم (۱۳۹۲) همان بوته‌ها از ارتفاع ۳۰ سانتیمتری هرس و تک شاخه شدند. پس از تشکیل پنج‌برگ توسعه‌یافته تیمار شوری مانند سال پیش اعمال شد. در این مدت همهٔ صفات رشدی ثبت و پس از چهل روز گیاهان به‌طور کامل برداشت شده و قسمت‌های مختلف گیاه شامل ریشه، برگ و شاخساره جداگانه با استفاده از آون، در دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس و به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. در انتها نمونه‌ها آسیاب شدند. کلر با استفاده از روش عیارسنجی و یون‌های پتاسیم و سدیم با استفاده از روش نشر شعله (Flame Photometry) اندازه‌گیری شدند (Motsara & Roy, 2008). شاخص تحمل تنش بر پایهٔ روابط ارائه‌شده به‌وسیلهٔ Fermendez (1992) محاسبه شد. همهٔ تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. آنالیز GLM به‌منظور تعیین معنی‌دار بودن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و تأثیر متقابل بین سطوح مختلف تیمارها انجام پذیرفت.

نتایج

بررسی نتایج آزمایش‌های انجام‌شده در سال اول نشان داد که عامل‌های رشدی مانند تغییرپذیری ارتفاع، سطح برگ و شاخص سبزینگی در اثر اعمال تنش شوری دستخوش کاهش شدند. میزان تجمع کلر در سال نخست در برگ‌ها نیز با اعمال شوری افزایش یافت که این افزایش در ژنوتیپ SH068 بیشترین میزان (۱/۶۵درصد) و در رقم‌های دیوانهٔکاشمر، GT01 و سبزانگورکمترین میزان (به ترتیب ۱/۱۴، ۱/۱۷و ۱/۱۸درصد) بود. با توجه به استقرار نیافتن کامل نظام ریشه در سال اول دیگر اندازه‌گیری‌ها در سال دوم انجام شد که شامل موارد زیر است.

واکنش رشد گیاه به تیمار شوری

بر پایهٔ بررسی تجزیهٔ واریانس داده‌های آزمایش، تأثیر شوری و رقم بر سبزینگی برگ (عدد Spad)، وزن خشک شاخساره و وزن خشک‌ریشه و تأثیر متقابل شوری و رقم بر سبزینگی برگ و وزن خشک شاخساره به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

کاهش معنی‌دار سبزینگی در اثر شوری در همهٔ ژنوتیپ‌ها و رقم‌ها مشاهده شد. با افزایش شوری شدت کاهش سبزینگی برگ نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. بنا بر نتایج به‌دست‌آمدهٔ رقم سفید فخری بالاترین شاخص سبزینگی را در تیمار شاهد و سطوح مختلف شوری داشت. این در حالی است که کمترین میزان کاهش سبزینگی مربوط به رقم شاهرودی و پس‌ازآن به ترتیب مربوط به سفید فخری و GT01 بود.

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده تحت تأثیر شوری و رقم انگور
Table 1. Variance Analysis of Measured traits under effect of grape variety as well as salinity

SOV	df	Mean of Squares											
		SPAD	Shoot DW(g)	Root DW(g)	Cl Leaf	Cl shoot	Cl Root	K Leaf	K Root	Na Leaf	Na Root	Na:K Leaf	Na:K Root
Salinity	2	417.26**	732.31**	414.25**	4.77**	16.71**	3.81**	4.87**	0.73**	3.11**	1.39**	9.06**	0.49**
Variety	5	74.02**	32.06**	50.57**	0.31**	1.49*	2.17**	1.99**	0.18**	1.90**	0.33**	0.57**	0.18**
Sal.*Var.	10	11.50*	38.37**	7.12^{ns}	0.04**	0.46^{ns}	0.19 ^{ns}	0.32**	0.09**	0.35**	0.04 ^{ns}	0.28 **	0.03**
error	36	5.20	6.30	10.57	0.003	0.58	0.0094	0.04	0.02	0.02	0.034	0.05	0.004
CV(%)		8.34	14.81	20.11	5.49	29.38	16.76	10.11	19.23	16.21	19.78	16.31	14.50

** و *: معنی‌داری بر پایهٔ آزمون دانکن به ترتیب در سطوح P<۰/۰۱ و P<۰/۰۵.
ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

-*p<0.05 , **p<0.01 (According to the Duncan`s multiple range test)
-ns: non significance.
-S-F: Sefid-fakhri; S-A: Sabz-Angoor; D-K: Divaneh Kashmar

نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت شوری وزن خشک شاخساره به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. همچنین تغییرپذیری وزن خشک شاخساره در رقم‌های انگور با توجه به سطح شوری متفاوت بود. به‌طوری‌که بیشترین میزان کاهش وزن خشک شاخساره نسبت به شاهد از رقم سبز انگور به‌دست آمد (۷۲درصد). کمترین کاهش وزن خشک شاخساره در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد (شوری کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر) مربوط به رقم سفید فخری (۳۵درصد) بود. این رقم در سطح شوری شاهد، بیشترین وزن خشک شاخساره را تولید کرد (۳۲/۶۲ گرم در بوته). در مقایسهٔ میانگین رقم‌ها ازلحاظ وزن خشک شاخساره ژنوتیپ GT01 در رتبهٔ نخست قرار داشت (جدول ۲).

نتایج آزمایش نشان داد تنش شوری سبب کاهش شایان‌توجه وزن خشک‌ریشه در رقم‌های انگور شد. در بین رقم‌های مورد آزمایش دیوانهٔ‌کاشمر و سفید فخری بیشترین وزن خشک‌ریشه را در همهٔ سطوح تنش شوری داشتند (جدول ۲). بررسی تأثیر شوری روی وزن خشک‌ریشه نشان داد که هرچند شوری و رقم به‌صورت جداگانه روی آن تأثیر معنی‌داری داشتند، ولیکن تأثیر متقابل بین شوری و رقم بر وزن ریشه در سطح ۵درصد معنی‌دار نبود. در رقم‌های سفید فخری و GT01 کمترین میزان کاهش وزن خشک‌ریشه نسبت به شاهد (به ترتیب ۲۹ و ۳۹درصد) روی داد و در مقابل بیشترین کاهش مربوط به رقم سبز انگور (۵۷درصد) بود.

درصد کلر در اندام‌های مختلف گیاه

براثر اعمال تنش شوری در همهٔ رقم‌ها، تجمع بالای کلر در بخش‌های مختلف گیاه در مقایسه با نمونهٔ شاهد مشاهده شد. بنا بر نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر شوری و رقم بر درصد کلر در اندام‌های مختلف انگور معنی‌دار بود (جدول ۱). تأثیر متقابل عامل‌های شوری و رقم بر درصد کلر در برگ معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). بنابر نتایج به‌دست‌آمده از مقایسهٔ میانگین‌ها، افزایش میزان شوری سبب افزایش معنی‌دار درصد کلر برگ، شاخساره و ریشه در رقم‌های انگور شد (جدول ۲). بیشترین درصد تجمع کلر در برگ در ژنوتیپ SH068 در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر به میزان ۱/۹۸ درصد مشاهده شد و کمترین میزان تجمع از ژنوتیپ GT01 به میزان ۱/۱۵ درصد به دست آمد (جدول۳). تأثیر متقابل رقم و شوری بر درصد کلر در شاخساره و ریشه معنی‌دار نبود (جدول۱). با این‌وجود ژنوتیپ‌های SH068 و GT01 به ترتیب بیشترین درصد کلر را در شاخساره در سطوح مختلف شوری داشتند (جدول ۲). کمترین و بیشترین میزان درصد کلر در شاخساره مربوط به ژنوتیپ‌های GT01 و SH068 و در ریشه مربوط به رقم‌های دیوانهٔ کاشمر و سبزانگور بود (جدول ۳). ازنظر روند افزایش میزان کلر در شاخساره نسبت به شاهد نیز بیشترین و کمترین افزایش مربوط به رقم‌های دیوانهٔ‌کاشمر و سبزانگور بود (جدول۳).

درصد پتاسیم در اندام‌های مختلف گیاه

تأثیر منفرد شوری و رقم و تأثیر متقابل این عامل‌ها بر درصد پتاسیم در برگ و ریشه قلمه‌های انگور در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). افزایش غلظت شوری سبب کاهش معنی‌دار درصد پتاسیم ریشه و افزایش

معنی‌دار پتاسیم برگ شد (جدول ۲). بنا بر نتایج مقایسهٔ میانگین‌های به‌دست‌آمده در جدول ۳، بیشترین درصد پتاسیم برگ در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر و رقم سبزانگور (۳/۷۶درصد) و کمترین درصد از همین سطح شوری و رقم سفیدفخری و ژنوتیپ GT01 (به ترتیب۲/۰۸ و ۲/۱۰درصد) به دست آمد. بر همین پایه بیشترین میزان پتاسیم ریشه در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر مربوط به رقم دیوانهٔکاشمر(۰/۸۱درصد) و کمترین میزان مربوط به رقم‌های سبزانگور و شاهرودی (به ترتیب ۰/۴۳ و ۰/۴۱درصد) بود (جدول ۳).

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین تأثیر شوری و رقم بر شاخص‌های رشدی و توزیع برخی عناصر در اندام‌های مختلف

Table 2. Mean Comparison of salt and variety effects on growth parameters and elements distribution among different organs

	SPAD	Shoot DW (g)	Root DW (g)	Cl Leaf	Cl Shoot	Cl Root	K Leaf	K Root	Na Leaf	Na Root	Na:K Leaf	Na:K Root
				(% of DW)								
Salinity												
2ds.m^{-1}	32.19a	23.71a	21.35a	0.47c	1.45b	1.23b	1.58c	0.98a	0.42c	0.62c	0.66c	0.25c
4ds.m^{-1}	27.23b	16.12b	15.28b	1.16b	3.34a	2.08a	1.98b	0.75b	0.91b	1.03b	1.39b	0.49b
6ds.m^{-1}	22.57c	11.03c	11.88c	1.48a	2.92a	2.11a	2.61a	0.58c	1.25a	1.15a	2.08a	0.57a
Variety												
S-F	30.61a	17.24ab	18.74a	1.09b	2.97a	1.56bc	1.78cd	0.88ab	0.56de	0.95b	1.24cd	0.47b
S-A	26.94c	18.24a	15.40b	0.94c	2.77ab	1.52c	2.83a	0.53d	0.51e	0.89bc	1.81a	0.31d
SH068	27.94bc	15.74bc	13.97b	1.38a	2.98a	1.65bc	2.42b	0.84ab	0.93b	0.85bc	1.18d	0.35cd
GT01	29.47bc	19.08a	16.43ab	0.88d	1.83c	1.81b	1.74cd	0.68c	0.74c	0.75c	1.14d	0.41bc
D-K	22.35d	17.59ab	19.07a	0.94c	2.25bc	2.81a	1.93c	0.92a	1.74a	1.31a	1.49b	0.70a
Sharoodi	26.64c	13.85c	13.42b	1.05b	2.74ab	1.62bc	1.63d	0.75bc	0.67cd	0.86bc	1.41bc	0.38c

حروف مشترک در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایهٔ آزمون دانکن (P<۰/۰۵) است.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 according to the Duncan`s test

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین تأثیر متقابل ارقام انگور و شوری بر شاخص‌های رشدی و توزیع برخی عناصر در اندام‌های مختلف

Table 3. Mean Comparison of interaction effects of grape variety as well as salinity on growth parameters and elements distribution among different organs

Variety	SPAD	Shoot DW(g)	Cl Leaf	K Leaf	K Root	Na leaf	Na:K Leaf	Na:K Root
			(% of DW)					
			2ds.m^{-1}					
S-F	35.66a	20.74c	0.45ij	1.49fg	1.24a	0.32hi	0.51g	0.22hi
S-A	34.1a	32.62a	0.48i	2.09de	0.61efgh	0.19i	0.92ef	0.24hi
SH068	34.66a	21.90c	0.65h	1.63fg	1.29a	0.43ghi	0.58fg	0.19i
GT01	33.46ab	26.38b	0.37j	1.28g	0.79cdef	0.44ghi	0.54g	0.25ghi
D-K	26.43cde	20.52c	0.38j	1.49g	1.09ab	0.64fg	0.78fg	0.36g
Sharoodi	28.83c	20.11cd	0.51i	1.52g	0.87bcd	0.52fgh	0.65fg	0.27ghi
			4ds.m^{-1}					
S-F	29.00c	17.52cde	1.20f	1.79ef	0.81cde	0.62fg	1.45cd	0.60c
S-A	26.33cde	13.14efg	1.04g	2.65c	0.56fgh	0.62fg	1.77bc	0.41ef
SH068	28.63cd	15.60def	1.51c	2.35cd	0.69defg	1.10cd	1.24de	0.32gh
GT01	30.01bc	18.13cd	1.03g	1.86ef	0.59efgh	0.75ef	1.30d	0.43ef
D-K	21.96fgh	18.83cd	1.00g	1.61g	0.86bcd	1.82b	1.70bc	0.82b
Sharoodi	23.76efg	13.53efg	1.21ef	1.64g	0.98bc	0.57fgh	0.92ef	0.40ef
			6ds.m^{-1}					
S-F	27.16cde	13.46efg	1.62b	2.08de	0.61efgh	0.75ef	1.77bc	0.60c
S-A	20.40gh	8.96gh	1.30e	3.76a	0.43h	0.72ef	2.75a	0.28ghi
SH068	20.53gh	9.73gh	1.98a	3.31b	0.53gh	1.27c	1.73bc	0.56cd
GT01	24.86def	12.75fg	1.15f	2.10de	0.68defg	1.05cd	1.58cd	0.56cd
D-K	18.66h	13.42efg	1.41d	2.71c	0.81cde	2.78a	2.00b	0.93a
Sharoodi	23.76efg	7.90h	1.44cd	1.73ef	0.41h	0.93de	2.66a	0.48de

حروف مشترک در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار بر پایهٔ آزمون دانکن (P<۰/۰۵) است.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 according to the Duncan`s test

درصد سدیم برگ در اندام‌های مختلف گیاه

نتایج آزمایش نشان داد درصد سدیم برگ و ریشه در قلمه‌های انگور به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح شوری و رقم قرار گرفت (جدول۱) به‌طوری‌که افزایش سطح شوری از ۲ به ۶ دسی زیمنس بر متر سبب افزایش درصد سدیم در برگ و ریشه شد (جدول ۲).

تأثیر متقابل شوری و رقم بر درصد سدیم برگ در سطح ۱درصد معنی‌دار شد (جدول۱). در بین رقم‌های موردبررسی رقم دیوانهٔکاشمر در همهٔ سطوح شوری بالاترین درصد سدیم برگ را داشت، به‌طوری‌که بیشترین درصد سدیم برگ از این رقم و سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر به دست آمد (جدول ۳). در بین رقم‌های مورد آزمایش کمترین میزان تجمع یون سدیم در برگ مربوط به رقم سبزانگور بود (جدول۲). البته باید توجه داشت که تأثیر متقابل بین عوامل رقم و سطح شوری در مورد میزان سدیم ریشه معنی‌دار نبود.

نسبت سدیم به پتاسیم در اندام‌های مختلف گیاه

تأثیر منفرد عامل‌های آزمایش و تأثیر متقابل آن‌ها بر نسبت سدیم به پتاسیم در برگ و ریشه قلمه‌های انگور در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نسبت سدیم به پتاسیم در برگ با افزایش غلظت شوری افزایش معنی‌داری داشت به‌طوری‌که بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در برگ از رقم‌های سبزانگور و شاهرودی در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر (به ترتیب به میزان ۲/۷۵ و ۲/۶۶) به دست آمد و کمترین نسبت این عناصر از ژنوتیپ GT01 (۱/۵۸) و از رقم سفیدفخری (۱/۷۷) در سطح شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به‌دست‌آمد (جدول ۳).

بحث

همان‌طور که در مقدمه بیان شد انگور در گروه گیاهان به نسبت حساس به شوری طبقه‌بندی می‌شود (Maas & Hoffman, 1977). مقایسهٔ تأثیر نمک‌های مختلف روی انگور نشان داد که نمک‌های کلراید نسبت به دیگر نمک‌ها آسیب بیشتری به برگ‌ها وارد می‌کنند (Kishore *et al*., 1985). کاهش رشد حتی در شوری‌های پایین هم به‌طورمعمول قبل از بروز نشانه‌های قابل‌مشاهده روی می‌دهد. در این تحقیق کاهش روبه‌پیشرفت رشد در همهٔ ژنوتیپ‌ها و رقم‌های مشاهده شد. SH068 و شاهرودی بیشترین کاهش وزن خشک‌ریشه و شاخساره را داشتند. شوری با کاهش طول شاخساره و سطح برگ کل موجب کاهش وزن خشک شاخساره می‌شود. کاهش رشد برگ‌ها نخستین واکنش گلیکوفیتها در رویارویی با شوری است (Munns & Tester, 2008).

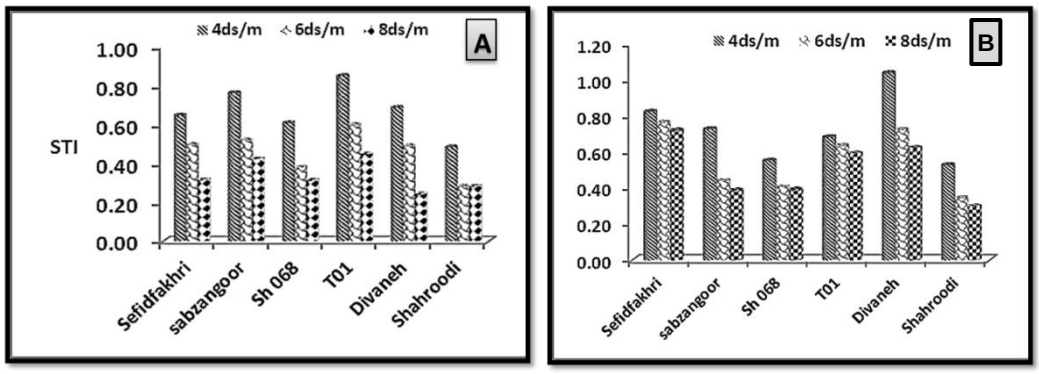
شوری بالا باعث بافت‌مرده (نکروزه) شدن و سوختگی برگ می‌شود (Walker *et al*., 1981). در این تحقیق شاهرودی و SH068 زودتر از بقیه و با شدت بیشتری دچار سوختگی برگ شدند. همین امر باعث بروز پدیدهٔ سرخشکیدگی (Die back) در آن‌ها شد. به‌عبارت دیگر برگ‌های این دو رقم در اواسط دورهٔ تنش پس از بافت‌مرده شدن دچار ریزش شدند. به همین علت در برگ‌های گردآوری‌شده در پایان دوره (برگ‌های جدید رشدیافته روی شاخه پس از ریزش برگ‌های بافت‌مرده شده) میزان کلر برگ رقم شاهرودی کمتر از رقم سفیدفخری بود درحالی‌که بررسی دیگر شاخص‌ها گویای برتری رقم سفیدفخری ازنظر تحمل به شوری است.

کاهش نورساخت یکی از آسیب‌های مهم ناشی از تجمع یون‌های کلر و سدیم در برگ است. هرچند انتقال آبسیزیک اسید تولیدشده در ریشه به برگ‌ها منجر به بسته شدن نسبی روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای و درنتیجه کاهش بازدهٔ نورساخت می‌شود، لیکن تخریب سبزینهٔ ناشی از سمیت یون‌ها را می‌توان مهم‌ترین عامل کاهش بازدهٔ نورساخت در برگ‌ها دانست که با کلروز (سبزرویی) برگ‌ها و درنهایت بافت‌مرده شدن آن‌ها همراه است (Fozouni *et al*., 2012). بررسی شاخص سبزینگی با استفاده از دستگاه SPAD روشی غیرمستقیم برای برآورد میزان سبزینهٔ برگ به شمار می‌آید. بررسی این شاخص در این تحقیق نشان داد که سفید فخری و ژنوتیپ GT01 ضمن برخورداری از شاخص سبزینگی بالاتر نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها و رقم‌ها، کمترین میزان کاهش نسبت به شاهد در سطوح بالای شوری داشتند. با توجه به غلظت بالای کلر در رقم سفیدفخری احتمال دارد این ژنوتیپ سازوکار کده‌بندی (Compartmentation) واکوئلی مناسبی برای رویارویی با یون کلر داشته باشد. همان‌طورکه پیش‌تر بیان شد بالا بودن این شاخص در رقم شاهرودی به علت ریزش برگ‌های مسموم و تشکیل برگ‌های جدید بوده که هنوز کلر در آن‌ها

تجمع نیافته است. تحمل به شوری در گلیکوفیت‌ها با توانایی محدود کردن جذب یا انتقال یون‌ها (به‌ویژه سدیم و کلر) از منطقهٔ ریشه به قسمت‌های هوایی مرتبط است (Greenway & Munns, 1980). تجمع کلر و سدیم در برگ‌ها نسبت به شاخساره موجب اختلال‌های فیزیولوژیکی شدیدتری در گیاه می‌شود. در اغلب موارد، نشانه‌های قابل‌مشاهده (کلروز و سپس بافت‌مرده شدن برگ) به علت غلظت‌های مسموم‌کنندهٔ کلر در برگ‌هاست. در این تحقیق تجمع کلر در پهنک‌برگ ممکن است دلیل جلوگیری از رشد رقم شاهرودی و ژنوتیپ SH068 شده باشد. نشانه‌های سوختگی در برگ‌ها هنگامی‌که غلظت کلر در پهنک‌برگ به میزان ۱/۲۴تا ۱/۹ درصد وزن خشک برگ بود، مشاهده شد (Ehlig, 1960). اما گاهی ممکن است در یک گونه برخی رقم‌ها غلظت بالاتری از کلر در برگ خود داشته ولیکن نشانه‌های سوختگی در آن‌ها بروز نکند (Mohammadkhani *et al.*, 2013). در این آزمایش میزان کلر برگ SH068، شاهرودی و سفیدفخری به ترتیب ۱/۹۸، ۱/۴۴ و ۱/۶۲ بود، درحالی‌که شاهرودی و SH068 نشانه‌های بافت‌مرده شدن برگ را به‌سرعت نشان دادند ولیکن رقم سفیدفخری تحمل بیشتری از خود نشان داد. غلظت کلر کمتر از ۱درصد وزن خشک برای انگور تحت تنش شوری عادی به شمار می‌آید درحالی‌که غلظت‌های بیش از ۱/۵درصد وزن خشک، بالاتر از آستانهٔ تحمل به شمار می‌آید (Reuter & Robinson, 1997). بر این پایه غلظت کلر در پهنک‌برگ سبزانگور (برگ‌های رشدیافتهٔ جدید پس از پدیدهٔ سرخشکیدگی)، دیوانهٔ‌کاشمر و GT01 (در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر) کمتر از ۱/۵درصد بود. به‌جز ژنوتیپ GT01، در دیگر ژنوتیپ‌ها و رقم‌ها غلظت کلر در شاخساره نزدیک به دو برابر غلظت کلر در ریشه بود که نشانگر ناتوانی کنترل این ژنوتیپ‌ها و رقم‌ها در انتقال کلر از ریشه به اندام هوایی است.

یکی از سازوکارهای تحمل تنش شوری افزایش جذب یون پتاسیم برای رویارویی با افزایش یون سدیم در پیکرهٔ گیاه است. گیاه با استفاده از این روش تعادل یونی را به نفع یون پتاسیم حفظ کرده و امکان ادامهٔ فعالیت آنزیم‌های وابسته به عامل کمکی (کوفاکتور) پتاسیم فراهم می‌شود. در این میان بررسی نسبت یون‌های سدیم به پتاسیم شاخصی دقیق‌تر برای تعیین میزان تحمل است (Shabala & Munns, 2012). بررسی این نسبت در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بیانگر برخورداری ژنوتیپ GT01 از سازوکار موازنهٔ یون پتاسیم و سدیم در اندام هوایی خود است به‌گونه‌ای که در بین رقم‌ها و درمجموع همهٔ سطوح تنش شوری اعمال‌شده پایین‌ترین نسبت سدیم به پتاسیم در برگ (۱/۱۴) داشته است (جدول ۲).

بر پایهٔ محاسبهٔ شاخص تحمل تنش (Fernandez, 1992)، رقم‌های G-T01 و دیوانهٔ‌کاشمر به ترتیب ازنظر رشد شاخساره و ریشه بهترین عملکرد را نشان دادند، درحالی‌که رقم سرخ‌فخری کمترین میزان تحمل را داشت (شکل ۱).



شکل ۱. شاخص تحمل در برابر تنش (STI) بر پایهٔ تغییرپذیری وزن خشک شاخسارهٔ (A) و ریشهٔ (B) شش ژنوتیپ و رقم مختلف در سه سطح مختلف شوری (۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس‌برمتر) نسبت به شاهد همان ژنوتیپ (کمتر از ۲ dS/m)

Figure 1. STI (Salt Tolerance Index) based on Shoot (A) and root (B) dry weight of six genotype(s) and Varieties of grape in three different levels of salinity (4, 6 & 8 $dS.m^{-1}$) related to control of the same genotype (less than 2 $ds.m^{-1}$)

نتیجه‌گیری کلی

نظر به اهمیت رویارویی با کاهش عملکرد محصولات کشاورزی در اثر توسعهٔ تنش شوری در کشور و با توجه به توسعهٔ احداث تاکستان‌ها در مناطق گرم و خشک و نیمه بیابانی، استفاده از پایه‌های مناسب و متحمل و یا تعیین رقم‌های متحمل‌تر برای برنامه‌ریزی ضروری است. این تحقیق و تحقیقاتی دیگر در این بخش باهدف کمک به این مهم اجرا شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق افزون بر اثبات وجود اختلاف‌های معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها و رقم‌های گونهٔ وینیفرا، ژنوتیپ GT01 و رقم سفیدفخری به‌عنوان رقم‌هایی که سازوکارهای مناسب‌تری برای تحمل تنش شوری داشتند، معرفی شدند. همچنین رقم شاهرودی (سرخ‌فخری) که مهم‌ترین رقم انگور رومیزی کشت‌شده در استان سمنان (شهرستان شاهرود) است به‌عنوان رقمی که به کلر حساس بوده تعیین شد که پیشنهاد می‌شود تأثیر پیوند رقم شاهرودی روی ژنوتیپ GT01 و رقم سفیدفخری بررسی شد.

REFERENCES

1. Blumwald, E., Aharon, G. S. & Apse, M. P. (2000). Sodium transport in plant cells. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1465(1), 140-151.
2. Cramer, G. R., Ergül, A., Grimplet, J., Tillett, R. L., Tattersall, E. A., Bohlman, M. C., Vincent, D., Sonderegger, J., Evans, J. & Osborne, C. (2007). Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles. *Functional & Integrative Genomics*, 7(2), 111-134.
3. Downton, W. (1977). Influence of rootstocks on the accumulation of chloride, sodium and potassium in grapevines. *Crop and Pasture Science*, 28(5), 879-889.
4. Ehlig, C. (1960).Effects of salinity on four varieties of table grapes grown in sand culture. *American Society for Horticultural Science*, 76, 323-331.
5. Fernandez, G.C. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *In Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress (Ed., CG Kuo)*, 257-27.
6. Fozouni, M., Abbaspour, N. & Dolati Baneh, H. (2012). Leaf water potential, photosynthetic pigments and compatible solutes alterations in four grape cultivars under salinity. *Vitis*, 51(3), 147-152.
7. Garcia, M. & Charbaji, T. (1993). Effect of sodium chloride salinity on cation equilibria in grapevine. *Journal of Plant Nutrition*, 16(11), 2225-2237.
8. Greenway, H. & Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31(1), 149-190.
9. Kishore, D., Pandey, R. & Singh, R. (1985) .Effect of salt stress on growth characteristics of Perlette grapevines. *Progressive Horticulture*, 17, 289-297.
10. Maas, E. & Hoffman, G. (1977). Crop Salt Tolerance-Current Assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 103(2), 115-134.
11. Marschner, H. & Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. (pp.426-484)
12. Mohammadkhani, N., Heidari, R., Abbaspour, N. & Rahmani, F. (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= International Journal of Vine and Wine Sciences*, 47(2), 99-114.
13. Momeni, A. (2010). Geographical distribution and salinity levels of soil sources of Iran. *Iranian Journal of Soil Research* (*Soil and Water Sciences*), 24(3), 1-5. (in Farsi)
14. Motsara, M. & Roy, R.N. (2008). *Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (pp.134-160).
15. Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
16. Rao, K. M., Raghavendra, A. & Reddy, K. J. (2006). *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*. Springer. (PP.51-128).
17. Reuter, D. & Robinson, J. B. (1997). *Plant analysis: an interpretation manual*.(PP. 90-143) CSIRO Publishing.
18. Shabala, S. & Munns, R. (2012). Salinity stress: physiological constraints and adaptive mechanisms. *Plant Stress Physiology*. CAB International, Oxford: 59-93.
19. Walker, R., Torokfalvy, E., Scott, N. S. & Kriedemann, P. (1981). An analysis of photosynthetic response to salt treatment in Vitis vinifera. *Functional Plant Biology*, 8(3), 359-374.

20. Walker, R. R., Blackmore, D. H., Clingeleffer, P. R. & Iacono, F. (1997). Effect of salinity and Ramsey rootstock on ion concentrations and carbon dioxide assimilation in leaves of drip-irrigated, field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3(2), 66-74.
21. Xu, G., Magen, H., Tarchitzky, J. & Kafkafi, U. (1999). Advances in chloride nutrition of plants. *Advances in Agronomy*, 68, 97-150.

Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 47, No. 1, Spring 2016

Elements distribution (K, Na & Cl) in some grapevine genotypes (*Vitis vinifera* L.) under salt stress

Hamidreza Tahanian[1], Ali Ebadi[2*], Maryam Shahbazi [3] and Hossein Lesani[4]

1, 2, 4. Former M. Sc. Student and Professors, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Assistant Professor, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Karaj, Iran

(Received: Jul. 23, 2014 - Accepted: Nov. 20, 2014)

ABSTRACT

Salinity, as an abiotic stress, causes significant losses in horticultural production. Future of grape production, as one of the most important economical horticultural fruits, depends on breeding programs and using salt tolerant rootstocks. The aim of this study was to investigate the salinity tolerance and the distribution of ions associated with salinity in six genotypes and Varieties of grapes (*Vitis vinifera* L.), namely 'Shahrudi', 'Fakhri Sefid', 'Sabz Angur', 'Divaneh Kashmar', SH068 and GT01. The factorial experiment based on Completely Randomized design was carried out with two factors of variety and salinity in three replications. Plants were treated with different salinity levels of less than 2 (1.8-1.9), 4 and 6 dS/m for 40 days. Results showed that increasing the amount of sodium chloride in all genotypes, increased sodium and chloride levels in various organs and Potassium in shoot, while it decreased Potassium concentration in roots, significantly ($P<0.05$). GT01 presented the lowest concentration of chloride (0.87% and 1.84% of leaf and shoot dry weight, respectively). Overall, it seems that the GT01 and 'Shahrudi' had possess the highest and lowest ability in reducing the toxic effects of chloride, respectively. Results of this study confirmed differences between *V. vinifera* genotypes in response to salt stress.

Keywords: Chloride, genotype, grapevine, rootstock, salinity, tolerance.

* Corresponding author E-mail: aebadi@ut.ac.ir Tel: +98 912 5677521