مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۵ شماره ۱ صفحه های ۱۱ تا ۲۲ (۱۳۸۳)

مقاله کامل

اثرهای شوری بر غلظت پتاسیم، سدیم و کلر اندام های هوائی و ریشه در پایه های مختلف مرکبات[1]

EFFECTS OF SALINITY ON POTASSIUM, SODIUM AND CHLORIDE CONCENTRATION OF SHOOT AND ROOT IN DIFFERENT CITRUS ROOTSTOCKS

عبدالحسین ابوطالبی و عنایت اله تفضلی[2]

چکیده

غلظت یون های پتاسیم، سدیم و کلر تحت تیمار شوری در اندام های هوائی و ریشه دان نهال های پنج گونه مرکبات شامل بکرائی (لیموشیرین*نارنگی)، لیموآب، ولکامریانا[3] و لیموشیرین به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. دان نهال های یک ساله گونه های مورد مطالعه در گلدان‌های حاوی خاک محلی(pH=8.2) کشت شد و آبیاری آن ها با آب آبیاری حاوی غلظت های صفر، ۲۰، ٤٠ و ٦٠ میلی مول درلیتر نمک طعام صورت گرفت. در پایان آزمایش، غلظت یون های سدیم، کلر و پتاسیم در شاخساره و ریشه اندازه گیری و نسبت سدیم به پتاسیم در شاخساره و ریشه محاسبه گردید. بین گونه های مورد آزمایش از نظر میزان جذب و پراکنش یون های سدیم، کلر و پتاسیم در تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی دار وجود داشت. شوری باعث افزایش میزان کلر و سدیم در شاخساره و ریشه گردید اما میزان افزایش, بسته به نوع گونه و تیمار متفاوت بود. میزان پتاسیم در برخی پایه ها کاهش و در برخی افزایش داشت. بالاترین نسبت سدیم به پتاسیم در شاخساره لیمو شیرین و ریشه نارنج، بکرائی و ولکامریانا و پائین ترین نسبت سدیم به پتاسیم در شاخساره ولکامریانا و ریشه لیمو آب و لیمو شیرین بود.

واژه های کلیدی: پایه, شوری، مرکبات.

مقدمه

پژوهش های انجام شده نشان می‌دهند که در بین رقم های مختلف مرکبات میزان حساسیت و یا مقاومت به شوری متفاوت است. مانند بسیاری از گیاهان چوبی دیگر، درختان مرکبات می‌توانند یون کلر یا یون سدیم و یا هر دو را در حد سمیت در بافت‌های خود متراکم نمایند. اوپن هایمر[4] (۱۷) نخستین کسی است که در ارتباط با اثرهای منفی

۱- تاریخ دریافت:۸۳/۱/۱۵ تاریخ پذیرش:۸۳/۳/۲۰

۲- به ترتیب مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم و دانشجوی دکترای بخش باغبا ی و استاد بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، جمهوری اسلامی ایران.

۳- Volkamer lemon (*Citrus volkameriana*) ٤- Oppenheimer

Archive of SID

www.SID.ir

آب شور بررشد و نمو پایه‌های مرکبات گزارش کرده است. بر اساس این گزارش, درختان پیوند شده روی پایه نارنج معمولی نسبت به پایه لیموشیرین، مقادیر کمتری یون کلر داشته‌اند. بسیاری از گیاهان با جذب نکردن نمک و یا عدم انتقال آن از ریشه به شاخساره، تحت شرایط شوری مقاومت می‌کنند. برای مثال، در سویا مشخص شده است که مکانیسم مقاومت به شوری در ریشه است و یاخته های بخش پوست ریشهٔ این گیاه، توان دفع نمک اضافی را دارند (۱). در رابطه با پایه‌های مرکبات گزارش شده است که بسیاری از آن ها توان دفع یون کلر و یون سدیم را در ریشه‌های خود دارند، اما سازوکار این ویژگی کاملاً مشخص نشده است. همچنین pH خاک نیز می‌تواند از طریق تاثیر بر نفوذپذیری غشاء یاخته های ریشه, بر میزان جذب نمک‌ها و اثرهای شوری تاثیر داشته باشد (۱۱). رویز و همکاران[۱] (۱۸) ، پس ازپژوهشی پیرامون اثرهای شوری برسرعت رشد نسبی، وزن تر و خشک برگ و میزان جذب عناصر معدنی در مرکبات، گزارش کرده‌اند که بعد از ٦٠ روز، شوری اثرهای معنی‌داری بر میزان Cl، Na، K، Ca، Mg، P، Fe، Mn و Zn برگ داشته است، بر این اساس تاکید کرده‌اند که تحت شرایط شوری، رشد گیاه نه تنها به علت اثرهای اسمزی و سمیت یون‌های Na و Cl تحت تاثیر قرار می‌گیرد، بلکه در این رابطه عدم تعادل مواد معدنی نیز دخالت داشته و باعث کاهش رشد می‌شود. ذکری[۲] (٢٤) در مورد اثرهای NaCl بر رشد و فیزیولوژی نارنج معمولی و نارنگی کلئوپاترا، گزارش کرده است که با افزایش میزان شوری از مقادیر رشد، هدایت روزنه‌ای، میزان تبخیروتعرق و هدایت هیدرولیکی ریشه‌های دو پایه مورد آزمایش کاسته شده است. همچنین اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع یون کلر در برگ‌های دونوع پایه مشاهده شده است و پایه نارنج معمولی یون کلر زیادتری در برگ‌های خود داشته است. بار و همکاران[۳] (۲) گزارش کرده‌اند که درختان مرکبات به زیادی بور ویون کلر در آب آبیاری حساس هستند و در غلظت ٤٨ میلی‌مول یون کلردر آب آبیاری، علائم مسمومیت در برگ‌های بیشتر گونه های مرکبات مشاهده

می شود. جان و همکاران[٤] (۱۳) گزارش کرده‌اند که دان نهال‌های ولکامریانا به شوری خیلی حساس‌تر از دان‌نهال‌های نارنگی کلئوپاترا هستند. تحت شرایط شوری دان نهال‌های ولکامریانا کاهش رشد خیلی شدید از خود نشان داده و غلظت یون کلربالاتری نسبت به کلئوپاترا داشته اند.

از آنجائی که افزایش رقم های تجاری مرکبات به روش پیوند روی پایه های بذری است، و آب آبیاری در اغلب مناطق مرکبات خیز جنوب کشور از کیفیت زیاد مطلوبی برای مرکبات برخوردار نمی باشد، هدف از این پژوهش بررسی اثرهای شوری بر غلظت یون های پتاسیم، سدیم و کلر در اندام های هوائی و ریشه درمرحله دان نهالی گونه هائی از مرکبات بوده است که در مناطق جنوبی کشور با شرایط خاک آهکی، به طور مستقیم و یا به عنوان پایه استفاده می شوند.

مواد و روش ها

این آزمایش طی سال های ۸۲-۱۳۸۱به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار روی دان‌نهال های یک ساله پنج پایه مرکبات در گلخانه بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام گرفت. عامل شوری در چهار سطح صفر، ۲۰، ٤٠ و ٦٠ میلی مولارNaCl و پایه ها شامل بکرایی (نارنگی × لیموشیرین)،

۱- Ruiz *et al.* ۲- Zekri ۳- Bar *et al.* ٤- John *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

ولکامریانا، نارنج، لیموشیرین و لیموآب بود. دان‌نهال های یکساله پنج پایه فوق درگلدان های ۵ لیتری حاوی خاک غالب منطقه جنوب که خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آن از قبل مشخص شده بود (pH=8.2)، کاشته شد. پس از اینکه دان‌نهال‌ها کاملا مستقر شده و رشد مجدد آغاز شد (پس از ۳ ماه)، تیمارهای شوری اعمال شد. جهت پرهیز از ایجاد شوک ناشی از شوری، مقادیر نمک در هر یک از تیمارها به تدریج به آب آبیاری (استحصال شده ازچاه عمیق)، اضافه شد تا سر انجام نمک مصرفی به اندازه تیمار مورد نظر رسید. آبیاری دان‌نهال های شاهد با آب آبیاری صورت گرفت (جدول۱). طول دوره تیمار۱۰ هفته بود و پس از آن دان نهال ها را از گلدان خارج کرده، ریشه و ساقه آنها از هم جدا و پس از شستشوی دقیق، در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده و پس از خشک شدن با آسیاب برقی به صورت پودر در آورده شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد و عصاره گیری، غلظت یون‌های پتاسیم و سدیم به روش شعله سنجی و غلظت یون کلر پس از تهیه خاکستر و عصاره گیری به روش تیتراسیون اندازه گیری شد. داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل آماری شد و میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح یک درصد مقایسه شدند.

جدول ۱- ویژگی های آب مورد استفاده برای آبیاری.

Table 1. Properties of water used for irrigation.

مقدار نمک	هدایت الکتریکی	
mM NaCl	Ec. µmohs/cm	pH
0	632±15	5.7
20	2327±20	5.6
40	4321±10	5.9
60	5983±15	5.8

نتایج

الف- اثر شوری بر غلظت یون پتاسیم در شاخساره و ریشه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه های مورد آزمایش در میزان تجمع پتاسم در شاخساره خود با هم تفاوت دارند. در تیمار شاهد، بالاترین غلظت یون پتاسیم، در ولکامریانا و لیموآب به ترتیب ۲/۱۰و۱/۹۸ درصد و کمترین آن در بکرائی، ۱/٦۷ درصد بود. با اعمال شوری غلظت یون پتاسیم در شاخساره برخی پایه ها کاهش و در برخی افزایش نشان داد. در تیمار شوری ۲۰ میلی مولار، غلظت یون پتاسیم در شاخساره لیموشیرین اندکی کاهش و در نارنج، افزایش معنی دار نسبت به شاهد نشان داد، ولی در ولکامریانا، لیموآب و بکرائی کاهش معنی دار مشاهده شد. با افزایش سطح شوری از ۲۰ به ٦۰ میلی مولار، غلظت یون پتاسیم در شاخساره ولکامریانا، لیموشیرین و لیموآب کاهش معنی دار داشت، اما در پایه های نارنج و بکرائی با افزایش سطح شوری از ۲۰ به ٤۰ میلی مولار افزایش معنی دار در غلظت یون پتاسیم مشاهده شد و با افزایش سطح شوری از ٤۰ به ٦۰ میلی مولار, غلظت یون پتاسیم در این دو پایه اندکی کاهش یافت، اما معنی دار نبود. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها در غلظت یون پتاسیم شاخساره اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت و تنها بین تیمار ۲۰ و ٤۰ میلی مولار اختلاف معنی دار مشاهده نشد. از مجموع تیمارها بین پایه های مورد آزمایش از نظر غلظت یون پتاسیم در شاخساره اختلاف معنی دار

Archive of SID

www.SID.ir

در سطح یک درصد وجود داشت و به ترتیب از بیشترین به کمترین به صورت نارنج، بکرائی، لیموشیرین، ولکامریانا و لیموآب بود (جدول ۲).

جدول۲- اثر تیمارهای شوری بر غلظت پتاسیم (درصد ماده خشک) شاخساره پایه های مختلف مرکبات.

Table 2.Effect of salinity treatments on shoot K (%DM) concentration in different citrus rootstocks.

شوری(میلی مولار) NaCl (mM)	Rootstocks پایه ها					
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	میانگین Mean
0	2.01a†	1.8bc	1.98a	1.67c	1.78bc	1.85A
20	1.68b	1.95a	1.71b	1.53b	1.92ab	1.76B
40	1.51c	1.71b	1.35c	2.01a	2.03a	1.72B
60	1.23d	1.23c	1.07d	1.97a	2.01a	1.52C
Mean	1.61D	1.67C	1.53E	1.81B	1.93A	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

به طور کلی یکی از شرط های بقاء گیاه در شرائط شوری، بالا نگه داشتن غلظت یون پتاسیم در اندام های خود می باشد. این عامل به احتمال می تواند دلیلی بر مقاومت بیشتر نارنج به شوری نسبت به برخی مرکبات دیگر باشد. تحت شرایط شوری نه تنها رقابت یون سدیم با یون پتاسیم، بلکه تغییر درنفوذ پذیری غشاء یاخته های ریشه نیز ممکن است باعث کاهش جذب یون پتاسیم شود (۱٤). بررسی های زیادی نشان داده است که دربسیاری از گیاهان وقتی شوری به صورت افزایش یون سدیم و یا افزایش نسبت سدیم به پتاسیم باشد, غلظت یون پتاسیم کاهش می یابد (۹)، برعکس در بعضی از گیاهان مشاهده شده است که با افزایش شوری غلظت یون پتاسیم در برگ ها افزایش می یابد (٤). در این آزمایش با اعمال شوری, غلظت یون پتاسیم در شاخساره برخی پایه ها کاهش و برخی مانند نارنج و بکرائی افزایش داشت که این یافته ها با نتایج واکر و داگلاس[۱] (۲۱) دربرخی رقم های مرکبات همسویی دارد. این پژوهشگران عنوان داشته اند که افزایش غلظت یون پتاسیم در برخی پایه های مرکبات تحت شرایط شوری به علت تبادل یون سدیم با یون پتاسیم در محلی از ریشه است که در آنجا یون پتاسیم جهت حمل به برگ، وارد آوند چوبی می شود. افزایش غلظت یون پتاسیم در شاخساره نارنج با نتایج بدست آمده توسط گرگوریو و همکاران[۲](۱۰)، بهبودیان و همکاران[۳] (۳) همسویی داشته ولی با نتایج بدست آمده توسط ذکری (۲٤) و رویز و همکاران [٤](۱۸) همسویی ندارد. همانند ساقه، غلظت یون پتاسیم در ریشه نیز متفاوت بود. در تیمار شاهد بالاترین غلظت یون پتاسیم در ریشه ولکامریانا (۲/۰٦درصد) و کمترین آن در ریشه لیموشیرین (۱/٦۷درصد) بود. با اعمال شوری غلظت یون پتاسیم در ریشه به مراتب کمتر از ساقه دچار تغییر شد. غلظت یون پتاسیم در ریشه لیموشیرین در هیچ کدام از

۱- Walker and Douglas ۲- Gregorio and Vicente ۳- Behboudian *et al.* ٤- Ruiz *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار ها کاهش معنی دار نداشت و در سایر پایه ها نیز تا سطح شوری ۲۰ میلی مولار تغییر معنی دار در میزان پتاسم ریشه مشاهده نشد. بیشترین میزان کاهش یون پتاسیم ریشه مربوط به ولکامریانا در سطح شوری ٦۰ میلی مولار بود.به طور کلی میزان کاهش یون پتاسیم در بین تیمارهای اعمال شده در سطح یک درصد معنی دار بود اما از مجموع تیمارها بین پایه های مختلف از نظر غلظت یون پتاسیم ریشه اختلاف معنی دار در سطح یک درصد مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول۳- اثر تیمارهای شوری بر غلظت پتاسیم (درصد ماده خشک) ریشه در پایه های مختلف مرکبات.

Table 3.Effect of salinity treatments on root K (%DM) concentration in different citrus rootstocks.

شوری(میلی مولار) NaCl(mM)	پایه ها Rootstocks					
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	میانگین Mean
0	2.06a†	1.67a	1.91a	2.05a	1.85a	1.91A
20	1.87ab	1.68a	1.65ab	1.99a	1.57ab	1.75B
40	1.72b	1.62ab	1.56b	1.36b	1.33c	1.52C
60	1.04c	1.61ab	1.58b	1.45c	1.45bc	1.38D
Mean	1.67A	1.65A	1.67A	1.64A	1.57AB	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

عنوان شده است که ریشه های مرکبات همانند بیشتر گلیکوفیت ها وقتی که در معرض شوری تا حدود ۲۰ میلی مولار قرارمی‌گیرند، چنانچه یون پتاسیم در محیط موجود باشد، آن را به صورت انتخابی جذب نموده و از این طریق از جذب بیش از حد یون سدیم به صورت رقابتی جلوگیری می شود و در نتیجه غلظت یون پتاسیم در سطوح کم شوری کاهش نمی یابد (۲٤). دراین آزمایش غلظت یون پتاسیم تا سطح شوری ۲۰ میلی مولار نسبت به شاهد کاهش معنی دار نداشت ولی با افزایش شوری کاهش معنی داردر غلظت پتاسیم مشاهده شد که با نتایج بدست آمده توسط ذکری و پارسونز[۱] (۲۳) همسویی دارد. در این رابطه عنوان شده است که تحت شرایط شوری ممکن است یون سدیم جانشین کلسیم در غشاء یاخته های ریشه شود که این امر نشت یون پتاسیم از ریشه را بدنبال خواهد داشت(۲۳) ، این موضوع توسط کرامر و اسپور[۲](۷) در گیاه کتان تحت تنش شوری هم نشان داده شده است.

ب- اثر شوری بر غلظت یون سدیم در شاخساره و ریشه

مقایسه میانگین غلظت یون سدیم نشان داد که پایه های مورد آزمایش در میزان تجمع یون سدیم در شاخساره با هم اختلاف دارند. در تیمار شاهد بیشترین غلظت یون سدیم (۳۹/. درصد) مربوط به لیموشیرین و کمترین آن (۱۹/. درصد) مربوط به بکرائی، لیموآب و ولکامریانا بود. با اعمال شوری غلظت یون سدیم در تمام پایه‌ها افزایش یافت، اما افزایش به صورت یکنواخت نبود. برای مثال در پایه ولکامریانا با افزایش شوری از صفر به ٦۰ میلی مولار

۱- Zekri and Parsons ۲- Cramer and Spurr

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت یون سدیم از ۱۹/. درصد به ۳۷/. درصد رسید، در حالی که تحت همین شرایط، در لیموآب افزایش تجمع یون سدیم در شاخساره از ۱۹/. به ۸۱/. درصد بود. به همین ترتیب غلظت یون سدیم در لیموشیرین از ۳۹/. به ۷۹/. درصد، در بکرائی از ۱۹/. به ٤٤/. درصد و در نارنج از ۲۳/. به ۷۷/. درصد افزایش نشان داد. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر میزان تجمع یون سدیم در شاخساره پایه های مورد آزمایش اختلاف معنی دار در سطح یک درصد مشاهده شد و از مجموع تیمارها بین پایه های مختلف نیز از نظر میزان تجمع یون سدیم در شاخساره اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت و ترتیب آن از کمترین به بیشترین به صورت ولکامریانا، بکرائی، لیموآب، نارنج و لیموشیرین بود (جدول٤).

جدول٤- اثر تیمارهای شوری بر غلظت سدیم (درصد ماده خشک)شاخساره پایه های مختلف مرکبات.

Table 4.Effect of salinity treatments on shoot Na (%DM) concentration in different citrus rootstocks.

شوری(میلی مولار) NaCl(mM)	پایه ها Rootstocks					
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	میانگین Mean
0	0.19c†	0.39d	0.19c	0.19d	0.23cd	0.24A
20	0.22c	0.48c	0.23c	0.28c	0.28c	0.30B
40	0.29b	0.70b	0.52b	0.38ab	0.71ab	0.52C
60	0.37a	0.79a	0.81a	0.44a	0.77a	0.64D
Mean	0.25E	0.59A	0.44C	0.32D	0.5B	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at 1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

در تیمار ٦۰ میلی مولار، ولکامریانا و بکرائی کمترین میزان تجمع یون سدیم در شاخساره خود دارند که به احتمال مربوط به توان این دو پایه در محدود ساختن انتقال یون سدیم از ریشه به شاخساره است. در تیمار شاهد، لیموآب یون سدیم کمی در شاخساره خود داشت، اما با افزایش شوری، تراکم یون سدیم در شاخساره آن به شدت افزایش یافت که می تواند دلیلی بر حساسیت زیاد این پایه به شوری باشد. بر اساس نتایج آزمایش، میزان تراکم یون سدیم در شاخساره، بسته به نوع پایه و سطح شوری متفاوت بود.این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط کوپر و همکاران[۱] (٦)، حسن وجلال (۱۱) و نیوس و همکاران[۲](۱٦) همسومی باشد. برخلاف گزارش مس[۳] (۱۵) و ذکری و پارسونز (۲۳) ، در این آزمایش، نارنج یون سدیم زیادتری در شاخساره خود داشت که این یافته با نتایج گارسیا لگاز و همکاران[٤] (۸) همسویی دارد. مشخص شده است که بسیاری از گیاهان با جذب نکردن سدیم و یا عدم انتقال آن از ریشه به شاخساره، تحت شرایط شوری مقاومت می کنند. برای مثال، در سویا مشخص شده است که ساز وکار مقاومت به شوری در ریشه است و یاخته های بخش پوست ریشه این گیاه توان دفع نمک اضافی را دارند (۱). در رابطه با پایه های مرکبات گزارش شده است که بسیاری از آن ها توان دفع یون سدیم را در ریشه های خود دارند، اما سازوکار این خصوصیت کاملا مشخص نشده است (۱۳).

۱- Cooper *et al.* ۲- Nieves *et al.* ۳- Mass ٤- Garcia-Legaz *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین غلظت یون سدیم نشان داد که پایه های مورد آزمایش در میزان تجمع یون سدیم در ریشه حتی در تیمار شاهد باهم اختلاف دارند. در تیمار شاهد کمترین غلظت یون سدیم (۰/۳٤ درصد) در پایه لیموشیرین و بیشترین آن (۰/٤٥ درصد) در پایه های نارنج، بکرائی و ولکامریانا بود. با اعمال تیمار شوری، غلظت یون سدیم در ریشه همه پایه ها افزایش معنی دار نشان داد، اما میزان افزایش همه پایه ها یکنواخت نبود. در شوری ٦۰ میلی مولار، بکرائی بیشترین میزان تجمع یون سدیم را در ریشه های خود داشت. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر میزان تجمع یون سدیم در ریشه اختلاف معنی دار وجود داشت و از مجموع تیمارها از نظر میزان تجمع یون سدیم در ریشه به ترتیب نارنج، بکرائی و ولکا مریانا تقریبا در یک سطح و با اختلاف معنی دار در سطح بالاتری نسبت به لیموآب و لیموشیرین قرار داشتند (جدول٥). با مقایسه جدول های٤ و٥ مشخص است که به طور کلی غلظت یون سدیم در شاخساره خیلی بیشتر از ریشه است. این مسئله بیانگر این نکته است که ریشه های مر کبات یون سدیم را به راحتی جذب کرده و به ساقه منتقل می نمایند. این نتایج بایاخته های به دست آمده توسط نیوس وهمکاران (١٦), والکر و داگلاس (٢١) و ذکری (٢٤) همسویی دارد.

جدول٥–اثر تیمارهای شوری بر غلظت سدیم (درصد ماده خشک) ریشه در پایه های مختلف مرکبات.

Table 5. Effect of salinity treatments on root Na (%DM) concentration in different citrus rootstocks.

شوری(میلی مولار) NaCl(mM)	Rootstocks پایه ها					
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	میانگین Mean
0	0.45d†	0.34d	0.39d	0.45d	0.45d	0.42A
20	0.56c	0.57c	0.49c	0.58c	0.64c	0.57B
40	0.71b	0.62b	0.61b	0.70b	0.71b	0.67C
60	0.75a	0.67a	0.68a	0.82a	0.78a	0.74D
Mean	0.62B	0.55C	0.54C	0.63AB	0.64A	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at 1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

ج- اثر شوری بر غلظت یون کلر در شاخساره و ریشه

مقایسه میانگین غلظت یون کلر نشان داد که پایه های مورد آزمایش در میزان تجمع یون کلر در شاخساره خود باهم اختلاف دارند. در این رابطه در تیمار شاهد بیشترین میزان تجمع یون کلر در نارنج و کمترین آن در ولکامریانا بود. با اعمال شوری، تجمع یون کلر در شاخساره نسبت به شاهد افزایش معنی دار داشت، اما میزان افزایش بسته به نوع پایه و سطح شوری متفاوت بود. برای مثال در شوری ۲۰ میلی مولار میزان تجمع یون کلردر ولکامریانا و لیموشیرین و لیموآب در حدود ۳ برابر، در بکرائی در حدود ٥ برابرو در نارنج در حدود ۱/٥ برابر نسبت به شاهد افزایش نشان داد. این روند افزایش در شوری ٤۰ میلی مولار مشاهده نشد. در این سطح شوری, میزان تجمع یون کلر در ولکامریانا در حدود ٤ برابر، در لیموشیرین ۱/٥ برابر، در لیموآب در حدود ۲ برابر، در بکرائی کمی بیش از یک برابر و در نارنج به تقریب ۲ برابر نسبت به تیمار ۲۰ میلی مولار افزایش داشت. در شوری ٦۰ میلی مولار روند

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش تجمع یون کلر خیلی کمتر از سطوح پائین تر شوری بود. در این سطح شوری, بیشترین میزان افزایش یون کلر در پایه نارنج اندکی کمتر از ۱/۵ برابر نسبت به تیمار ٤٠ میلی مولار بود. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر میزان تجمع یون کلر در شاخساره اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت و از مجموع تیمارها بالاترین غلظت یون کلر در شاخساره نارنج (۱/٤٦ درصد) بود وپس از آن به ترتیب لیموآب (۱/۱٦درصد)، بکرائی (۱/۰۹درصد) ، لیموشیرین (۱/۰۵درصد) وولکامریانا (۹۷/. درصد) قرار داشتند (جدول٦). اختلاف درغلظت یون کلر درشاخساره پایه‌های مختلف با نتایج بدست آمده توسط پژوهشگران مختلف (۲، ۳، ٦، ۱۲، ۲۱,۲٤) در مورد سایر رقم های مرکبات همسویی دارد. واکر(۲۰) افزایش میزان کلر در مرکبات را کاملا توجیه پذیر دانسته و عنوان کرده است که دلیل این مسئله این است که برگ ها آخرین مسیر جذب و انتقال کلر می باشند. بالا بودن غلظت یون کلر در شاخساره نارنج با نتایج گارسیا لگاز و همکاران (۸) و ذکری (۲۳) همسو است. عنوان شده است که غلظت یون کلر در شاخساره می تواند شاخص خوبی برای تعیین تحمل به شوری در مرکبات باشد (۲۲). طبق نظر کوپر[۱] (۵) ، وقتی غلظت یون کلر در برگ بالا باشد، کم بودن غلظت یون سدیم و یا بالا بودن غلظت یون پتاسیم نمی تواند مانع خسارت یون کلر شود، اما در مورد نارنج عنوان شده است که علت تحمل به شوری آن با وجود بالا بودن غلظت یون کلر در شاخساره، شاید به این دلیل باشد که نارنج قادر است تا حدودی یون کلر را از سیتوپلاسم یاخته های خود، یعنی جائی که فرآیندهای متابولیکی در حال انجام است، خارج نماید (۲۳).

جدول ٦- اثر تیمارهای شوری بر غلظت کلر (درصد ماده خشک) شاخساره پایه های مختلف مرکبات.

Table 6. Effect of salinity treatments on shoot Cl (%DM) concentration in different citrus rootstocks.

شوری(میلی مولار) NaCl(mM)	Rootstocks پایه ها					میانگین Mean
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	
0	0.14d†	0.32d	0.24d	0.16d	0.61d	0.30A
20	0.40c	0.82c	0.78c	0.92c	0.98c	0.78B
40	1.42b	1.34b	1.31b	1.19b	1.16b	1.37C
60	1.91a	1.73a	2.30a	2.10a	2.64a	2.13D
Mean	0.97E	1.05D	1.16B	1.09C	1.46A	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک ، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

مقایسه میانگین غلظت یون کلر نشان داد که پایه های مورد آزمایش, در میزان تجمع یون کلر در ریشه خود نیز با هم اختلاف دارند. در این رابطه در تیمار شاهد بالاترین غلظت یون کلر در ریشه ولکامریانا ۱/۲٦درصد) و کمترین آن (۷۲/. درصد) در ریشه لیموآب بود. با اعمال تیمار شوری میزان تجمع یون کلر در ریشه افزایش نشان داد، اما میزان افزایش در همه پایه ها وتمام تیمارها یکنواخت نبود. در سطح شوری ٦۰ میلی مولار، بالاترین میزان تجمع یون

۱- Cooper

Archive of SID

www.SID.ir

کلر درریشه در ولکا مریانا (۲/۵۹ درصد) و کمترین آن در لیموآب (۱/۹٤ درصد) بود. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر میزان تجمع یون کلر در ریشه اختلاف معنی داردر سطح یک درصد مشاهده شد و از مجموع تیمارها بین پایه های مختلف نیز از نظر میزان تجمع یون کلر در ریشه نیز اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت به ترتیب آن از بیشترین به کمترین به صورت بکرائی، ولکامریانا، لیموشیرین، نارنج و لیموآب بود (جدول ۷). این نتایج با یافته های بار و اپلبام[۱] (۲) ، بهبودیان و همکاران (۳) ، کوپر و همکاران(٦) و ذکری (٢٤) در مورد نارنج و برخی مرکبات دیگر همسویی دارد. عنوان شده است که غلظت یون کلر در ریشه نمی تواند شاخص خوبی برای تعیین تحمل به شوری در مرکبات باشد (۲۳).

جدول۷- اثر تیمارهای شوری بر غلظت کلر (درصد ماده خشک) ریشه در پایه های مختلف مرکبات.

Table 7.Effect of salinity treatments on root Cl (%DM) concentration in different citrus rootstocks.

شوری (میلی مولار) NaCl (mM)	پایه ها Rootstocks					
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	میانگین Mean
0	1.26d†	0.80d	0.72c	1.40d	0.90d	1.01A
20	1.61c	1.60c	1.60b	1.83c	1.39c	1.60B
40	2.11b	1.81b	1.62b	2.13b	1.60b	1.86C
60	2.59a	2.10a	1.94a	2.24a	2.04a	2.18D
Mean	1.89A	1.56B	1.46C	1.90A	1.45C	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at 1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

Archive of SID

د- اثر شوری بر نسبت سدیم به پتاسیم در شاخساره و ریشه

مقایسه میانگین ها نشان داد که پایه های مورد آزمایش از نظر نسبت سدیم به پتاسیم با هم اختلاف دارند. در تیمار شاهد نسبت سدیم به پتاسیم برای لیموآب، ولکامریانا، بکرائی، نارنج و لیموشیرین به ترتیب ۰۹/.، ۱/.، ۱۱/.، ۱۳/. و ۲۲/. بود. با اعمال شوری نسبت سدیم به پتاسیم در شاخساره افزایش داشت اما میزان افزایش در پایه های مختلف متفاوت بود. در شوری ۲۰ میلی مولار افزایش نسبت سدیم به پتاسیم تنها در شاخساره بکرائی نسبت به شاهد معنی دار بود. در سطح شوری ٤۰ میلی مولار در تمام پایه ها به جز بکرائی افزایش معنی دار در نسبت سدیم به پتاسیم نسبت به سطح شوری ۲۰ میلی مولار مشاهده شد. در این سطح شوری بالاترین نسبت سدیم به پتاسیم (٤۱/.) در لیموشیرین وجود داشت و کمترین آن (۱۹/.) در بکرائی و ولکامریانا بود. در سطح شوری ٦۰ میلی مولار درپایه های ولکامریانا لیموشیرین و لیموآب, افزایش معنی دار در نسبت سدیم به پتاسیم نسبت به سطح شوری ٤۰ میلی مولار مشاهده شد و این افزایش در نارنج و بکرائی معنی دار نبود. در این سطح شوری, پائین ترین نسبت سدیم

۱- Bar and Apelbaum

www.SID.ir

به پتاسیم در بکرائی وجود داشت. به طورکلی بین تیمارشاهد و سایر تیمارها از نظر نسبت سدیم به پتاسیم افزایش معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت و از مجموع تیمارها بین پایه های مختلف نیز از نظر نسبت سدیم به پتاسیم اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت به ترتیب از کمترین به بیشترین در ولکامریانا و بکرائی با هم برابرو سپس در نارنج، لیموآب و لیموشیرین بود (جدول۸).

جدول۸- اثر تیمارهای شوری بر نسبت سدیم به پتاسیم شاخساره پایه های مختلف مرکبات.

Table 8. Effect of salinity treatments on shoot K/Na ratio in different citrus rootstocks.

شوری (میلی مولار) NaCl(mM)	Rootstocks پایه ها					میانگین Mean
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	
0	0.10cd†	0.22cd	0.09cd	0.11c	0.13cd	0.13D
20	0.13c	0.25c	0.14c	0.18ab	0.15c	0.17C
40	0.19b	0.41b	0.39b	0.19ab	0.35ab	0.31B
60	0.30a	0.64a	0.76a	0.22a	0.38a	0.46A
Mean	0.18D	0.38A	0.34B	0.18D	0.25C	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

مقایسه میانگین نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه نشان داد که از این نظر بین پایه های مورد آزمایش اختلاف وجود داشته اما اختلاف در تیمار شاهد و برخی تیمارها معنی دار نبود. پائین ترین نسبت سدیم به پتاسیم در تیمار شاهد بود که میزان آن در همه پایه‌ها به تقریب برابر بود. با اعمال تیمار شوری نسبت سدیم به پتاسیم به صورت غیر یکنواخت در همه پایه ها افزایش یافت. در شوری ۲۰ میلی مولار درلیموشیرین ونارنج افزایش نسبت سدیم به پتاسیم نسبت به شاهد معنی دار بود، اما در سایر پایه ها اختلاف معنی دار وجود نداشت.در سطح شوری ٤٠ میلی مولار افزایش نسبت سدیم به پتاسیم نسبت به سطح شوری ۲۰ میلی مولار در همه پایه‌ها به جز لیموشیرین معنی دار بود و در سطح شوری ٦٠ میلی مولار اختلاف معنی دار تنها در ولکامریانا و بکرائی مشاهده شد. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت و از مجموع تیمارها بالاترین نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه نارنج، بکرائی ولکامریانا(در حدود ٤٢/.) و کمترین آن به ترتیب در لیموشیرین (٣٤/.) و لیموآب (٣٤/.) بود (جدول۹).

با مقایسه جدول های ۸ و۹ مشاهده می شود که در بکرائی و ولکامریانا نسبت سدیم به پتاسیم در شاخساره کمتر و در ریشه آنها بیشتراز سایر پایه‌ها می باشد. در واقع انتقال کمتر یون سدیم از ریشه به ساقه و در عوض انتقال بیشتر یون پتاسیم به ساقه موجب کاهش نسبت سدیم به پتاسیم در ساقه و همچنین تجمع بیشتر یون سدیم در ریشه موجب افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه این دو پایه شده است. زید و گریگنون[۱] (۲۵) ، استوری[۲] (۱۹) و

۱- Zid And Grignon ۲- Story

Archive of SID

www.SID.ir

واکر و داگلاس (۲۱) عنوان داشته اند که ریشه های اغلب رقم های مرکبات تمایل به جذب یون پتاسیم و انتقال آن به ساقه به صورت انتخابی دارند.

جدول۹- اثر تیمارهای شوری بر نسبت سدیم به پتاسیم ریشه در پایه های مختلف مرکبات.

Table 9. Effect of salinity treatments on root KNa ratio in different citrus rootstocks.

شوری(میلی مولار) NaCl(mM)	Rootstocks پایه ها					
	ولکامریانا Volkameriana	لیموشیرین Sweet lime	لیمو آب Mexican lime	بکرائی Bakraii	نارنج Sour orange	میانگین Mean
0	0.21cd†	0.21c	0.20cd	0.22cd	0.24c	0.22D
20	0.30c	0.34b	0.30c	0.29c	0.41b	0.33C
40	0.41b	0.38ab	0.39ab	0.51b	0.53a	0.45B
60	0.74a	0.42a	0.43a	0.71a	0.54a	0.57A
Mean	0.42A	0.34B	0.31B	0.43A	0.43A	

† Means in each column with the same letters are not significantly different at 1% level of DMRT.

† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند.

به عنوان نتیجه گیری کلی تحت شرایط این آزمایش, می توان گفت که ولکامریانا و بکرائی تمایل به تراکم یون سدیم در شاخساره به مقدار کمتری نسبت به سایر پایه ها دارند. این مسئله در مورد یون کلر در ولکامریانا و لیموشیرین صادق است. نارنج هر دو یون کلر و سدیم را به مقدار زیاد در شاخساره متراکم می کند. میزان یون پتاسیم در شاخساره نارنج و بکرائی خیلی کمتر از سایر پایه ها تحت تاثیر شوری قرار می گیرد.

منابع REFERENCES

۱- میرمحمدی میبدی، سید علی محمد و بهزاد قره یاضی. ۱۳۸۱. جنبه های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۷٤ صفحه.

2. Bar, Y., A. Apelbaum, U. Kafkafi and R. Goren. 1997. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. J. Plant Nutr. 20:715-731.
3. Behboudian, M.H., E. Torokfalvy and R.R. Walker. 1986. Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchange parameters in some citrus scion-rootstock combinations. Sci. Hort. 28: 105-116.
4. Cachorro, P., A. Oritiz and A. Cerda. 1993. Growth, water relations, and solute composition of *Phaseolus vulgaris* L. under saline conditions. Plant Sci. 95:23-29.
5. Cooper, W.C. 1961. Toxicity and accumulation of salts in citrus trees on various rootstocks in Texas. Proc. Florida State Hort. Soc. 74:95-104.
6. Cooper, W.C., B.S. Gorton and E.O. Olson. 1952. Ionic accumulation in citrus as influenced by rootstock and scion and concenteration of salts and boron in the substrate. Plant Physiol. 27:191-203.
7. Cramer, G.R., A.R. Spurr. 1986. Effects of NaCl and $CaCl_2$ on ion activities in complex nutrient solutions and root growth of cotton. Plant Physiol. 81:792-797.
8. Garcia-Legaz, M.F., J.M. Oritz and A.G. Garcia-Lidon. 1993. Effect of salinity on growth, ion content, and CO_2 assimilation rate in lemon varieties on different rootstocks. Physiol. Plant.

Archive of SID

www.SID.ir

89:427-432.
9. Graifenberg, A., L. Giustiniani, O. Temperini and M. Lipucci Di Paola. 1995. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissues in globe artichoke under saline-sodic conditions. Sci. Hort. 63:1-10.
10. Gregorio, F.B., M. Vicente, D. Ruiz and A. Cerda. 1998. Changes in inorganic and organic solutes in citrus growing under saline stresses. J. Plant Nutr. 21:2497-2514.
11. Hassan, M.M. and M.A. Galal. 1989. Salt tolerance among some citrus rootstocks. CAB Abst. 1992.
12. Hewitt, A.A., J.R. Furr and J.B. Carpenter. 1964. Uptake and distribution of chloride in citrus cuttings during a short term test. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84:165-169.
13. John, D.Lea-Cox and J.P. Syvertsen. 1993. Salinity reduces warter use and nitrate-N-use efficiency of citrus. Annals Bot. 72:47-54.
14. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, England 889 p.
15. Mass, E.V. 1993. Salinity and citriculture. Tree Physiol. 12:195-216.
16. Nieves, M., A. Cerda and M. Botella. 1991. Salt tolerance of two-lemon scion measured by leaf chloride and sodium accumulation. J. Plant Nutr. 14:623-636.
17. Oppenheimer, H.R. 1937. Injurious salts and the ash composition of fruit trees. Harda. 10:3-16.
18. Ruiz, D., V. Martines and A. Cerada. 1997. Citrus response to salinity: Growth and nutrient uptake. Tree Physiol. 17:141-150.
19. Story, R. 1995. Salt tolerance, ion relations, and the effect of root medium on the response of citrus to salinity. Aust. J. Plant Physiol. 22:101-114.
20. Walker, R.R. 1986. Sodium exclution and potassium-sodium selectivity in salt treated Trifoliate orange and Cleopatra mandarin plants. Aust. J. Plant Physiol. 13:293-303.
21. Walker, R.R. and T.J. Douglas. 1983. Effect of salinity level on uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions in citrus plants. Aust. J. Agric. Res. 34:145-153.
22. Zekri, M. 1993. Salinity and calcium effects on emergence, growth and mineral composition of seedlings of eight citrus rootstocks. J. Hort. Sci. 68:63-70.
23. Zekri, M. and L. Parsons. 1992. Salinity tolerance of citrus rootstocks: Effect of salt on root and leaf mineral concentrations. Plant Soil 147-181.
24. Zekri, M. 1991. Effects of NaCl on growth and physiology of Sour orange and Cleopatra mandarin seedlings. Sci. Hort. 47:305-315.
25. Zid, E. And C. Grignon. 1985. Sodium-calcium interactions in leaves of *Citrus aurantium* grown in the presence of NaCl. Physiol. Veg. 23:895-903.

Archive of SID

www.SID.ir