

تغییرات غلظت عناصر کم مصرف در ریشه گونه‌های مختلف مرکبات در تنش شوری

عبدالحسین ابوطالبی^{۱*}، حامد حسن‌زاده^۲ و محمدصادق عربزادگان^۳

۱- استادیار گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

۲- کارشناس ارشد باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

۳- مربی آموزشی گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۳۱

تاریخ دریافت: ۸۶/۶/۱۴

چکیده

تأثیر چهار سطح کلرید سدیم بر غلظت عناصر کم مصرف در ریشه دانه‌های پنج گونه مرکبات شامل بکرایی (*Citrus riteculata* × *C. limetta*)، ولکامریانا (*C. volkameriana*)، نارنج (*C. aurantium*)، لیموشیرین (*C. limetta*) و لیموآب (*C. aurantifolia*) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. دانه‌های یکساله گونه‌های مورد بررسی در گلدان‌های حاوی خاک آهکی (pH=۸/۲) کشت شد و آبیاری آنها با آب حاوی غلظت‌های صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی مول در لیتر کلرید سدیم صورت گرفت. پس از انقضای مدت آزمایش، غلظت عناصر کم مصرف شامل آهن، روی، منگنز، مس، کلر و بُر در ریشه اندازه‌گیری شد. در تیمار شاهد، بین گونه‌های مورد آزمایش از نظر غلظت عناصر کم مصرف اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در اثر شوری، غلظت آهن در ریشه همه گونه‌ها به جز لیمو آب و نارنج کاهش و غلظت روی در ریشه همه گونه‌ها به جز بکرایی افزایش یافت. همچنین غلظت منگنز در ریشه همه گونه‌ها افزایش و غلظت مس تنها در ریشه بکرایی کاهش یافت. شوری، غلظت کلر را در ریشه همه گونه‌ها افزایش و منجر به کاهش غلظت بر در ریشه همه گونه‌ها به جز بکرایی شد. ولکامریانا و بکرایی از توان خوبی در انباشت کلر در ریشه برخوردار بودند.

کلمات کلیدی: مرکبات، عناصر کم مصرف، شوری

مقدمه

اغلب گیاهان باغی به شوری حساس بوده و تنها قادر به تحمل سطوح پائین شوری هستند. در شرایط شوری، وجود غلظت بالای یون های سدیم و کلر در محلول خاک، اثر مخربی بر فعالیت یون های مورد نیاز گیاه گذاشته و طی آن گیاه متحمل خسارات ناشی از اثر اسمزی و سمیت بعضی از یون ها می شود. در این شرایط بهم خوردن تعادل غذایی گیاه، کاهش رشد و کاهش عملکرد گیاه را بدنبال خواهد داشت (۹). در شرایط شوری، بروز تغییرات در قابلیت جذب عناصر غذایی، انتقال و توزیع در بخش های مختلف گیاه، و یا غیر فعال شدن فیزیولوژیکی بخش هایی از گیاه که در جذب عناصر غذایی دخالت دارند، می توانند سبب بهم خوردن تعادل غذایی گیاه شوند (۸).

در خاکهای شور و شور سدیمی، حلالیت عناصر کم مصرف مانند آهن، مس، روی، منگنز و مولیبدن معمولاً کم است و گیاهان رشد یافته در این شرایط، اغلب کمبود عناصر فوق را نشان می دهند، لیکن میزان کمبود بسته به نوع گیاه، نوع بافت گیاهی، سطح شوری، شرایط رشد، غلظت عناصر کم مصرف در محیط رشد، نوع ترکیب بستر گیاه و طول دوره تیمار شوری متفاوت می باشد (۱۱). بطور کلی رابطه بین شوری و عناصر کم مصرف بسیار پیچیده است و شوری ممکن است غلظت عناصر کم مصرف را در ریشه گیاه کاهش و یا افزایش داده و یا اثری بر آن نداشته باشد (۸). شوری موجب تغییرات ساختمانی در ساقه، ریشه و برگ گیاهان شده به نحوی که تحت تنش شوری دستجات آوندی کمتر و با قطر کوچکتری تولید می شوند (۱۳). مرکبات جزء گیاهان حساس به شوری بوده و در شرایط شوری متوسط و بالا خسارات شدیدی به آنها وارد می شود. رفتار گونه های مختلف مرکبات در شرایط شوری و در رابطه با تغییرات غلظت عناصر کم مصرف در ریشه کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است و گزارش موجود (۱۲)، حاکی از عکس العمل متفاوت گونه های

مختلف مرکبات در رابطه با جذب عناصر کم مصرف در شرایط شوری می باشد.

بر این اساس در این پژوهش، بررسی رفتار پنج گونه مرکبات شامل بکرایی، نارنج، لیموشیرین، لیموآب و ولکامریانا رشد یافته در خاک غالب منطقه جنوب (آهکی)، در رابطه با تغییرات غلظت عناصر کم مصرف در ریشه در سطوح مختلف کلرید سدیم مورد مطالعه قرار گرفته است. این گونه ها در مناطق جنوبی کشور به عنوان پایه برای ارقام تجاری مرکبات و یا برخی از آنها مثل نارنج، لیموآب و لیموشیرین بصورت مستقیم هم کشت می شوند.

مواد و روش ها

این پژوهش طی سال های ۸۲-۱۳۸۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار روی دانهال های یکساله پنج پایه مرکبات در گلخانه انجام گرفت. عامل شوری در چهار سطح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم و گونه ها شامل بکرایی (نارنگی × لیموشیرین)، ولکامریانا، نارنج، لیموشیرین و لیموآب بود. دانهال های یکساله پنج گونه فوق (رشد یافته در شرایط یکسان)، در گلدان های ۵ لیتری حاوی خاک غالب منطقه جنوب (pH=۸/۲)، کاشته شد. پس از اینکه دانهال ها کاملاً مستقر شده و رشد مجدد آغاز نمودند (پس از ۳ ماه)، تیمارهای شوری اعمال شد. جهت اجتناب از ایجاد شوک ناشی از شوری، مقادیر نمک در هر یک از تیمارها تدریجاً به آب آبیاری اضافه شد تا پس از چهار دوره آبیاری، نمک مصرفی به اندازه تیمار مورد نظر رسید. آبیاری دانهال های شاهد با آب آبیاری صورت گرفت (جدول ۱). پس از اتمام دوره آزمایش (۳ ماه)، ریشه دانهال ها جدا و پس از شستشوی دقیق، در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و پس از خشک شدن با آسیاب برقی به صورت پودر در آورده شدند. پس از تهیه خاکستر

میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح یک درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثر شوری بر غلظت آهن

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه‌های مورد آزمایش از نظر غلظت آهن در ریشه با هم تفاوت دارند. شوری منجر به واکنش متفاوت پایه‌های مختلف شد. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر غلظت آهن در ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. سطوح شوری ۲۰ و ۴۰ میلی مولار، منجر به کاهش غلظت آهن نسبت به شاهد، و شوری ۶۰ میلی مولار، غلظت آهن را نسبت به شاهد در ریشه افزایش داد. از مجموع تیمارها بین پایه‌های مختلف از نظر غلظت آهن در ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت و ترتیب آن از بیشترین به کمترین به صورت ولکامریانا، بکرایی، نارنج، لیموآب و لیموشیرین بود (جدول ۲).

از نیم گرم مواد گیاهی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره گیری با استفاده از ۲ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی‌لیتر، انجام شد. از عصاره جهت اندازه‌گیری غلظت آهن، روی، منگنز و مس با دستگاه جذب اتمی و غلظت بر با دستگاه اسپکتروفتومتر، استفاده شد (۲).

جهت اندازه‌گیری غلظت کلر در ریشه، نیم گرم از پودر گیاهی با اکسید کلسیم و آب دوبار تقطیر بصورت خمیر در آورده شد و از این خمیر در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر تهیه گردید. به منظور تهیه عصاره، خاکستر بدست آمده با ۵۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر صاف گردید و با استفاده از عصاره به روش تیتراسیون با نیترات نقره، غلظت کلر اندازه‌گیری شد (۳). اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل آماری شد و

جدول ۱- خصوصیات آب مورد استفاده برای آبیاری

اسیدیته	قابلیت هدایت الکتریکی (میکرو موس بر سانتی‌متر)	مقدار نمک (میلی مول در لیتر کلرید سدیم)
۵/۷	۶۳۲±۱۵	صفر
۵/۶	۲۳۲۷±۲۰	۲۰
۵/۹	۴۳۲۱±۱۰	۴۰
۵/۸	۵۹۸۳±۱۵	۶۰

جدول ۲- اثر تیمارهای شوری بر غلظت آهن (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)، در ریشه گونه‌های مختلف مرکبات

میانگین	گونه‌ها					
	ولکامریانا	لیموشیرین	لیمو آب	بکرایی	نارنج	سطح شوری
۲۸۴B	۳۱۰c†	۲۵۵b	۲۸۹a	۲۶۹c	۲۹۸a	صفر
۲۵۹C	۲۸۵d	۱۸۷d	۲۶۸abc	۲۷۱c	۲۸۶b	۲۰
۲۵۹C	۳۳۵b	۲۱۴c	۱۷۹d	۳۱۵a	۲۵۴c	۴۰
۲۹۳A	۳۸۹a	۲۷۸a	۲۷۳b	۲۹۹b	۲۲۸d	۶۰
	۳۳۰A	۲۳۳E	۲۵۲D	۲۸۸B	۲۶۶C	میانگین

†در هر ستون و ردیف پائین، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار، ندارند.

آزمایش از نظر غلظت روی در ریشه اختلاف معنی دار وجود داشت و ترتیب آن از بیشترین به کمترین به صورت ولکامریانا، لیموآب، لیموشیرین، بکرایی و نارنج بود (جدول ۳).

گزارش روئیز و همکاران (۱۲)، حاکی از تفاوت غلظت روی در ریشه ارقام مختلف مرکبات و نیز افزایش غلظت آن در تنش شوری است که با نتایج این آزمایش به ویژه در رابطه با نارنج همسوئی دارد. بر اساس نتایج، تحت تاثیر شوری، روی در ریشه پایه‌های مورد استفاده تراکم می‌یابد. برخی مطالعات نشان داده است که میزان روی قابل استفاده گیاه با افزایش سطح کلرید سدیم زیاد می‌گردد که دلیل این موضوع جایگزینی روی قابل تبادل با سدیم می‌باشد (۱). با این وجود با توجه به نتایج جدول ۳ در رابطه با افزایش تراکم روی در ریشه دانه‌ها به غیر از بکرایی می‌توان گفت که به احتمال زیاد مکانیزم انتقال و یا آوردها تحت تاثیر شوری دچار مشکل شده و بهمین دلیل در این پایه‌ها با افزایش شوری میزان تراکم روی در ریشه نیز افزایش یافته است.

اختلاف در غلظت آهن ریشه در گونه‌های مورد آزمایش با نتایج بدست آمده توسط روئیز و همکاران (۱۲)، مطابقت دارد. در این گزارش شوری منجر به افزایش غلظت آهن در ریشه گونه‌های مورد آزمایش شده است لیکن با نتایج بدست آمده در رابطه با نارنج همسوئی ندارد. براساس نتایج می‌توان گفت که ولکامریانا، لیموشیرین و بکرایی تراکم آهن در ریشه دارند.

اثر شوری بر غلظت روی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه‌های مورد آزمایش از نظر غلظت روی در ریشه با هم اختلاف دارند. در تیمار شاهد بالاترین غلظت روی در ریشه لیموآب و کمترین آن در ریشه لیموشیرین بود. بر اثر شوری غلظت روی در ریشه پایه‌های مختلف، تغییرات متفاوتی را نشان داد. غلظت روی در ریشه لیموشیرین و ولکامریانا در همه سطوح شوری افزایش معنی دار و در ریشه بکرایی کاهش معنی دار در همه سطوح شوری نسبت به شاهد نشان داد. بطور کلی بین تیمارها از نظر غلظت روی در ریشه اختلاف معنی دار مشاهده شد و با افزایش شوری، غلظت روی در ریشه افزایش داشت. از مجموع تیمارها بین پایه‌های مورد

جدول ۳- اثر تیمارهای شوری بر غلظت روی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)، در ریشه گونه‌های مختلف مرکبات

میانگین	گونه‌ها				
	ولکامریانا	لیموشیرین	لیمو آب	بکرایی	نارنج
۱۷۹D	۲۲۴d†	۸۹d	۲۳۵b	۱۹۳a	۱۵۴b
۱۹۰C	۲۷۱c	۱۵۷c	۲۰۱c	۱۷۴bc	۱۴۶c
۲۰۲B	۲۹۸b	۱۹۱b	۱۹۸c	۱۷۸b	۱۴۵c
۲۳۵A	۳۱۸a	۲۶۹a	۲۶۴a	۱۲۹d	۱۹۵a
میانگین	۲۷۸A	۱۷۶C	۲۲۴B	۱۶۸D	۱۶۰E

†در هر ستون و ردیف پائین، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی دار، ندارند.

اثر شوری بر غلظت منگنز

است که نوع محیط کشت به کار رفته در نتیجه بدست آمده تاثیر زیادی دارد (۸). عنوان شده است که کلرید سدیم باعث افزایش غلظت منگنز در عصاره اشباع خاک شده و طی آن جذب منگنز توسط گیاه افزایش می‌یابد (۱) ولی علت افزایش تراکم آن در ریشه احتمالاً به خاطر اختلال در سیستم انتقال آن از طریق آوند چوبی می‌باشد.

اثر شوری بر غلظت مس

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه‌های مورد آزمایش در غلظت مس در ریشه با هم اختلاف دارند. در تیمار شاهد بالاترین غلظت مس در ریشه بکرایی و کمترین آن در ریشه لیموآب بود. با اعمال شوری، غلظت مس تغییرات متفاوتی از خود نشان داد. بطور کلی بین تیمارها از نظر غلظت مس در ریشه، اختلاف معنی‌دار وجود داشت و بالاترین غلظت مس در تیمار ۴۰ میلی مولار، و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. ریشه بکرایی کمترین تاثیر را در رابطه با تغییرات غلظت مس از خود نشان داد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه‌های مورد آزمایش از نظر غلظت منگنز در ریشه با هم اختلاف معنی‌دار دارند. در تیمار شاهد بالاترین غلظت منگنز در ریشه نارنج و کمترین آن در ریشه لیموشیرین بود. در این تیمار بین نارنج، لیموآب و ولکامریانا از نظر غلظت منگنز در ریشه اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. شوری منجر به افزایش غلظت منگنز در ریشه گردید. بطور کلی بین تیمار شاهد و تیمار ۲۰ میلی مولار، با ۴۰ و ۶۰ میلی مولار، از نظر افزایش غلظت منگنز در ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت و از مجموع تیمارها نیز بین پایه‌های ولکامریانا و لیموشیرین با لیموآب، بکرایی و نارنج اختلاف معنی‌دار وجود داشت. تراکم منگنز در ریشه لیموشیرین روند افزایشی بیشتری نسبت به سایر پایه‌ها داشت (جدول ۴).

اختلاف در رفتار گونه‌های مختلف مرکبات در رابطه با غلظت منگنز در ریشه توسط روئیز و همکاران (۱۲)، نیز گزارش شده است لیکن با نتایج بدست آمده در این پژوهش همسوئی ندارد. روئیز و همکاران آزمایش خود را در بستری از ورمی کولایت انجام داده اند و گزارش شده

جدول ۴- اثر تیمارهای شوری بر غلظت منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)، در ریشه گونه‌های مختلف مرکبات

میانگین	گونه‌ها					سطح شوری
	ولکامریانا	لیموشیرین	لیموآب	بکرایی	نارنج	
۱۰۰D	۱۱۱d†	۶۳c	۱۱۴d	۹۸d	۱۱۶cd	صفر
۱۴۴C	۱۵۷bc	۱۸۷b	۱۴۸bc	۱۰۹c	۱۱۹c	۲۰
۱۵۳B	۱۶۱b	۱۸۸b	۱۵۳b	۱۲۷b	۱۳۸b	۴۰
۱۷۷A	۱۹۸a	۲۰۲a	۱۷۸a	۱۴۶a	۱۵۹a	۶۰
	۱۵۷A	۱۶۰A	۱۴۸B	۱۲۰D	۱۳۳C	میانگین

†در هر ستون و ردیف پائین، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار، ندارند.

جدول ۵- اثر تیمارهای شوری بر غلظت مس (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)، در ریشه گونه‌های مختلف مرکبات

میانگین	گونه‌ها					سطح شوری
	ولکامریانا	لیموشیرین	لیمو آب	بکرایی	نارنج	
۸۰C	۸۳c†	۸۸c	۵۶d	۹۴a	۸۱d	صفر
۷۷D	۹۴b	۵۹d	۶۴c	۸۳cd	۹۳b	۲۰
۹۵A	۷۴d	۱۱۴a	۷۹a	۸۸c	۱۲۱a	۴۰
۹۲B	۱۱۸a	۹۱b	۷۱b	۹۱b	۸۹c	۶۰
	۹۲B	۸۸C	۶۷D	۸۹BC	۹۶A	میانگین

†در هر ستون و ردیف پائین، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار، ندارند.

سطح یک درصد مشاهده شد و از مجموع تیمارها بین پایه‌های مختلف از نظر میزان تجمع یون کلر در ریشه نیز، اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت و ترتیب آن از بیشترین به کمترین به صورت بکرایی و ولکامریانا هم سطح، لیموشیرین، نارنج و لیموآب بود (جدول ۶).

نتایج موجود در جدول ۶، حاکی از رفتار متفاوت پایه‌های مرکبات در تراکم کلر در ریشه می‌باشد و گزارش‌های سایر محققان (۲،۴،۶،۷)، نیز مؤید این نتیجه‌اند که مقدار کلر در ریشه‌های مرکبات بسته به نوع گونه متفاوت است. بر اثر شوری مقدار کلر در ریشه افزایش یافت که این نتیجه با نتایج به دست آمده توسط دیگر پژوهشگران (۱۳،۳،۷،۱۲)، مطابقت دارد. گزارش شده است که افزایش غلظت کلر در ریشه می‌تواند بیانگر تراکم کلر در ریشه و ممانعت از انتقال آن به شاخساره باشد و شاخص خوبی در تعیین تحمل به شوری باشد (۷،۴،۱۲). براین اساس و با توجه به توان بالای ولکامریانا و بکرایی در تراکم کلر در ریشه، می‌توان گفت که در شرایط شور این دو پایه بدلیل ارسال کلر کمتر به ساقه تحمل بیشتری داشته باشند.

از مجموع تیمارها نیز بین ولکامریانا، بکرایی و لیموشیرین با نارنج و لیموآب اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد آزمون دانکن وجود داشت (جدول ۵). گزارش لاور و باروس (۱۰) نیز حاکی از افزایش غلظت مس در ریشه گیاهان در تیمار شوری است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

اثر شوری بر غلظت کلر

مقایسه میانگین غلظت یون کلر نشان داد که پایه‌های مورد آزمایش در میزان تجمع یون کلر در ریشه با هم اختلاف دارند. در تیمار شاهد ولکامریانا بالاترین و لیموآب کمترین غلظت یون کلر در ریشه داشتند. با اعمال تیمارهای شوری، میزان تجمع یون کلر در ریشه افزایش نشان داد، لیکن میزان افزایش در ریشه همه پایه‌ها و تمام تیمارها یکنواخت نبود. در شوری ۶۰ میلی‌مولار، بالاترین میزان تجمع یون کلر در ریشه ولکامریانا (۲/۵۹ درصد ماده خشک)، و کمترین آن در ریشه لیموآب (۱/۹۴ درصد ماده خشک)، بود. بطور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر میزان تجمع یون کلر در ریشه اختلاف معنی‌دار در

جدول ۶- اثر تیمارهای شوری بر غلظت کلر (درصد ماده خشک)، در ریشه گونه‌های مختلف مرکبات

میانگین	گونه‌ها					سطح شوری
	ولکامریانا	لیموشیرین	مو آب	بکرایبی	نارنج	
۱/۰۱D	۱/۲۶d†	۰/۸۰d	۰/۷۲c	۱/۴۰d	۰/۹۰d	صفر
۱/۶۰C	۱/۶۱c	۱/۶۰c	۱/۶۰b	۱/۸۳c	۱/۳۹c	۲۰
۱/۹۶B	۲/۱۱b	۱/۸۱b	۱/۶۲b	۲/۱۳b	۱/۶۰b	۴۰
۲/۱۸A	۲/۵۹a	۲/۱۰a	۱/۹۴a	۲/۲۴a	۲/۰۴a	۶۰
	۱/۸۹A	۱/۵۶B	۱/۴۶C	۱/۹۰A	۱/۴۵C	میانگین

†در هر ستون و ردیف پائین، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار، ندارند.

اثر شوری بر غلظت بُر

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پایه‌های مورد آزمایش در غلظت بُر در ریشه با هم اختلاف دارند. در تیمار شاهد بالاترین غلظت بُر (۹/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)، در ریشه نارنج و ولکامریانا بود. بر اثر شوری غلظت بُر در ریشه لیموشیرین، نارنج و لیموآب نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشت و در ریشه ولکامریانا کاهش معنی‌دار داشت و در ریشه بکرایبی فاقد اختلاف معنی‌دار بود.

بطور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر غلظت بُر در ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت و تنها بین تیمار شاهد و تیمارهای ۲۰ و ۶۰ میلی‌مولار، از نظر غلظت بُر در ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در مجموع آزمایش نیز بین لیموآب، لیموشیرین و ولکامریانا با نارنج و بکرایبی از

نظر غلظت بُر در ریشه اختلاف معنی‌دار در سطح یک

درصد آزمون دانکن مشاهده شد (جدول ۷).

در پایه‌های آلو نیز این مسئله روشن شده است که در تأثیر شوری غلظت بُر در ریشه کم می‌شود (۵). عنوان شده است که کاهش غلظت بُر در ریشه در اثر اعمال کلرید سدیم احتمالاً از جایگزینی سدیم به جای کلسیم و کم شدن ظرفیت پیوندی بر ناشی می‌شود (۱). از نتایج مطالعات انجام شده چنین بر می‌آید که با فرض پخشندگی غیر فعال بُر توسط غشای سلولی، جذب بُر مستقل از جذب آب خواهد بود و در نتیجه کاهش آب درون گیاه، غلظت بُر در آوند چوبی و نهایتاً آپوپلاست برگ زیاد خواهد شد. بنابراین اثر متقابل شوری و بُر، از اثر ترکیبی بُر و جذب آب توسط ریشه‌ها، ناشی می‌شود (۱۴).

جدول ۷- اثر تیمارهای شوری بر غلظت بُر (میلی گرم در کیلو گرم ماده خشک)، در ریشه گونه‌های مختلف مرکبات

میانگین	گونه‌ها					سطح شوری
	ولکامریانا	لیموشیرین	لیمو آب	بکرایی	نارنج	
۷/۸B	۹/۵a†	۷/۳b	۶/۹c	۶/۲c	۹/۵b	صفر
۹/۰۲A	۸/۷b	۱۰/۷a	۸/۹a	۶cd	۱۰/۸a	۲۰
۷/۵BC	۸/۸b	۶/۷c	۸/۲ab	۶/۸b	۷cd	۴۰
۷/۱d	۸/۱c	۶/۸c	۶/۳cd	۷a	۷/۶c	۶۰
	۸/۷A	۷/۸B	۷/۵B	۶/۵C	۸/۷A	میانگین

†در هر ستون و ردیف پائین، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار، ندارند.

عناصر کم مصرف و شرایط محیطی، غلظت عناصر کم مصرف در اندام‌های هوایی گیاهان افزایش، کاهش و یا بدون تغییر بماند (۱). با توجه به کل نتایج می‌توان گفت که تحت شرایط این آزمایش و از آنجائی که تراکم کلر در ریشه به عنوان شاخص خوبی برای تعیین پتانسیل تحمل به شوری بیان شده است (۱۳)، ولکامریانا و تا حدودی بکرایی به ویژه در رابطه با توان تراکم کلر در ریشه، از پتانسیل خوبی در تحمل شوری‌های متوسط برخوردار هستند.

گزارش شده است که در اغلب موارد غلظت عناصر کم مصرف در فاز محلول خاک به استثناء کلر پایین بوده و غلظت آنها بسته به خواص فیزیکی و شیمیایی خاک متفاوت است. قابلیت استفاده اغلب عناصر کم مصرف به pH و Ec محلول خاک و ماهیت محل‌های پیوند روی سطوح ذرات آلی و معدنی خاک بستگی دارد. به همین دلیل رابطه بین شوری خاک و عناصر کم مصرف بسیار پیچیده است. در خاک‌های شور یا سدیمی، حلالیت عناصر کم مصرف به ویژه آهن، روی، مس و منگنز کم است و گیاهان در این خاک‌ها غالباً با کمبود این عناصر مواجه خواهند بود. با این وجود ممکن است، بسته به نوع گیاه و میزان تحمل آن به شوری، بافت خاک، میزان و نوع شوری، غلظت

منابع

۱. ملکوتی م. ج.، پ. کشاورز. س. سعادت و ب. خلدیرین. ۱۳۸۱. تغذیه گیاهان در شرایط شور. انتشارات سنا به سفارش معاونت امور باغبانی جهاد کشاورزی. ۲۳۳ صفحه.
2. Banuls J., F. Legaz and E. Primo-Millo. 1990. Effect of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some citrus-rootstock combinations. Journal of Horticultural Science, 65:715-724.
3. Banuls J. and E. Primo-Millo. 1995. Effects of salinity on some citrus scion-combinations. Annal of Botany, 76:97-102.

4. **Behboudian M.H., E. Torokfalvy and R.R. Walker. 1986.** Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchanges parameters in some citrus scion-rootstock combinations. *Science Hort*, 28:105-116.
5. **El-Motaium R., H. Hu and P.H. Brown. 1994.** The relative tolerance of six prunus rootstocks to boron and salinity. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 119:1169-1175.
6. **Fernandez-Ballester G., F. Garcia-Sanchez, A. Cerda and V. Martinez. 2003.** Tolerance of citrus rootstock seedlings to saline stress based on thier ability to regulate ion uptake and transport. *Tree Physiology*, 23:265-271.
7. **Garcia-Sanchez F., J.L. Jifon, M. Carrajal and J.P. Syvertsen. 2002.** Gas exchange, chlorophyll and nutrient content in relation to Na^+ and Cl^- accumulation in Sunburst mandarin grafted on differnent rootstocks. *Plant Science*, 162:705-712.
8. **Grattan S.R. and C.M. Grieve. 1999.** Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Science Hort*, 78:127-157.
9. **Greenway H. and R. Munns. 1980.** Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annal Review of Plant Physiology*, 31:149-190.
10. **Lower M.E. and S. Barros. 2002.** Brazil Citrus Annual. U.S. Agricultural Trade Office, Sao Paulo. 20p.
11. **Page A.L., A.C. Chang and D.C. Adriano. 1990.** Deficiencies and toxicities of trace elements. *Agricultural Salinity Assessment and Management*, Chapter 7, ASCE Manuals and Reports on Eng. Practice No. 71: 138-160.
12. **Ruiz D., V. Martines and A. Cerada. 1997.** Citrus response to salinity: Growth and nutrient uptake. *Tree Physiology*, 17:141-150.
13. **Walker R.R. 1986.** Sodium exclusion and potassium-sodium selectivity in salt treated trifoliolate orange and Cleopatra mandarin plants. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13:293-303.
14. **Wimmer M.A., K.H. Muehling, A. Lauchli, P.H. Boron and H.E. Glodbach. 2001.** Interaction of salinity and boron toxicity in wheat. *Proceeding of XIV International Plant Nutrition Colloquium*. pp: 426-427.