اثر شوری بر غلظت عناصر کم مصرف در شاخساره گونه‌های مختلف مرکبات

عبدالحسین ابوطالبی[۱]، عنایت‌اله تفضلی[۲]، بهمن خلدبرین[۳] و نجفعلی کریمیان[۴]

چکیده

تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم بر غلظت عناصر کم مصرف در شاخساره دانهال‌های پنج گونه مرکبات شامل بکرایی (*Citrus riteculata*×*C. limetta*)، لیموی ولکامریانا (*C. volkameriana*)، نارنج (*C. aurantium*)، لیمو شیرین (*C. limetta*) و لیموی آب (*C. aurantifolia*) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. دانهال‌های یکساله گونه‌های مورد مطالعه در گلدان‌های حاوی خاک آهکی (pH= ۸/۲) کشت شد و آبیاری آنها با آب آبیاری حاوی غلظت‌های صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مول در لیتر کلرید سدیم صورت گرفت. پس از انقضای مدت آزمایش، غلظت عناصر کم مصرف شامل آهن، روی، منگنز، مس، کلر و بُر در شاخساره اندازه‌گیری شد. در تیمار شاهد، بین گونه‌های مورد آزمایش از نظر غلظت عناصر کم مصرف اختلاف معنی‌دار وجود داشت. شوری آثار متفاوتی بر غلظت عناصر کم مصرف گذاشت. تحت تأثیر شوری، غلظت آهن در شاخساره همه گونه‌ها به جز بکرایی و لیموشیرین افزایش و غلظت روی در شاخساره همه گونه‌ها به جز بکرایی کاهش یافت. بر اثر شوری، غلظت منگنز در شاخساره همه گونه‌ها به جز نارنج کاهش و غلظت مس تنها در شاخساره ولکامریانا کاهش یافت. شوری، غلظت کلر را در شاخساره همه گونه‌ها افزایش داد. در سطح شوری کم، غلظت بُر در شاخساره همه گونه‌ها به جز نارنج، افزایش و با افزایش شوری کاهش یافت و در نارنج با افزایش سطح شوری، غلظت بُر در شاخساره کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: شوری، عناصر کم مصرف، مرکبات

مقدمه

اغلب گیاهان باغبانی به شوری حساس بوده و تنها قادر به تحمل سطوح پایین شوری هستند. در شرایط شوری، وجود غلظت بالای یون‌های سدیم و کلر در محلول خاک، آثار مخربی بر فعالیت یون‌های مورد نیاز گیاه گذاشته و طی آن گیاه مستعد متحمل خسارات ناشی از آثار اسمزی و سمیت بعضی از یون‌ها می‌شود. در این شرایط به هم خوردن تعادل غذایی گیاه، کاهش رشد و عملکرد گیاه را به دنبال خواهد داشت (۱۱). تحت

۱. مربی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد جهرم
۲. استاد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
۳. استاد زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز
۴. استاد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

شرایط شوری، بروز تغییرات در میزان مهیا بودن عناصر غـذایی در جذب، انتقال و توزیع در بخش‌های مختلف گیـاه و یـا غیـر فعـال شدن فیزیولوژیکی بخش‌هایی از گیاه که در جذب عناصـر غـذایی دخالت دارند، می‌توانند باعث به هم خـوردن تعـادل غـذایی گیـاه شوند (۱۰). در خاک‌های شور و شـور سـدیمی، حلالیـت عناصـر کم مصرف مانند آهن، مس، روی،، منگنـز و مولیبـدن معمـولاً کـم بوده و گیاهان رشد یافته در این شرایط، اغلب کمبود عناصـر فـوق را نشان می‌دهند، بنابراین میزان کمبود بسته به نوع گیاه، نوع بافـت گیاهی، سطح شوری، شرایط رشد، غلظت عناصـر کـم مصـرف در محیط رشد، نوع ترکیـب بسـتر گیـاه و طـول دوره تیمـار شـوری متفاوت می‌باشد (۱۸). به طور کلی رابطه بین شوری و عناصر کـم مصرف بسیار پیچیده بوده و شوری ممکـن اسـت غلظـت عناصـر کم مصرف را در شاخساره گیاه کاهش و یا افزایش داده و یا اثـری بر آن نداشته باشد (۱۰). در اغلب گیاهان باغبانی مقـدار منگنـز در شاخساره گیاهان تحت تنش شوری کاهش می‌یابـد (۱۴ و ۱۹) در صورتی که تنش شوری تأثیری بر مقـدار منگنـز شاخسـاره گوجـه فرنگی نداشته (۱) و یا مقـدار آن را افـزایش مـی‌دهـد (۱۶ و ۱۷). بررسی‌های انجـام شـده در گیاهـان باغبـانی نشـان داده اسـت کـه غلظت روی در شاخساره گیاهـان تحـت شـرایط شـوری افـزایش مـی‌یابـد (۶، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۹، ۲۰)، تغییـری نمـی‌کنـد (۱۴) و یـا کاهش می‌یابد (۱). گزارش‌های متفاوتی در مـورد اثـر شـوری بُـر مقدار آهن شاخساره وجود دارد. در مواردی غلظت آهـن افـزایش یافته (۵ و ۱۶) و در مورد دیگر، غلظت آهن در شاخسـاره گیاهـان تحت تیمار کاهش یافته اسـت (۱۲). شـوری باعـث افـزایش و یـا کاهش مقدار مس در شاخساره گیاهـان شـده (۱۴ و ۱۹) و مقـدار بُر را کاهش می‌دهد (۸). بر خلاف سـایر عناصـر کـم مصـرف، در گزارش‌های موجـود، شـوری، افـزایش غلظـت کلـر در شاخسـاره گیاهان تحت تیمـار، بـه ویـژه مرکبـات را بـه دنبـال داشـته اسـت (۲، ۳، ۱۳، ۲۴ و ۲۵).

مرکبات جزء گیاهان حساس به شوری بوده و تحت شرایط شوری متوسط و بالا خسارات شدیدی بـه آنهـا وارد مـی‌شـود. رفتار گونه‌های مختلف مرکبات تحت شرایط شـوری در رابطـه با جذب و غلظت عناصر کم مصرف کمتر مورد مطاله قـرار گرفتـه است و تنها گزارش موجود (۲۰) حاکی از عکـس العمـل متفـاوت گونه‌های مختلف مرکبات در رابطه با جـذب عناصـر کـم مصـرف تحت شرایط شوری می‌باشد. بر این اساس هدف از ایـن پـژوهش بررسی رفتار پنج گونه مرکبات شامل بکرایی، نـارنج، لیموشـیرین، لیمو آب و ولکامریانا، رشد یافتـه در خـاک غالـب منطقـه جنـوب (آهکی) در جذب عناصر کم مصرف تحت سطوح مختلف شـوری (کلرورسدیم) بوده است. این گونه‌ها در مناطق جنـوبی کشـور بـه عنوان پایه برای ارقام تجاری مرکبات و یا برخی از آنها مثل نارنج، لیمو آب و لیمو شیرین به صورت مستقیم هم کشت می‌شوند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌هـای ۸۲-۱۳۸۱بـه صـورت فاکتوریـل در قالـب طـرح بلـوک‌هـای کـاملاً تصـادفی در ۴ تکـرار بـر روی دانهال‌های یکساله پنج پایه مرکبات در گلخانـه بخـش باغبـانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام گرفت. عامل شوری در چهار سطح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی مـولار NaCl و گونـه‌هـا شـامل بکرایـی (نـارنگی × لیمـو شـیرین)، ولکامریانـا، نـارنج، لیموشیرین و لیمو آب بود. دانهال‌های یکساله پـنج گونـه فـوق (رشد یافته در شرایط یکسان)، در گلدان‌هـای ۵ لیتـری حـاوی خاک غالب منطقه جنوب (pH=۸/۲)، کاشته شد. پس از این که دانهال‌ها کاملاً مستقر شده و رشد مجدد آغاز نمودند (پس از ۳ ماه)، تیمارهای شوری اعمال شد. جهت اجتناب از ایجاد شـوک ناشی از شوری، مقادیر نمک در هر یک از تیمارهـا تـدریجاً بـه آب آبیاری اضافه شد تا در نهایت نمک مصرفی به اندازه تیمـار مورد نظر رسید. آبیاری دانهال‌های شاهد با آب آبیاری صـورت گرفت (جدول ۱). پس از اتمام دوره آزمایش (۳ ماه)، شاخساره دانهال‌ها جدا و پس از شستشـوی دقیـق، در آون بـا دمـای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و پس از خشـک شدن با آسیاب برقی به صورت پـودر در آورده شـدند. پـس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمـای ۵۰۰ درجـه سـانتی‌گـراد، عصاره‌گیری با استفاده از ۲ میلی لیتر اسید کلریـدریک ۲ نرمـال

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

جدول ۱. خصوصیات آب مورد استفاده برای آبیاری

سطح شوری (مولNaCl در متر مکعب)	غلظت نمک گرم در لیتر	هدایت الکتریکی (میکروموس)	pH
۰	۰	۶۳۲±۷	۵/۷۲± ۰/۰۳
۲۰	۱/۱۷	۲۳۲۷±۱۱	۵/۶۱± ۰/۰۲
۴۰	۲/۳۴	۴۳۲۱±۱۶	۵/۸۶±۰/۰۲
۶۰	۳/۵۱	۵۹۸۳±۱۹	۵/۷۹±۰/۰۱

و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی لیتر، انجام شد. از عصاره برای اندازه‌گیری غلظت آهن، روی، منگنز و مس با دستگاه جذب اتمی و غلظت بُر با دستگاه اسپکتروفتومتر، استفاده شد. برای اندازه‌گیری غلظت کلر در شاخساره، نیم گرم از پودر گیاهی با اکسید کلسیم و آب دوبار تقطیر به صورت خمیر در آورده شد و از این خمیر در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر تهیه گردید و پس از صاف کردن و رساندن به حجم ۵۰ میلی لیتر، از عصاره به روش تیتراسیون با نیترات نقره، غلظت کلر اندازه‌گیری شد. اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل آماری شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح یک درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

۱. اثر شوری بر مقدار آهن در شاخساره

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گونه‌های مورد آزمایش در مقدار آهن در شاخساره با هم تفاوت دارند. در تیمار شاهد بالاترین مقدار آهن (۸۴/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره نارنج و کمترین آن (۶۲/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره لیمو شیرین بود. شوری ۲۰ میلی مولار، مقدار آهن را در شاخساره همه گونه‌ها به جز بکرایی، افزایش داد. در سطح شوری ۴۰ میلی مولار، مقدار آهن در شاخساره بکرایی، لیمو آب و نارنج افزایش و در ولکامریانا و لیمو شیرین کاهش یافت و در سطح شوری ۶۰ میلی مولار مقدار آهن تنها در شاخساره نارنج افزایش داشت. به طورکلی بین تیمار شاهد و تیمار ۶۰ میلی مولار از نظر مقدار آهن در شاخساره اختلاف معنی‌دار وجود داشت و تیمارهای ۲۰ و۴۰ میلی مولار بدون اختلاف تقریباً در یک سطح بودند و از مجموع تیمارها بین نارنج، لیمو آب و لیمو شیرین با بکرایی و ولکامریانا اختلاف معنی‌دار در سطح یک در صد وجود داشت (جدول ۲).

بر اساس نتایج جدول ۲، بر اثر شوری، مقدار آهن در شاخساره بعضی گونه‌ها افزایش و بعضی دیگر کاهش یافته است. همانند نتایج این آزمایش، برخی مطالعات انجام شده روی گیاهان باغبانی تحت شرایط شوری حاکی از افزایش مقدار آهن در شاخساره گیاهان تحت تیمار (۵ و ۱۶)، و برخی دیگر حاکی از کاهش مقدار آهن می‌باشند (۱۲). گزارش روئیز و همکاران (۲۰) و ذکری و پارسونز (۲۵) حاکی از رفتارمتفاوت ارقام مختلف مرکبات تحت شرایط شوری در رابطه با مقدار آهن در شاخساره است که با نتایج این آزمایش به ویژه در مورد نارنج مطابقت دارد.

۲. اثر شوری بر مقدار روی در شاخساره

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گونه‌های مورد آزمایش در مقدار روی در شاخساره با هم تفاوت دارند. در تیمار شاهد، بالاترین مقدار روی (۱۵۲/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)، در شاخساره لیموشیرین و کمترین آن(۳۹/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره لیمو آب بود. با اعمال شوری مقدار روی در شاخساره تغییر یافت که مقدار تغییر بسته به نوع گونه و سطح شوری متفاوت بود. در سطح شوری ۲۰ میلی مولار، مقدار روی در شاخساره نارنج، لیمو آب و بکرایی نسبت به شاهد افزایش داشت که این افزایش در نارنج و بکرایی در سطح یک در صد معنی‌دار بود. در این سطح شوری، مقدار روی در شاخساره لیمو شیرین و ولکامریانا کاهش معنی‌دار داشت. در سطح شوری ۴۰ میلی مولار، مقدار روی در شاخساره

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

جدول ۲. اثر تیمارهای شوری بر مقدار آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره گونه‌های مختلف مرکبات

میلی مول NaCl در لیتر	گونه‌های مرکبات					میانگین
	نارنج	بکرایی	لیمو آب	لیموشیرین	ولکامریانا	
	مقدار آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)					
۰	۸۴/۵^{cd}	۶۵/۵^{c}	۷۳/۲^{bc}	۶۲/۲^{c}	۸۱/۲^{b}	۷۳/۴^{B}
۲۰	۸۹^{bc}	۶۵/۲^{c}	۷۹/۸^{b}	۱۴۳/۳^{a}	۱۰۴^{a}	۹۶/۲^{A}
۴۰	۹۲/۲^{ab}	۸۵/۸^{a}	۱۲۵/۳^{a}	۸۹/۸^{b}	۷۷/۸^{bc}	۹۴/۲^{A}
۶۰	۹۶^{a}	۸۲/۲^{ab}	۷۵^{bc}	۶۰^{cd}	۵۸/۵^{d}	۷۴/۴^{B}
میانگین	۹۰/۴^{A}	۷۴/۷^{B}	۸۸/۳^{A}	۸۸/۸^{A}	۸۰/۴^{B}	

در هر ردیف یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ و یا کوچک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

بکرایی و لیمو آب افزایش داشت بنابراین نسبت به سطح شوری ۲۰ میلی مولار معنی‌دار نبود. در این سطح شوری، مقدار روی در شاخساره ولکامریانا و لیمو شیرین نسبت به شاهد و سطح شوری ۲۰ میلی مولار، کاهش معنی‌دار داشت. در سطح شوری ۶۰ میلی مولار، مقدار روی در شاخساره نارنج، لیمو شیرین و ولکامریانا کاهش معنی‌دار نسبت به سطح شوری ۴۰ میلی مولار داشت و این کاهش در لیمو آب معنی‌دار نبود. در این سطح شوری مقدار روی در شاخساره بکرایی افزایش معنی‌دار نسبت به سایر سطوح شوری و شاهد داشت. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر مقدار روی در شاخساره اختلاف معنی‌دار وجود داشت و از مجموع تیمارها از نظر مقدار روی در شاخساره نیز بین گونه‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار در سطح یک در صد وجود داشت و تنها لیمو آب و نارنج اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳).

عنوان شده است که رفتار گونه‌های گیاهی تحت شرایط شوری در رابطه با مقدار روی متفاوت است (۶، ۱۵، ۱۹ و ۲۰). در این رابطه برخی مطالعات حاکی از افزایش مقدار روی در شاخساره تحت شرایط شوری (۶، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۹ و ۲۰)، برخی حاکی از کاهش مقدار روی در شاخساره تحت شرایط شوری (۱) و برخی دیگر تأکید بر عدم تأثیر شوری بر مقدار روی در شاخساره دارند (۱۴). رفتار گونه‌های مختلف در این آزمایش در تیمار شاهد و سایر تیمارها در رابطه با مقدار روی در شاخساره متفاوت بود که با نتایج به دست آمده توسط روئیز و همکاران (۲۰) در مورد نارنج و سایر مرکبات مطابقت دارد.

۳. اثر شوری بر مقدار منگنز در شاخساره

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گونه‌های مورد آزمایش از نظر مقدار منگنز در شاخساره با هم تفاوت دارند. در تیمار شاهد، بالاترین مقدار منگنز (۲۸/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره بکرایی و کمترین آن (۱۵/۸میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره نارنج بود. با اعمال شوری، مقدار منگنز در شاخساره همه گونه‌ها به جز نارنج کاهش نشان داد، ولی میزان کاهش نسبت به شاهد در برخی گونه‌ها معنی‌دار و در برخی دیگر معنی‌دار نبود. در سطح شوری ۲۰ میلی مولار، مقدار منگنز تنها در شاخساره لیمو شیرین و ولکامریانا نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار داشت. در سطح شوری ۴۰ میلی مولار کاهش معنی‌دار در مقدار منگنز در شاخساره هیچ یک از گونه‌ها نسبت به سطح شوری ۲۰ میلی مولار مشاهده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

جدول ۳. اثر تیمارهای شوری بر مقدار روی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره گونه‌های مختلف مرکبات

میلی‌مول NaCl در لیتر	گونه‌های مرکبات					میانگین
	نارنج	بکرایی	لیمو آب	لیموشیرین	ولکامریانا	
	مقدار روی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)					
۰	۴۱/۵^{b}	۴۵/۲^{c}	۳۹/۲^{ab}	۱۵۲/۸^{a}	۷۶/۸^{a}	۷۱/۱^{A}
۲۰	۴۶/۸^{a}	۵۸/۲^{b}	۴۳/۸^{a}	۹۱/۲^{b}	۵۵/۸^{b}	۵۹/۲^{B}
۴۰	۴۵/۸^{a}	۵۹/۸^{b}	۴۴/۲^{a}	۷۰/۸^{c}	۴۱/۲^{c}	۵۲/۴^{C}
۶۰	۳۸^{c}	۸۵/۸^{a}	۴۰^{a}	۵۶/۸^{d}	۳۰^{d}	۵۰/۱^{C}
میانگین	۴۳^{D}	۶۲/۲^{B}	۴۱/۸^{D}	۹۲/۹^{A}	۵۰/۹^{C}	

در هر ردیف یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ و یا کوچک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

نشد. در سطح شوری ۶۰ میلی مولار، مقدار منگنز در شاخساره نارنج افزایش معنی‌دار نسبت به سایر سطوح شوری و شاهد نشان داد. در این سطح شوری، مقدار منگنز در شاخساره لیمو آب و لیمو شیرین کاهش داشت ولی معنی‌دار نبود و در بکرایی و ولکامریانا کاهش مقدار منگنز نسبت به سطح شوری ۴۰ میلی مولار معنی‌دار بود. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر مقدار منگنز در شاخساره اختلاف معنی‌دار در سطح یک در صد وجود داشت و از مجموع تیمارها نیز بین گونه‌های مختلف از نظر مقدار منگنز در شاخساره اختلاف معنی‌دار در سطح یک در صد آزمون دانکن مشاهده شد (جدول۴).

همانند نتایج این آزمایش، برخی مطالعات انجام شده روی گیاهان باغبانی حاکی از کاهش مقدار منگنز در شاخساره تحت شرایط شوری است (۱۴ و ۱۹)، ولی برخی دیگر بر عدم تأثیر شوری بر مقدار منگنز (۱) و یا افزایش آن در شاخساره و یا برگ گیاهان تحت تیمار شوری دلالت دارند (۵، ۶ و ۱۴). در مورد مرکبات، گزارش روئیز و همکاران (۲۰) و ذکری و پارسونز (۲۵) حاکی از رفتار متفاوت گونه‌های مختلف مرکبات در رابطه با مقدار منگنز در شاخساره تحت شرایط شوری است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

۴. اثر شوری بر مقدار مس در شاخساره

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گونه‌های مورد آزمایش از نظر مقدار مس در شاخساره با هم تفاوت دارند. در تیمار شاهد، بالاترین مقدار مس (۱۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره ولکامریانا و کمترین آن (۵/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره لیمو آب بود. با اعمال شوری، مقدار مس در شاخساره برخی گونه‌ها افزایش و برخی دیگر کاهش یافت. در سطح شوری ۲۰ میلی مولار، مقدار مس در شاخساره نارنج و لیمو آب نسبت به شاهد افزایش و در شاخساره سایر گونه‌ها کاهش یافت. بالاترین مقدار مس در سطح شوری ۴۰ میلی مولار، در شاخساره نارنج بود. در سطح شوری ۶۰ میلی مولار، مقدار مس در شاخساره همه گونه‌ها به جز ولکامریانا در حدود تیمار شاهد بود. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر مقدار مس در شاخساره اختلاف معنی‌دار وجود داشت و از مجموع تیمارها بین نارنج و لیمو آب با ولکامریانا،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

جدول ۴. اثر تیمارهای شوری بر مقدار منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره گونه‌های مختلف مرکبات

میلی مول NaCl در لیتر	گونه‌های مرکبات					میانگین
	نارنج	بکرایی	لیمو آب	لیموشیرین	ولکامریانا	
	مقدار منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)					
۰	۱۵/۸^{b}	۲۸/۸^{a}	۱۶/۲^{a}	۲۷/۱^{a}	۲۲/۵^{a}	۲۲^{A}
۲۰	۱۵/۲^{b}	۲۶/۲^{ab}	۱۴/۲^{ab}	۲۳/۴^{bc}	۱۷/۵^{b}	۱۹/۲^{B}
۴۰	۱۶/۵^{b}	۲۴/۲^{bc}	۱۳/۲^{bc}	۲۴/۲^{b}	۱۷/۱^{b}	۱۹^{B}
۶۰	۱۸/۸^{a}	۱۸/۵^{d}	۱۰/۸^{c}	۲۳^{bc}	۱۳/۵^{c}	۱۷^{C}
میانگین	۱۶/۶^{B}	۲۴/۴^{A}	۱۳/۵^{C}	۲۴/۴^{A}	۱۷/۶^{B}	

در هر ردیف یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ و یا کوچک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۵. اثر تیمارهای شوری بر مقدار مس (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره گونه‌های مختلف مرکبات

میلی مول NaCl در لیتر	گونه‌های مرکبات					میانگین
	نارنج	بکرایی	لیمو آب	لیموشیرین	ولکامریانا	
	مقدار مس (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)					
۰	۹/۸^{bc}	۸/۲^{a}	۵/۲^{ab}	۷/۲^{ab}	۱۰/۸^{a}	۸/۲^{AB}
۲۰	۱۰/۸^{ab}	۷/۲^{bc}	۵/۵^{ab}	۵/۵^{c}	۱۰/۲^{ab}	۷/۸^{AB}
۴۰	۱۲/۸^{a}	۷/۵^{b}	۶/۲^{a}	۹^{a}	۹/۲^{bc}	۹^{A}
۶۰	۹/۵^{bc}	۷/۸^{ab}	۵/۸^{ab}	۷/۲^{ab}	۴/۸^{d}	۷^{B}
میانگین	۱۰/۷^{A}	۷/۷^{BC}	۵/۷^{D}	۷/۲^{C}	۸/۸^{B}	

در هر ردیف یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ و یا کوچک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

بکرایی و لیمو شیرین اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد در مقدار مس شاخساره وجود داشت (جدول ۵).

با توجه به نتایج جدول ۵، مقدار مس تحت تأثیر شوری در شاخساره برخی گونه‌ها کاهش و در برخی دیگر افزایش دارد. این یافته‌ها با نتایج رحمان و همکاران (۱۹) و ایزو و همکاران (۱۴) در مورد سایر گیاهان مطابقت دارد.

۵. اثر شوری بر مقدار یون کلر در شاخساره

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گونه‌های مورد آزمایش در میزان تجمع یون کلر در شاخساره خود با هم اختلاف دارند. در تیمار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

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، در تمام تیمارها افزایش معنی‌دار داشت، ولی میزان افزایش بسته به نوع گونه و سطح شوری متفاوت بود. برای مثال در شوری ۲۰ میلی مولار میزان تجمع یون کلر در ولکامریانا، لیمو شیرین و لیمو آب در حدود ۳ برابر، در بکرایی در حدود ۵ برابر و در نارنج در حدود ۱/۵ برابر نسبت به شاهد افزایش نشان داد. این روند افزایش در شوری ۴۰ میلی مولار مشاهده نشد. در این سطح شوری میزان تجمع یون کلر در ولکامریانا در حدود ۴ برابر، در لیمو شیرین ۱/۵ برابر، در لیموآب در حدود ۲ برابر، در بکرایی کمی بیش از یک برابر و در نارنج تقریباً ۲ برابر نسبت به تیمار ۲۰ میلی مولار افزایش داشت. در شوری ۶۰ میلی مولار روند افزایش تجمع یون کلر خیلی کمتر از سطوح پایین‌تر شوری بود. در این سطح شوری بیشترین میزان افزایش یون کلر در نارنج، اندکی کمتر از ۱/۵ برابر نسبت به تیمار ۴۰ میلی مولار بود. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر میزان تجمع یون کلر در شاخساره اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت و از مجموع تیمارها بالاترین مقدار یون کلر در شاخساره نارنج (۱/۴۶ درصد) و بعد از آن به ترتیب لیمو آب (۱/۱۶درصد)، بکرایی (۱/۰۹درصد)، لیمو شیرین (۱/۰۵درصد) و ولکامریانا (۰/۹۷ درصد) قرار داشتند (جدول ۶).

اختلاف در مقدار کلر در شاخساره گونه‌های مختلف با نتایج به دست آمده توسط محققان مختلف (۲، ۴، ۱۳ ، ۲۲ و ۲۴) در مورد سایر ارقام مرکبات مطابقت دارد. والکر (۲۳) افزایش میزان کلر در مرکبات را کاملاً توجیه پذیر دانسته و عنوان کرده است که دلیل این مسأله این است که برگ‌ها آخرین مسیر جذب و انتقال کلر می‌باشند. بالا بودن مقدار یون کلر در شاخساره نارنج با نتایج گارسیا لگاز و همکاران (۹) و ذکری (۲۵) مطابقت دارد. عنوان شده است که مقدار یون کلر در شاخساره می‌تواند شاخص خوبی برای تعیین تحمل به شوری در مرکبات باشد (۲۶). طبق نظر کوپر (۴)، وقتی مقدار یون کلردر برگ بالا باشد، کم بودن مقدار یون سدیم و یا بالا بودن مقدار یون پتاسیم نمی‌تواند مانع خسارت یون کلر شود، بنابراین در مورد نارنج عنوان شده است که علت تحمل به شوری آن علی‌رغم بالا بودن مقدار یون کلر در شاخساره، شاید به این دلیل است که نارنج قادر است تا حدودی یون کلر را از سیتوپلاسم سلول‌های خود، یعنی جایی که فرایندهای متابولیکی در حال انجام است، خارج نماید (۲۵).

۶. اثر شوری بر مقدار بُر در شاخساره

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گونه‌های مورد آزمایش در مقدار بُر در شاخساره با هم تفاوت معنی‌دار دارند. در تیمار شاهد بالاترین مقدار بُر (۲۳/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره بکرایی و کمترین آن (۱۴/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در شاخساره ولکامریانا بود. در سطح شوری ۲۰ میلی مولار، مقدار بُر در شاخساره نارنج کاهش معنی‌دار و در شاخساره سایر گونه‌ها افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد داشت. در سطح شوری ۴۰ میلی مولار، مقدار بُر در شاخساره ولکامریانا، لیموآب و بکرایی کاهش معنی‌دار و در شاخساره لیمو شیرین افزایش معنی‌دار نسبت به سطح شوری ۲۰ میلی مولار داشت و در شاخساره نارنج تغییری مشاهده نشد. در سطح شوری ۶۰ میلی مولار، مقدار بُر در شاخساره همه گونه‌ها به جز نارنج و بکرایی، نسبت به سطح شوری ۴۰ میلی مولار، کاهش معنی‌دار داشت. به طور کلی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها از نظر مقدار بُر در شاخساره تفاوت معنی‌دار وجود داشت و از مجموع تیمارها نیز بین گونه‌های مورد آزمایش از نظر مقدار بُر در شاخساره، اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۶).

نتایج جدول ۶، حاکی از تفاوت مقدار بُر در شاخساره گونه‌های مورد آزمایش است که با نتایج به دست آمده توسط استوفلا و همکاران (۲۱) در رابطه با نارنج و دیگر ارقام مرکبات مطابقت دارد. عنوان شده است که شوری منجر به کاهش مقدار بُر در شاخساره می‌شود (۷ و ۸) که در این

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

جدول ۶. اثر تیمارهای شوری بر مقدار کلر (درصد ماده خشک) در شاخساره گونه‌های مختلف مرکبات

میلی مول NaCl در لیتر	گونه‌های مرکبات					میانگین
	نارنج	بکرایی	لیمو آب	لیموشیرین	ولکامریانا	
	مقدار کلر (درصد ماده خشک)					
۰	۰/۶۱^{d}	۰/۱۶^{d}	۰/۲۴^{d}	۰/۳۲^{d}	۰/۱۴^{d}	۰/۳^{A}
۲۰	۰/۹۸^{c}	۰/۹۲^{c}	۰/۷۸^{c}	۰/۸۲^{c}	۰/۴^{c}	۰/۷۸^{B}
۴۰	۱/۱۶^{b}	۱/۱۹^{b}	۱/۳۱^{b}	۱/۳۴^{b}	۱/۴۲^{b}	۱/۳۷^{C}
۶۰	۲/۶۴^{a}	۲/۱^{a}	۲/۳^{a}	۱/۷۳^{a}	۱/۹۱^{a}	۲/۱۳^{D}
میانگین	۱/۴۶^{A}	۱/۰۹^{C}	۱/۱۶^{B}	۱/۰۵^{D}	۰/۹۷^{E}	

در هر ردیف یا ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ و یا کوچک، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

آزمایش تنها با نتایج به دست آمده در مورد نارنج مطابقت دارد و در سایر گونه‌ها، مقدار بُر در سطوح پایین شوری افزایش و در سطوح بالاتر شوری کاهش یافته است. به طور کلی از نتایج آزمایش می‌توان به رفتار متفاوت گونه‌های مختلف مرکبات در جذب عناصر کم مصرف در خاک‌های جنوب (آهکی) تحت شرایط آبیاری با آب با کیفیت مناسب و هم‌چنین تحت شرایط آبیاری با آب حاوی سطوح مختلف شوری پی برد. بر این اساس در توصیه و کاربرد عناصر کم مصرف باید نوع گونه مرکبات و شرایط خاک و کیفیت آب آبیاری را مد نظر داشت.

منابع مورد استفاده

1. Al-Harbi, A. R. 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedlings as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. J. Plant Nutr. 18: 1403-1416.
2. 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.
3. Cooper, W. C., B.S. Gorton and E. O. Olson. 1952. Ionic accumulation in citrus as influenced by rootstock and scion and concentration of salts and boron in the substrate. Plant Physiol. 27:191-203.
4. Cooper, W. C. 1961. Toxicity and accumulation of salts in citrus trees on various rootstocks in Texas. Proc. Florida State Hortic. Soc. 74: 95-104.
5. Dahiya, S. S. and M. Singh. 1976. Effect of salinity, alkalinity and iron application on availability of iron, manganese, phophorus and sodium in pea (*Pisum sativum)* crop. Plant Soil 44: 697-702.
6. Doering, H. W., G. Schulze and P. Roscher. 1984. Salinity effects on the micronutrient supply of plants differing in salt resistance. Proc. of the 6th Int. Coll. for the Opti. of Plant Nutr. Montpellier, France, pp: 165-172.
7. El-Motaium, R., H. Hu and P. H. Brown. 1994. The relative tolerance of six *Pronus* rootstocks to boron and salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119: 1169-1175.
8. Ferreyra, R., A. Aljaro, A. Ruiz, L. Rojas and J. D. Oster. 1997. Behavior of 42 crop species grown in saline soils with high boron concentrations. Agric. Water Manag. 34: 111-124.
9. Garcia-Legaz, M. F., J.M. Oritz and A. G. Garcia-Lidon. 1993. Effect of salinity on growth, ion content, and CO2 assimilation rate in lemon varieties on different rootstocks. Physiol. Plant 89:427-432.
10. Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Hort. 78: 127-157.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]

11. Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31: 149-190.
12. Hassan, N. A. K., J.V. Drew, D. Knudsen and R. A. Olson. 1970. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. II. Corn(*Zea mays)*. Agron. J. 62: 46-48.
13. 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.
14. Izzo, R., F. Navari-Izzo and M.F. Quartacci. 1991. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. J. Plant Nutr. 14: 687-699.
15. Knight, S.L., R. B. Rogers, M.A.L. Smith and L. A. Spomer. 1992. Effects of NaCl salinity on miniature dwarf tomato: I. Growth analysis and nutrient composition. J. Plant Nutr. 15: 2315-2327.
16. Mass, E.V., G. Ogata and M. J. Garber. 1972. Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. Agron J. 64: 793-795.
17. Niazi, B. H. and T. Ahmed. 1984. Effect of sodium chloride and zinc on the growth of tomato. II. Uptake of ions. Geobios 11: 155-160.
18. 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, ASCE, pp. 138-160.
19. Rahman, S., G. F. Vance and L. C. Munn. 1993. Salinity induced effects on the nutrient status of soil, corn leaves and kernels. Comm. Soil Sci. Plant anal. 24: 2251-2269.
20. Ruiz, D., V. Martines and A. Cerada. 1997. Citrus response to salinity: Growth and nutrient uptake. Tree Physiol. 17:141-150.
21. Stoffella, J., Y. Li, R. Pelosi and M. Hamner. 1995. Citrus rootstock and carbon dioxide enriched irrigation influence on seedling emergence, growth and nutrient content. J. Plant Nutr. 18: 1439-1448.
22. 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.
23. Walker, R. R. 1986. Sodium exclusion and potassium-sodium selectivity in salt treated Trifoliate orange and Cleopatra mandarin plants. Aust. J. Plant Physiol. 13:293-303.
24. Zekri, M. 1991. Effects of NaCl on growth and physiology of sour orange and Cleopatra mandarin seedlings. Sci. Hort. 47:305-315.
25. Zekri, M. and L. parsons. 1992. Salinity tolerance of citrus rootstocks: Effect of salt on root and leaf mineral concentrations. Plant Soil, 147-181.
26. Zekri, M. 1993. Salinity and calcium effects on emergence, growth and mineral composition of seedlings of eight citrus rootstocks. J. Hortic. Sci. 68:63-70.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.4.1.5]