

تأثیر شوری بر شاخص‌های رشد در نه پایه مرکبات

داوود خوشبخت^۱، علی اکبر رامین^{۲*}، بهرام بانی‌نسب^۳ و سیروس آقاچان‌زاده^۴
۱، ۲، ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۴، هیئت علمی مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور- رامسر
(تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۴ - تاریخ تصویب: ۸۸/۱۱/۴)

چکیده

شوری یکی از بزرگترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان و تولید محصول در بسیاری از نقاط جهان می‌باشد که از دیر باز مورد توجه بوده است. مرکبات جزء گیاهان حساس به شوری می‌باشند. از آنجا که گونه‌های تجاری مرکبات به صورت پیوندی تکثیر می‌شوند؛ میزان تحمل پیوندک به شوری، بستگی زیادی به نوع پایه مورد استفاده دارد. پژوهش گلخانه‌ای با هدف ارزیابی تحمل به شوری نه پایه مرکبات شامل: پایه‌های نارنج، بکرانی، کلثوپاترا، رانگ‌پورلایم، رافلومون، ماکروفیلا و سیتروملو، سیترنج و پونسیروس بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار و چهار سطح شوری شامل: شاهد، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول در لیتر نمک NaCl، با هدایت الکتریکی به ترتیب ۱/۵، ۴/۵، ۶/۷۹ و ۹/۰۶ دسی‌زیمنس بر متر در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری، شاخص‌های تعداد برگ، ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، تعداد و طول ریشه کاهش می‌یابد. نتایج مقایسات میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که اختلاف‌های معنی‌داری بین پایه‌های مرکبات وجود دارد. در بین پایه‌ها، نارنج، کلثوپاترا و رانگ‌پورلایم کمترین و پونسیروس، سیترنج و سیتروملو بیشترین کاهش در شاخص‌های رشدی اندام هوایی و ریشه را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، پایه‌ها، شوری، رشد رویشی اندام هوایی و ریشه.

مقدمه

که در رشد و عملکرد گیاهان محدودیت ایجاد می‌کنند. خسارت تنش‌های کمبود آب، شوری و دما به گیاهان در سطح جهان در مقایسه با سایر تنش‌ها گسترده‌تر است و تنش شوری یکی از بزرگترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان و تولید محصول در جهان می‌باشد، که از دیرباز مورد توجه بشر بوده است (Mirmohammady Maibody & Ghareyazie, 2002; Levitt, 1980). مرکبات جزء گیاهان حساس به شوری می‌باشند، به طوری که شوری‌های کم تا متوسط نیز باعث کاهش رشد و ایجاد عوارض فیزیولوژیکی در آنها می‌شود (Garcia-Sanchez,

مرکبات از جمله محصولات مهم باغبانی می‌باشند که از لحاظ میزان تولید بعد از موز، در مقام دوم جهانی قرار داشته و همه ساله به سطح زیر کشت و میزان تولید آنها در جهان افزوده می‌شود (Storey & Walker, 1999). گیاهان در خلال دوره‌های رشد و نمو خود ممکن است با تنش روبرو شوند. تنش نتیجه روند غیرعادی فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌باشد که از تأثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود. تنش‌های غیر زیستی از جمله عواملی می‌باشند

بررسی تأثیر تنش شوری بر شاخص‌های رشدی نه پایه مرکبات شامل: نارنج^۱، بکرای^۲، رانگ‌پورلایم^۳، کلئوپاترا^۴، رافلومون^۵، پونسیروس^۶، سیترنج^۷، ماکروفیلا^۸ و سیتروملو^۹ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار سطح شوری، نه پایه و سه تکرار (۱۰۸ گلدان) و هر گلدان چهار گیاه (واحد آزمایش) انجام گردید. بذرها^۱ پایه‌های نارنج، بکرای^۲، رانگ‌پورلایم^۳، کلئوپاترا^۴، رافلومون^۵، پونسیروس^۶، سیترنج^۷، ماکروفیلا^۸ و سیتروملو^۹ از مؤسسه تحقیقات مرکبات شهرستان رامسر تهیه گردید. کاشت بذور در سینی‌های کاشت و در بستر ماسه استریل شده توسط اتوکلاو و پرلایت (نسبت حجمی پنج به یک) انجام گردید. در طی زمان جوانه‌زنی بذور و تا تولید گیاهچه‌های پنج برگی مراقبت‌های لازم از قبیل آبیاری انجام گردید و سپس دانه‌ها^۱ به گلدان‌های پلاستیکی به قطر سی سانتی‌متر و ارتفاع بیست و پنج سانتی‌متر در بستر شن‌ریز انتقال یافتند. از زمان کاشت بذور پایه‌های ذکر شده، تا زمان انتقال به گلدان‌های پلاستیکی مدت دو ماه طول کشید. گیاهان به مدت سه ماه به منظور سازگاری با شرایط جدید نگهداری شدند. در طی این مدت حداکثر دما در روز بیست و هشت درجه و حداقل دما در شب هفده درجه، میزان رطوبت نسبی به طور متوسط شصت و پنج درصد و طول روز دوازده تا چهارده ساعت بود. آبیاری با توجه به دمای شب و روز گلخانه حدود سیصد سانتی‌متر مکعب برای هر گلدان به فاصله هر سه تا چهار روز یک بار انجام گردید. به منظور تأمین عناصر مورد نیاز گیاه از مخلوط کودی Floral | NPK (۲۰-۲۰-۲۰)

(et al., 2002; Storey & Walker, 1999). از آنجا که گونه‌های تجاری مرکبات به صورت پیوندی تکثیر می‌یابند، میزان تحمل پیوندک به شوری، بستگی زیادی به نوع پایه آنها دارد (Levy & Syvertsen, 2004). یکی از راه‌های توسعه تحمل به شوری در مرکبات پیوند ارقام تجاری و حساس به شوری بر روی پایه‌های مقاوم به شوری می‌باشد. در بین پایه‌های مختلف مرکبات تفاوت‌های آشکاری از نظر میزان تحمل به شوری دیده می‌شود (Garcia-Sanchez et al., 2002; Storey & Walker, 1999). تنش شوری موجب ایجاد مسمومیت یون‌های کلر و سدیم، کاهش جذب آب و عناصر غذایی، عدم توازن یونی و اختلال در سیستم‌های آنزیمی و فتوسنتزی گیاه می‌شود (Greenway & Munnes, 1980). در چنین شرایطی گیاه با کاهش رشد مواجه می‌شود. تحمل گیاهان نسبت به شوری نه تنها در بین گونه‌های مختلف کاملاً متفاوت است بلکه به شرایط محیطی نیز بستگی دارد. گیاهان مبتلا به شوری اغلب ظاهری معمولی دارند ولی عموماً کوتاهتر بوده و برگ آنها ضخیم‌تر می‌باشد (Mirmohammady Maibody & Ghareyazie, 2002). یکی از واکنش‌های سریع که گیاه در نتیجه بالا رفتن شوری از خود نشان می‌دهد کاهش در توسعه برگ است. در حقیقت کاهش رشد در میان افزایش شوری در خاک، با میزان کاهش سطح برگ ارتباط دارد. کاهش سطح برگ را می‌توان به دلیل علائم هورمونی ارسالی از ریشه به برگ دانست. شوری رشد ریشه را نیز کاهش می‌دهد (Neumann, 1997). اگرچه گیاهان ممکن است با شوری متوسط و پایین آب، سوخت و ساز معمولی داشته باشند و تنش را نشان ندهند، ولی برای حفظ این وضعیت احتیاج به مصرف انرژی بیشتری برای فعالیت متابولیسمی و چرخه فتوسنتز دارند که در نهایت منجر به کاهش رشد و عملکرد محصول می‌شوند. همچنین در گیاه میزان مصرف انرژی به دنبال تنش شوری بیشتر می‌شود که این امر به علت مکانیزم گیاه برای تحمل شوری می‌باشد. برای مثال جهت ترمیم و نگهداری سلول‌هایی که به علت حضور زیاد نمک در ناحیه ریشه آسیب دیده‌اند احتیاج به ترشح یون‌های بیشتری به داخل سلول می‌باشد (Munns, 1993). هدف از این پژوهش،

1. Sour orange (*Citrus aurantium*)
2. Bakraii (*Citrus reticulata* × *Citrus limetta*)
3. Rangpur lime (*Citrus limonia*)
4. Cleopatra mandarin (*Citrus reshni*)
5. Rough lemon (*Citrus jambhiri*)
6. Trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata*)
7. Citrange (*Poncirus trifoliata* × *Citrus sinensis*)
8. Macrophylla (*Citrus macrophylla*)
9. Swingle citrumelo (*Poncirus trifoliata* × *Citrus paradisi*)

شاخص سطح برگ: جهت اندازه‌گیری سطح برگ در پایان آزمایش پس از جدا کردن برگ‌های دانه‌های مورد آزمایش سطح همه برگ‌های روی گیاه با استفاده از دستگاه مساحت‌سنج تصویربردار اچ.پی.۲۰ (نسخه ۱۰/۴) با دقت ۰/۰۰۱ سانتی‌متر مربع که مجهز به دوربین تصویر بردار رنگی هیتاچی و متصل به رایانه بود، اندازه‌گیری و متوسط سطح برگ در هر گیاه از تقسیم عدد حاصل از اندازه‌گیری دستگاه، بر تعداد کل برگ‌ها، بر حسب سانتی‌متر مربع محاسبه گردید.

وزن خشک ریشه، ساقه و برگ: ریشه، ساقه و برگ پایه‌های مورد بررسی به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا زمان رسیدن به وزن ثابت، خشک و پس از آن وزن خشک ریشه، ساقه و برگ توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید.

تعداد و طول ریشه: جهت اندازه‌گیری تعداد و طول ریشه پایه‌های مورد بررسی، در پایان آزمایش پس از جدا کردن ریشه دانه‌ها، با استفاده از دستگاه Delta - T Scan imag که مجهز به دوربین تصویر بردار رنگی هیتاچی و متصل به رایانه بود، اندازه‌گیری گردید.

روش‌های پردازش آماری: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به هر صفت به کمک نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS (نسخه ۱/۹) انجام و میانگین اثرات متقابل در صورت معنی‌دار بودن بر اساس آزمون فیشر با بالاترین سطح احتمال معنی‌داری در علوم کشاورزی که پنج درصد در نظر گرفته می‌شود، از طریق آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار، توسط نرم‌افزار MSTATC مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱ و ۲) مشاهده گردید که تأثیر شوری، پایه و شوری در پایه در سطح یک درصد بر کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار بوده است.

درصد کاهش تعداد برگ: نتایج تاثیر پایه بر درصد کاهش تعداد برگ نشان داد که در بین پایه‌های مورد بررسی کمترین کاهش تعداد برگ در پایه کلثوپاترا و

(۲۰ + [B+Cu+Fe+Mn+Mo+Zn]) (محصول کشور ایتالیا و شرکت CIFO) به میزان دو در هزار همراه با آب آبیاری استفاده گردید. برای تهیه محلول‌های شوری، از نمک NaCl با درجه خلوص ۹۹/۵٪ [MERCK] استفاده گردید و محلول‌های با هدایت الکتریکی [۴/۵]، [۶/۷۹ و ۹/۰۶] دسی‌زیمنس بر متر [ds/m] برابر با غلظت‌های [۲۵، ۵۰ و ۷۵] میلی‌مول نمک در لیتر تهیه گردید. همچنین از آب مقطر به همراه کود Floral به میزان دو در هزار با هدایت الکتریکی ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان محلول غذایی شاهد استفاده گردید. غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول در لیتر نمک همراه با کود Floral به میزان دو در هزار به گلدان‌ها اضافه گردید. به منظور جلوگیری از وارد آمدن تنش ناگهانی به دانه‌ها، غلظت‌های شوری به تدریج و در طی سه نوبت اعمال گردید؛ به طوریکه در مرحله اول غلظت ۲۵ میلی‌مول به تمام گلدان‌ها به‌جز گلدان‌های گروه شاهد و در مرحله بعد غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌مول و در مرحله سوم غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول در لیتر اعمال گردید. از این مرحله به بعد دانه‌ها به مدت شصت روز تحت تیمار شوری قرار گرفتند. با توجه به وجود زهکش، اعمال تیمار شوری هر سه روز یکبار به گونه‌ای انجام گردید که مقدار یک سوم آب از طریق زهکش گلدان خارج گردد، تا از هر گونه تجمع نمک در گلدان ممانعت شود.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده

ارتفاع دانه‌ها: ارتفاع دانه‌های مورد بررسی در انتهای آزمایش از ناحیه طوقه تا محل خروج اولین برگ کامل از نوک ساقه بر حسب سانتی‌متر ثبت گردید.

تعداد برگ: تعداد کل برگ‌های موجود (برگ‌های باز شده) در پایه‌های مورد بررسی در انتهای آزمایش شمارش گردید.

وزن تر ریشه، ساقه و برگ: در پایان آزمایش، ساقه پایه‌های مورد بررسی از محل طوقه قطع گردید و ریشه‌ها نیز از محیط کشت بیرون آورده شد. سپس برگ‌های پایه‌های مورد بررسی جدا گردید و در بسته‌های جداگانه قرار داده شد. پس از آن وزن تر ریشه، ساقه و برگ توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه گردید.

رانگ پورلایم نیز نسبت به سایر پایه‌ها کاهش کمتری در تعداد برگ خود نشان دادند. در این سطح شوری پایه پونسیروس و پس از آن پایه‌های سیترنج و سیتروملو بیشترین درصد کاهش تعداد برگ را نشان دادند. کاهش در تعداد برگ با افزایش سطح شوری به ۷۵ میلی‌مول در لیتر، در همه پایه‌ها مشاهده گردید و دو پایه نارنج و کلتوپاترا کمترین درصد کاهش را نشان دادند. در این سطح شوری به ترتیب پایه‌های پونسیروس، سیترنج و سیتروملو بالاترین درصد کاهش را نسبت به سایر پایه‌ها نشان دادند (جدول ۴).

بیشترین میزان کاهش، در پونسیروس می‌باشد (جدول ۳).

بررسی اثر متقابل شوری در پایه نشان داد که در سطح ۲۵ میلی‌مول، کمترین میزان کاهش تعداد برگ در پایه‌های نارنج و کلتوپاترا و بیشترین میزان کاهش در پایه پونسیروس می‌باشد. تعداد برگ در سطح شوری ۵۰ میلی‌مول، در همه پایه‌ها کاهش معنی‌داری نسبت به سطح ۲۵ میلی‌مول نشان داد. در این سطح شوری، کمترین میزان کاهش تعداد برگ در پایه کلتوپاترا مشاهده گردید. همچنین در این سطح پایه‌های نارنج و

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات رویشی اندام هوایی پایه‌های مرکبات پس از ۶۰ روز اعمال تیمار شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد کاهش تعداد برگ	درصد کاهش سطح برگ	درصد کاهش وزن تر برگ	درصد کاهش ارتفاع گیاه	درصد کاهش وزن تر ساقه	درصد کاهش وزن خشک ساقه
شوری	۳	۱۱۱۸۱/۹**	۱۰۰۰۴**	۱۸۸۰۳/۷**	۲۰۰۸۳/۳**	۴۱۴۵/۸**	۲۰۸۷۵/۵**
پایه	۸	۱۳۵۲/۵**	۵۲۲/۳**	۱۲۳۰/۳**	۸۸۶/۶**	۳۶۲/۹**	۶۸۰/۳**
شوری×پایه	۲۴	۲۴۲/۱**	۸۳/۲**	۱۷۸/۹**	۱۴۱/۴**	۶۴/۷**	۹۸/۶**
خطا	۷۲	۵/۶	۴/۴	۳/۱	۷/۲	۳/۸	۵/۶

** نشان‌دهنده معنی‌دار بودن منابع تغییرات در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس خصوصیات رویشی ریشه پایه‌های مرکبات پس از ۶۰ روز اعمال تیمار شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد کاهش وزن تر ریشه	درصد کاهش وزن خشک ریشه	تعداد ریشه	طول ریشه
شوری	۳	۲۳۶۴۶/۵**	۲۳۷۳۳/۹**	۱۹۸۵۷۷۰۷۴۵**	۵۹۳۷۴۸۹/۸**
پایه	۸	۱۲۲۱/۷**	۱۰۴۰/۴**	۲۸۶۶۸۴۷۱۱**	۸۸۸۱۱۹**
شوری×پایه	۲۴	۱۹۶**	۱۶۰/۱**	۱۳۸۷۶۱۱۴**	۱۰۹۴۲۸/۵**
خطا	۷۲	۲/۳	۲/۹	۷۸۴۴۸۲۵	۲۴۹۳۸/۸

** نشان‌دهنده معنی‌دار بودن منابع تغییرات در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۳- اثر پایه بر شاخص‌های رشد اندام هوایی و ریشه پایه‌های مرکبات پس از ۶۰ روز اعمال تیمار شوری

صفت	پایه	نارنج	کلتوپاترا	رانگ پورلایم	بکرایی	رافلمون	ماکروفیلا	سیتروملو	سیترنج	پونسیروس
کاهش درصد تعداد برگ	۱۰/۸ ^g	۱۹/۳ ^f	۸/۵ ^h	۱۴/۳ ^f	۱۹/۳ ^e	۲۲/۹ ^d	۲۱/۷ ^d	۲۷ ^c	۳۲/۳ ^b	۴۱/۹ ^a
کاهش درصد برگ سطح	۱۶/۸ ^f	۱۱/۸ ^g	۱۸/۶ ^e	۲۲/۵ ^d	۲۵ ^c	۲۵ ^c	۲۸ ^b	۲۵/۶ ^c	۲۸/۱ ^b	۳۳/۳ ^a
کاهش درصد وزن تر برگ	۱۹/۹ ^f	۱۹/۳ ^f	۲۸ ^e	۳۰/۸ ^d	۳۸/۵ ^c	۳۷/۹ ^c	۳۷/۹ ^c	۴۲ ^b	۴۳ ^b	۴۷/۵ ^a
کاهش درصد وزن خشک برگ	۲۴/۱ ^f	۲۳/۶ ^f	۲۳/۵ ^f	۳۱/۵ ^e	۳۸/۷ ^c	۳۵/۷ ^d	۳۵/۷ ^d	۴۰ ^{bc}	۴۱ ^b	۴۶/۹ ^a
کاهش درصد ارتفاع ساقه	۸/۹ ^g	۱۲/۱ ^f	۸ ^g	۱۲/۹ ^{ef}	۱۶/۷ ^d	۱۴/۵ ^e	۱۴/۵ ^e	۱۹ ^c	۲۱/۴ ^b	۲۴/۳ ^a
کاهش درصد وزن تر ساقه	۲۸/۷ ^f	۲۵/۷ ^g	۳۲ ^e	۳۳ ^e	۴۲/۳ ^c	۴۰/۴ ^d	۴۰/۴ ^d	۴۵/۲ ^b	۴۶/۳ ^b	۴۹/۳ ^a
کاهش درصد وزن خشک ساقه	۲۷/۵ ^f	۲۸/۸ ^f	۳۳/۷ ^e	۳۵/۲ ^e	۴۰/۵ ^c	۴۰/۵ ^c	۳۸/۵ ^d	۴۴/۵ ^b	۴۵/۷ ^b	۴۹/۳ ^a
کاهش درصد وزن تر ریشه	۲۷ ⁱ	۲۹/۷ ^h	۳۴/۲ ^g	۳۷/۹ ^f	۴۸/۲ ^d	۴۵/۴ ^e	۴۵/۴ ^e	۴۹/۴ ^c	۵۱/۶ ^b	۵۴/۸ ^a
کاهش درصد وزن خشک ریشه	۲۸/۳ ^g	۳۱/۵ ^f	۳۲/۳ ^f	۴۱/۴ ^e	۴۴/۳ ^d	۵۰/۶ ^b	۵۰/۶ ^b	۵۲ ^a	۴۸/۵ ^c	۵۰/۷ ^{ab}
طول ریشه (سانتی‌متر)	۸۵۷ ^c	۷۹۷ ^c	۱۰۳۱ ^b	۱۱۸۶ ^a	۱۲۱۲ ^a	۶۱۰ ^{de}	۶۱۰ ^{de}	۴۸۳ ^e	۶۱۴ ^d	۵۷۹ ^{de}
تعداد ریشه	۲۹۸۱۹ ^b	۲۵۵۹۳ ^c	۲۹۲۰۸ ^b	۳۳۰۳۶ ^a	۳۰۷۷۱ ^{ab}	۲۲۴۱۵ ^{de}	۲۲۴۱۵ ^{de}	۲۰۷۸۹ ^{ef}	۲۳۵۴۱ ^{cd}	۱۹۰۸۹ ^f

پایه‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۴- اثر شوری و پایه بر شاخص‌های رشد اندام هوایی پایه‌های مرکبات پس از ۶۰ روز اعمال تیمار شوری

پایه	تیمار شوری (mM)	کاهش درصد تعداد برگ	کاهش درصد برگ سطح	کاهش درصد وزن تر برگ	کاهش درصد وزن خشک برگ	کاهش درصد ارتفاع ساقه	کاهش درصد وزن ترساقه	کاهش درصد خشک ساقه
	.	.p	.p	.s	.s	.o	.q	.p
نارنج	۲۵	۵ ^{no}	۹/۱ ^{no}	۱۵/۳ ^f	۱۳ ^r	۶/۶ ⁿ	۲۵/۹ ^o	۲۳ ^o
	۵۰	۱۵/۳ ^{jk}	۲۲ ^k	۲۳/۷ ^o	۳۸ ^{j-l}	۱۲ ^{jk}	۳۶/۹ ^m	۳۸ ^{lm}
	۷۵	۲۳/۲ ^{gh}	۳۶/۲ ^{fg}	۴۰/۹ ^{kl}	۴۶ ^{f-h}	۱۷ ^{g-i}	۵۲ ^{hi}	۴۹ ^{hi}
کلثوپاترا	۲۵	۳/۲ ^{op}	۵/۷ ^o	۱۳/۴ ^f	۱۴/۶ ^r	۷/۷ ^{mn}	۱۹/۸ ^p	۲۴ ^o
	۵۰	۱۰/۵ ^{lm}	۱۵ ^l	۲۰/۱ ^q	۳۰ ^{no}	۱۰/۵ ^{k-m}	۳۰/۳ ⁿ	۳۹/۴ ^{kl}
	۷۵	۲۰/۲ ^{hi}	۲۶/۴ ^j	۴۳/۷ ^{ijk}	۵۰ ^{ef}	۱۴ ^{ij}	۵۲/۸ ^{g-i}	۵۲ ^{gh}
رانگ پورلایم	۲۵	۸/۵ ^{mn}	۱۱/۲ ^{mn}	۲۰/۴ ^{pq}	۲۰ ^q	۱۰/۲ ^{k-m}	۳۳/۱ ⁿ	۳۵ ^m
	۵۰	۱۸/۵ ^{ij}	۲۶ ^j	۳۹ ^{lm}	۳۲ ^{mn}	۱۶ ^{hi}	۳۹ ^m	۴۳ ^{jk}
	۷۵	۳۰/۴ ^f	۳۷/۳ ^{fg}	۵۲/۳ ⁱ	۴۲ ^{h-j}	۲۲/۲ ^{ef}	۵۵/۹ ^{fg}	۵۷ ^{ef}
بکرایبی	۲۵	۷/۳ ^{mn}	۱۴/۴ ^{lm}	۲۳/۲ ^{op}	۲۵ ^p	۸/۴ ^{l-n}	۳۱/۹ ⁿ	۳۶ ^{lm}
	۵۰	۲۳/۳ ^{gh}	۳۱/۲ ^{hi}	۴۴/۹ ^j	۴۰ ^{i-k}	۱۹/۴ ^{fg}	۴۶/۲ ^{kl}	۴۵ ^j
	۷۵	۴۶/۵ ^d	۴۴/۵ ^{de}	۵۵/۱ ^{hi}	۶۱ ^d	۲۴ ^e	۵۴ ^{f-h}	۶۰ ^{de}
رافلمون	۲۵	۱۴/۶ ^k	۱۳ ^{lm}	۳۲/۸ ⁿ	۳۵ ^{lm}	۱۲/۷ ^{jk}	۴۴ ^l	۴۵ ^j
	۵۰	۲۶/۷ ^{fg}	۳۶/۶ ^{fg}	۵۶/۳ ^h	۴۸ ^{fg}	۲۲ ^{ef}	۵۶/۸ ^f	۵۰ ^h
	۷۵	۵۰/۳ ^d	۵۰/۹ ^{bc}	۶۵ ^{ef}	۷۰ ^c	۳۲/۱ ^c	۶۸/۶ ^d	۶۷ ^c
ماکروفیلا	۲۵	۱۰/۳ ^{lm}	۱۶/۴ ^l	۳۰/۴ ⁿ	۲۶ ^{op}	۱۰/۹ ^{j-l}	۳۶/۴ ^m	۳۰ ⁿ
	۵۰	۲۸/۳ ^f	۴۲/۷ ^e	۵۴ ^{hi}	۴۴ ^{g-i}	۱۶/۸ ^{g-i}	۵۲/۵ ^{hi}	۵۴ ^{fg}
	۷۵	۴۸/۲ ^d	۵۲/۸ ^{ab}	۶۷/۳ ^{de}	۷۳ ^c	۳۰/۲ ^{cd}	۷۲/۶ ^{bc}	۷۰ ^{bc}
سیتروملو	۲۵	۱۳/۵ ^{kl}	۲۴/۱ ^{jk}	۳۸/۷ ^{lm}	۳۶ ^{k-m}	۱۴ ^{ij}	۴۸/۵ ^{jk}	۴۶ ^{ij}
	۵۰	۳۴/۴ ^e	۳۴/۴ ^{gh}	۶۰ ^g	۵۰ ^{ef}	۲۵ ^e	۶۲ ^e	۶۰ ^{de}
	۷۵	۶۰/۳ ^c	۴۳/۹ ^e	۶۹ ^{cd}	۷۴ ^{bc}	۳۷/۲ ^b	۷۰/۴ ^{cd}	۷۲ ^b
سیترنج	۲۵	۱۷/۲ ^{i-k}	۲۴/۱ ^{jk}	۳۷/۶ ^m	۳۲ ^{mn}	۱۸ ^{gh}	۴۷/۲ ^k	۴۵ ^j
	۵۰	۴۶/۸ ^d	۳۴/۴ ^{gh}	۶۲/۷ ^{fg}	۵۴ ^e	۲۸/۴ ^d	۶۴/۲ ^e	۶۲ ^d
	۷۵	۶۵/۴ ^b	۴۳/۹ ^e	۷۱/۴ ^{bc}	۷۸ ^b	۳۹/۴ ^b	۷۴ ^b	۷۶ ^a
پونسیروس	۲۵	۳۰ ^f	۳۰ ⁱ	۳۸/۲ ^{lm}	۴۱/۶ ^{ij}	۱۹/۶ ^{fg}	۵۰/۸ ^{ij}	۵۰/۸ ^{gh}
	۵۰	۶۲/۸ ^{bc}	۴۷/۵ ^{cd}	۷۴/۱ ^b	۶۰ ^d	۳۰/۶ ^{cd}	۶۸ ^d	۶۸ ^c
	۷۵	۷۴/۷ ^a	۵۵/۲ ^a	۷۷/۶ ^a	۸۶ ^a	۴۶/۵ ^a	۷۸/۳ ^a	۷۸ ^a

پایه‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج تأثیر متقابل شوری و پایه نشان داد که در سطح ۲۵ میلی‌مول در لیتر نمک، کمترین درصد کاهش ارتفاع گیاه، در پایه نارنج، کلثوپاترا و بکرایبی می‌باشد. همچنین در این سطح، پایه‌های پونسیروس و سیترنج

درصد کاهش ارتفاع گیاه: مقایسه میانگین درصد کاهش ارتفاع گیاه در بین پایه‌های مورد آزمایش نشان داد که نارنج و کلثوپاترا کمترین و پونسیروس بالاترین درصد کاهش در ارتفاع گیاه را دارا می‌باشند (جدول ۳).

بیشترین درصد کاهش در ارتفاع گیاه را نشان دادند. با افزایش غلظت نمک به سطح ۵۰ میلی‌مول در لیتر، شاخص ارتفاع ساقه در همه پایه‌ها به جز پایه کلئوپاترا کاهش معنی‌داری را نشان داد. در این سطح شوری کمترین درصد کاهش ارتفاع ساقه در دو پایه کلئوپاترا و نارنج و بیشترین درصد کاهش در پایه‌های سیترنج و پونسیروس مشاهده گردید. در سطح ۷۵ میلی‌مول در لیتر، ارتفاع همه پایه‌ها نسبت به سطح ۵۰ میلی‌مول در لیتر کاهش معنی‌داری را نشان داد. در این سطح پایه‌های کلئوپاترا و نارنج کمترین و پایه پونسیروس بیشترین کاهش را در ارتفاع ساقه نشان دادند. همچنین در این سطح شوری دو پایه رانگ‌پورلایم و بکرانی نیز در مقایسه با دیگر پایه‌ها کاهش کمتری در ارتفاع گیاه نشان دادند (جدول ۴).

درصد کاهش سطح برگ: نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که از مجموع تیمارها سطح برگ در پایه کلئوپاترا کمترین و در پونسیروس بالاترین درصد کاهش را نشان داده است. پایه‌های نارنج و رانگ‌پورلایم نیز پس از پایه کلئوپاترا در مقایسه با سایر پایه‌های مورد آزمایش کمترین کاهش را در سطح برگ نشان دادند (جدول ۳).

بررسی نتایج مربوط به اثر متقابل شوری و پایه بر درصد کاهش سطح برگ در بین پایه‌های مورد بررسی نشان داد که پایه کلئوپاترا کمترین درصد کاهش سطح برگ را در هر سه سطح شوری، به خود اختصاص داده است. همچنین دو پایه نارنج و رانگ‌پورلایم نیز در هر سه سطح شوری کاهش کمتری در سطح برگ خود در مقایسه با دیگر پایه‌ها نشان دادند (جدول ۴).

درصد کاهش وزن تر برگ: با توجه به نتایج حاصل از تأثیر پایه بر کاهش وزن تر برگ مشاهده گردید که پایه‌های نارنج، کلئوپاترا، رانگ‌پورلایم و بکرانی کمترین کاهش در وزن تر برگ را نشان داده‌اند و پس از این پایه‌ها دو پایه ماکروفیلا و رافلمون و در گروه آخر پایه‌های پونسیروس، سیترنج و سیتروملو قرار گرفتند، بطوریکه این پایه‌ها بیشترین کاهش در وزن تر برگ خود نشان دادند (جدول ۳).

با توجه به نتایج بدست آمده از اثر متقابل شوری و پایه مشخص گردید که پایه‌های نارنج، کلئوپاترا،

رانگ‌پورلایم و بکرانی در هر سه سطح شوری، کاهش کمتری در وزن تر برگ نشان داده‌اند. همچنین پس از این پایه‌ها، ماکروفیلا و رافلمون قرار گرفتند که نسبت به پایه‌های گروه قبل کاهش بیشتری در وزن تر برگ نشان دادند ولی در مقایسه با سه پایه پونسیروس، سیترنج و سیتروملو کاهش کمتری در وزن تر برگ داشتند. پایه‌های پونسیروس، سیترنج و سیتروملو در مقایسه با سایر پایه‌ها بیشترین درصد کاهش در وزن تر برگ را نشان دادند که دلیلی بر حساسیت این پایه‌ها به تنش شوری می‌تواند باشد (جدول ۴).

درصد کاهش وزن خشک برگ: با توجه به نتایج حاصل از تأثیر پایه بر کاهش وزن خشک برگ مشخص گردید که سه پایه کلئوپاترا، رانگ‌پورلایم و نارنج کمترین کاهش در وزن خشک برگ را به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل سه پایه پونسیروس، سیترنج و سیتروملو بیشترین کاهش را در وزن خشک ساقه نشان دادند (جدول ۳).

بررسی اثر شوری و پایه بر کاهش وزن خشک برگ نشان داد که نارنج و کلئوپاترا در سطح شوری ۲۵ میلی‌مول NaCl در لیتر، کمترین درصد کاهش در وزن خشک برگ را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بالاترین درصد کاهش در وزن خشک برگ در پایه پونسیروس مشاهده گردید. کاهش وزن خشک در همه پایه‌های مورد بررسی در سطح شوری ۵۰ میلی‌مول NaCl در لیتر، نسبت به سطح شوری ۲۵ میلی‌مول در لیتر، معنی‌دار بود. در این سطح شوری به ترتیب پایه‌های، کلئوپاترا، رانگ‌پورلایم و نارنج دارای کمترین درصد کاهش و پایه پونسیروس بیشترین کاهش در وزن خشک برگ بود. در این تیمار پس از پایه پونسیروس پایه‌های سیترنج و سیتروملو نیز کاهش بالایی در وزن خشک برگ نشان دادند. در سطح شوری ۷۵ میلی‌مول در لیتر کمترین کاهش در وزن خشک برگ در پایه رانگ‌پورلایم و پس از آن در پایه‌های نارنج و کلئوپاترا مشاهده گردید. در این سطح شوری پایه پونسیروس بالاترین درصد کاهش وزن خشک برگ را نشان داد (جدول ۴).

درصد کاهش وزن تر ساقه: بررسی نتایج حاصل از تأثیر پایه بر کاهش وزن تر ساقه نشان داد که دو پایه

باشد (جدول ۴).

درصد کاهش وزن تر ریشه: نتایج حاصل از تأثیر پایه بر وزن تر ریشه نشان داد که کمترین کاهش متعلق به نارنج و بیشترین آن متعلق به پونسیروس می‌باشد. همچنین کلئوپاترا، رانگ‌پورلایم و بکرایی در مقایسه با دیگر پایه‌ها کاهش کمتری در وزن تر ریشه نشان دادند (جدول ۳).

نتایج اثرات متقابل شوری در پایه نشان داد که در سطح شوری ۲۵ میلی‌مول در لیتر، به ترتیب نارنج، کلئوپاترا و رانگ‌پورلایم کاهش کمتری در وزن تر ریشه نشان دادند. همچنین در این سطح شوری بکرایی، ماکروفیلا و رافلمون در مقایسه با پونسیروس، سیترنج و سیتروملو کاهش کمتری در این شاخص داشتند. با افزایش سطح شوری به ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول در لیتر، کاهش در وزن تر ریشه پایه‌های مورد آزمایش به طور معنی‌داری مشاهده گردید. در این دو سطح شوری پایه‌های نارنج، کلئوپاترا، رانگ‌پورلایم و بکرایی در مقایسه با سایر پایه‌ها کمترین کاهش در وزن تر ریشه را نشان دادند. همچنین بیشترین میزان کاهش در وزن تر ریشه در هر سه سطح شوری اعمال شده، در پایه پونسیروس مشاهده گردید (جدول ۵).

درصد کاهش وزن خشک ریشه: نتایج بدست آمده از تأثیر پایه بر وزن خشک ریشه نشان داد که نارنج کمترین کاهش را داشته است. از طرف دیگر در پایه‌های پونسیروس، سیتروملو و ماکروفیلا بیشترین کاهش در وزن خشک ریشه مشاهده گردید (جدول ۳).

با توجه به نتایج حاصل از اثر متقابل شوری و پایه مشخص گردید که در سطح شوری ۲۵ میلی‌مول در لیتر، نارنج و کلئوپاترا کمترین درصد کاهش وزن خشک ریشه را دارا هستند. با افزایش غلظت نمک به ۵۰ میلی‌مول در لیتر، در همه پایه‌ها به جز رانگ‌پورلایم، کاهش معنی‌داری در وزن خشک ریشه نسبت به سطح شوری ۲۵ میلی‌مول در لیتر، مشاهده گردید. در این سطح شوری کمترین تغییرات در پایه‌های نارنج، رانگ‌پورلایم و کلئوپاترا مشاهده گردید. در سطح ۷۵ میلی‌مول در لیتر، پایه‌های ماکروفیلا، پونسیروس و سیترنج بیشترین کاهش را در وزن خشک ریشه نشان داد (جدول ۵).

نارنج و کلئوپاترا کمترین کاهش در وزن تر ساقه نشان داده‌اند. پس از این دو پایه ذکر شده رانگ‌پورلایم و بکرایی در مقایسه با دیگر پایه‌ها مورد آزمایش، کاهش کمتری در وزن تر ساقه نشان دادند. پایه پونسیروس نیز بالاترین درصد کاهش وزن تر ساقه را به خود اختصاص داد. همچنین سیترنج و سیتروملو پس از پونسیروس، جزء پایه‌هایی بودند که وزن تر ساقه آنها کاهش بالایی را نشان داد (جدول ۳).

نتایج مربوط به تأثیر متقابل شوری و پایه نشان داد که کلئوپاترا در هر سه سطح شوری، دارای کمترین درصد کاهش وزن تر ساقه نسبت به سایر پایه‌ها می‌باشد. پونسیروس در سطح شوری ۲۵ میلی‌مول در لیتر کاهش بالاتری در وزن تر ساقه نشان داد و پس از آن در سطوح ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول در لیتر نیز بالاترین کاهش وزن تر ساقه در این پایه مشاهده گردید (جدول ۴).

درصد کاهش وزن خشک ساقه: با توجه به داده‌های حاصل از اثر پایه بر کاهش وزن خشک ساقه مشخص گردید که در میان پایه‌ها کمترین مقدار کاهش در وزن خشک ساقه در نارنج و کلئوپاترا می‌باشد. پس از دو پایه ذکر شده رانگ‌پورلایم و بکرایی نیز از این نظر کاهش کمتری در وزن خشک ساقه خود نشان دادند. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که درصد کاهش وزن خشک ساقه در پایه پونسیروس، سیترنج و سیتروملو بیشترین مقدار را داشته است (جدول ۳).

بررسی اثرات متقابل شوری و پایه نشان داد که در سطح ۲۵ میلی‌مول در لیتر، کمترین درصد کاهش وزن خشک ساقه در پایه‌های نارنج، کلئوپاترا می‌باشد. همچنین در این سطح شوری ماکروفیلا، رانگ‌پورلایم و بکرایی نیز از درصد کاهش کمتری در وزن خشک ساقه در مقایسه با دیگر پایه‌ها برخوردار بودند. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که با افزایش غلظت شوری به ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول در لیتر، وزن خشک ساقه نیز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. همچنین در این دو سطح شوری مشاهده گردید که پایه‌های نارنج، کلئوپاترا، رانگ‌پورلایم و بکرایی نسبت به سایر پایه‌ها، کاهش کمتری در وزن خشک ساقه دارند، که این نکته می‌تواند گویای مقاومت بیشتر این پایه‌ها به شوری

جدول ۵- اثر شوری و پایه بر شاخص‌های رشد ریشه پایه‌های مرکبات پس از ۶۰ روز اعمال تیمار شوری

پایه	تیمار شوری (mM)	کاهش درصد وزن تر ریشه	کاهش درصد وزن خشک ریشه	تعداد ریشه	طول ریشه (سانتی‌متر)
نارنج	۰	. ^r	. ^l	۴۰۲۳۹ ^{b(۰)}	۱۴۲۹ ^{c(۰)}
	۲۵	۱۷/۶ ^q	۲۸ ^k	۳۰۵۲۸ ^{e-h(۲۴)}	۸۱۰ ^{g-k(۴۳)}
	۵۰	۳۹/۸ ⁿ	۳۳/۴ ^j	۲۶۹۶۰ ^{g-j(۳۳)}	۶۳۷ ^{j-n(۵۵)}
	۷۵	۵۰/۸ ^k	۵۱/۳ ^g	۲۱۵۴۹ ^{k-n(۴۶/۴)}	۵۵۱ ^{l-p(۶۱)}
کلثوپاترا	۰	. ^r	. ^l	۳۳۱۴۸ ^{de(۰)}	۱۳۱۸/۹ ^{cd(0)}
	۲۵	۲۵ ^p	۲۵/۹ ^k	۲۵۶۶۸ ^{i-k(۲۲/۶)}	۷۲۲/۵ ^{i-m(۴۵)}
	۵۰	۳۸ ⁿ	۴۱/۹ ⁱ	۲۳۲۰۴ ^{j-m(۳۰)}	۵۹۴/۵ ^{k-o(۵۵)}
	۷۵	۵۵/۹ ^j	۵۸/۱ ^f	۲۰۳۵۳ ^{l-n(۳۹)}	۵۵۰/۸ ^{l-p(۵۸)}
رانگ پور لایم	۰	. ^r	. ^l	۳۹۳۲۳ ^{bc(۰)}	۱۸۱۰/۴ ^{b(۰)}
	۲۵	۳۲/۸ ^o	۳۵/۳ ^j	۲۷۹۶۵ ^{f-i(۲۸/۹)}	۸۸۱/۳ ^{f-j(۵۱)}
	۵۰	۴۴ ^m	۳۵/۵ ^j	۲۵۹۵۳ ^{i-k(۳۴)}	۷۵۵/۷ ^{h-l(۵۸)}
	۷۵	۶۰ ⁱ	۵۸/۲ ^f	۲۳۵۹۴ ^{i-l(۴۰)}	۶۷۸/۴ ^{j-n(۶۲)}
بکرانی	۰	. ^r	. ^l	۴۷۷۰۰ ^{a(۰)}	۲۳۱۸/۶ ^{al(۰)}
	۲۵	۴۰ ⁿ	۴۲/۳ ⁱ	۳۲۸۵۸ ^{de(۳۱)}	۱۰۷۵ ^{d-f(۵۴)}
	۵۰	۴۸ ^l	۵۲/۶ ^g	۲۷۲۶۱ ^{g-j(۴۲/۸)}	۷۳۹/۷ ^{i-l(۶۸)}
	۷۵	۶۳/۸ ^g	۷۰/۶ ^d	۲۴۳۲۷ ^{i-l(۴۹)}	۶۰۹/۷ ^{k-n(۷۴)}
رافلمون	۰	. ^r	. ^l	۴۰۶۹۵ ^{b(۰)}	۲۳۴۵/۳ ^{al(۰)}
	۲۵	۵۰/۷ ^k	۴۶/۸ ^h	۳۱۰۷۳ ^{d-g(۲۳/۶)}	۱۰۰۲ ^{e-h(۵۷)}
	۵۰	۶۸ ^{de}	۵۸/۵ ^f	۲۸۰۷۹ ^{f-i(۳۱)}	۸۷۹/۷ ^{f-j(۶۲)}
	۷۵	۷۴ ^c	۷۱/۷ ^d	۲۳۲۳۷ ^{j-m(۴۳)}	۶۲۰/۳ ^{k-n(۷۳)}
ماکروفیلا	۰	. ^r	. ^l	۳۳۸۹۷ ^{de(۰)}	۱۰۵۱/۸ ^{e-g(۰)}
	۲۵	۴۰/۴ ⁿ	۵۱/۳ ^g	۲۵۵۹۶ ^{k(۲۴/۵)}	۶۳۸/۳ ^{j-n(۳۹)}
	۵۰	۶۵ ^{fg}	۷۰/۹ ^d	۱۸۹۸۳ ^{m-o(۴۴)}	۵۰۸/۳ ^{l-q(۵۲)}
	۷۵	۷۷ ^{ab}	۸۰ ^a	۱۱۱۸۶ ^{qr(۶۷)}	۲۴۰ ^{r(۷۷)}
سیتروملو	۰	. ^r	. ^l	۳۵۳۰۴ ^{cd(۰)}	۹۳۹/۴ ^{e-i(۰)}
	۲۵	۶۰/۸ ^{hi}	۶۴/۹ ^e	۲۱۵۹۶ ^{k-n(۳۸/۸)}	۴۶۶/۷ ^{m-r(۵۰)}
	۵۰	۶۷ ^{ef}	۷۱ ^d	۱۴۲۵۳ ^{pq(۵۹/۶)}	۲۷۸/۹ ^{qr(۷۰)}
	۷۵	۷۰ ^d	۷۲/۱ ^{cd}	۱۲۰۰۳ ^{qr(۶۶)}	۲۴۸/۳ ^{r(۷۴)}
سیترنج	۰	. ^r	. ^l	۳۵۵۱۶ ^{cd(۰)}	۱۰۸۹ ^{d-f(۰)}
	۲۵	۶۲/۷ ^{gh}	۵۳/۳ ^g	۲۵۹۷۱ ^{h-k(۲۶/۹)}	۵۸۴/۷ ^{k-o(۴۶)}
	۵۰	۶۹ ^{de}	۶۶/۱ ^e	۱۸۱۱۳ ^{n-p(۴۹)}	۴۳۳/۴ ^{n-r(۶۰)}
	۷۵	۷۴/۸ ^{bc}	۷۴/۶ ^{bc}	۱۴۵۶۲ ^{o-q(۵۹)}	۳۴۷/۶ ^{o-r(۶۸)}
پونسیروس	۰	. ^r	. ^l	۳۲۴۰۹ ^{d-f(۰)}	۱۱۸۸/۸ ^{c-e(۰)}
	۲۵	۶۷/۲ ^{ef}	۵۶/۹ ^f	۲۱۵۸۵ ^{k-n(۳۳/۴)}	۵۴۲/۳ ^{l-p(۵۴)}
	۵۰	۷۳ ^c	۶۹/۹ ^d	۱۳۲۸۸ ^{qr(۵۹)}	۳۱۷/۹ ^{p-r(۷۴)}
	۷۵	۷۹ ^a	۷۶/۱ ^b	۹۰۷۴ ^{r(۷۲)}	۲۶۸/۱ ^{qr(۷۷)}

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد کاهش نسبت به شاهد می‌باشد. پایه‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

آنالیز داده‌های مربوط به تأثیر متقابل شوری و پایه بر تعداد ریشه نشان داد که با افزایش شوری، تعداد ریشه در پایه‌های مورد بررسی کاهش می‌یابد و میزان این کاهش بسته به نوع پایه متفاوت می‌باشد. بیشترین

تعداد ریشه: نتایج حاصل از تأثیر پایه نشان داد که بیشترین تعداد ریشه متعلق به بکرانی و رافلمون و کمترین آن متعلق به پونسیروس و سیتروملو می‌باشد (جدول ۳).

مشاهده گردید. در این سطح شوری رافلمون، بکرائی و پونسیروس نسبت به دیگر پایه‌ها کاهش بالاتری در طول ریشه نشان دادند. در سطح ۵۰ میلی‌مول در لیتر، طول ریشه در مقایسه با ۲۵ میلی‌مول در لیتر، کاهش نشان داد ولی این کاهش به جز در پایه رانگ‌پورلایم، در سایر پایه‌ها معنی‌دار نبود. در این سطح شوری ماکروفیلا، کلئوپاترا و نارنج کمترین و پونسیروس و سیتروملو بیشترین درصد کاهش در طول ریشه را نشان دادند. در سطح شوری ۷۵ میلی‌مول در لیتر، کاهش در طول ریشه نسبت به ۵۰ میلی‌مول در لیتر، به جز پایه‌های رافلمون و ماکروفیلا در سایر پایه‌ها معنی‌دار نبود. در این سطح شوری پونسیروس و ماکروفیلا بیشترین و کلئوپاترا و نارنج کمترین درصد کاهش در طول ریشه را نشان دادند (جدول ۵).

بحث

گزارش شده است که شوری موجب کاهش رشد رویشی گیاه می‌گردد (Walker et al., 1982)، که نتایج این تحقیق نیز مؤید همین نکته است. Fisarakis et al. (2001) کاهش در وزن خشک اندام هوایی انگور را در تمام سطوح شوری گزارش نمودند. Parsa & Karimian (1975) اظهار داشتند که کاربرد کلرید سدیم موجب کاهش رشد پسته می‌گردد. در بررسی که بر روی اثر شوری در دو پایه سیترنج و کلئوپاترا صورت گرفت، مشخص شد که کاهش رشد در پایه سیترنج نسبت به کلئوپاترا بیشتر بوده است، و نظریه مقاومت به شوری کلئوپاترا تأیید گردید (Anjum, 2007). در تحقیقات Zekri & Parsons (1992) در مورد تأثیر تنش شوری بر روی پایه‌های مرکبات مشخص گردید که در بین دانه‌های مورد بررسی پایه‌های کلئوپاترا و نارنج کمترین و پایه‌های رافلمون و پونسیروس بیشترین کاهش در وزن خشک را نشان دادند. وجود اختلاف در وزن خشک برگ و ریشه مرکبات تأکید بر این دارد که بین پایه‌های مختلف مرکبات تفاوت‌های آشکاری در محدود کردن ورود کلر و سدیم وجود دارد. تحقیقات Walker & Douglas (1983) تأکید بر این موضوع دارد که بین تجمع کلر در برگ و شدت خسارت روابط دقیقی وجود دارد. عنوان شده است که رشد گیاهان در

تعداد ریشه در تیمار شاهد، مربوط به پایه بکرائی بود. با توجه با نتایج بدست آمده مشاهده گردید که در هر سه سطح شوری نارنج، کلئوپاترا، رانگ‌پورلایم، بکرائی، رافلمون در مقایسه با سه پایه پونسیروس، سیترنج و سیتروملو تعداد ریشه بالاتری را به خود اختصاص داده‌اند. از نظر تغییرات تعداد ریشه در پایه‌های مختلف مشاهده گردید که در سطح ۲۵ میلی‌مول در لیتر، کاهش در تعداد ریشه در همه پایه‌ها نسبت به شاهد معنی‌دار می‌باشد. در این سطح شوری کمترین درصد کاهش تعداد ریشه در پایه‌های کلئوپاترا، رافلمون، نارنج، ماکروفیلا و بیشترین درصد کاهش در سیتروملو مشاهده گردید. با افزایش غلظت نمک به ۵۰ میلی‌مول در لیتر، کاهش تعداد ریشه نسبت به ۲۵ میلی‌مول در لیتر در پایه‌های نارنج، کلئوپاترا، رانگ پورلایم و رافلمون معنی‌دار نبود. در این سطح شوری کلئوپاترا، رافلمون، نارنج و رانگ‌پورلایم کمترین و سیتروملو و پونسیروس بیشترین درصد کاهش در تعداد ریشه را نشان دادند. تحت تأثیر تنش شوری با غلظت ۷۵ میلی‌مول در لیتر، تعداد ریشه در همه پایه‌ها نسبت به سطح ۵۰ میلی‌مول در لیتر کاهش نشان داد. این کاهش در رانگ‌پورلایم، بکرائی، سیتروملو، سیترنج و پونسیروس نسبت به ۵۰ میلی‌مول در لیتر، معنی‌دار نبود. در این سطح شوری دو پایه رانگ-پورلایم و کلئوپاترا کمترین و پونسیروس بالاترین درصد کاهش در تعداد ریشه را نشان دادند (جدول ۵).

طول ریشه: بررسی نتایج حاصل از تأثیر پایه بر طول ریشه در بین پایه‌های مورد آزمایش نشان داد که بکرائی و رافلمون، بیشترین طول ریشه را به خود اختصاص داده‌اند. پس از این پایه‌ها، رانگ‌پورلایم، نارنج و کلئوپاترا در مقایسه با دیگر پایه‌ها دارای طول ریشه بیشتری بودند. کمترین میزان طول ریشه نیز در ماکروفیلا، سیترنج، سیتروملو و پونسیروس مشاهده گردید (جدول ۳).

نتایج بدست آمده از اثر متقابل شوری و پایه بر طول ریشه در پایه‌های مختلف حاکی از آن بود که تنش شوری در غلظت ۲۵ میلی‌مول در لیتر، باعث کاهش معنی‌دار در طول ریشه گردیده است. در این سطح شوری، کمترین درصد کاهش طول ریشه در ماکروفیلا

ABA و ACC در ریشه‌ها و برگ‌ها می‌گردد. در شرایط شوری ABA و ACC ابتدا یک افزایش موقتی را نشان داده و سپس به تدریج زیاد شده و در ادامه تجمع می‌یابند. احتمال می‌رود که افزایش موقتی تولید اتیلن به علت تنش اسمتیک تحریک گردد و در ادامه تجمع کلر باعث افزایش تولید آن گردد. بنابراین شوک اسمزی حاصل، تولید آبسزیک اسید و اتیلن را افزایش داده و در نتیجه ریزش برگ‌ها تحریک می‌گردد (Levy & Syvertsen, 2004). همانطور که نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد شوری منجر به کاهش شاخص‌های رشد رویشی از جمله: تعداد برگ، سطح برگ، طول گیاه، وزن تر و خشک گیاه و طول و تعداد ریشه در تمامی پایه‌های مورد بررسی گردید. میزان این کاهش رشد، بسته به نوع پایه متغیر بود. بطوریکه از این لحاظ پایه‌های کلئوپاترا، نارنج، رانگ‌پورلایم و بکرانی در مقایسه با سایر پایه‌ها، کمترین کاهش در خصوصیات رشدی را نشان دادند. پایه‌های رافلمون و ماکروفیلا در حد واسط قرار گرفتند و بالاخره بیشترین میزان کاهش در خصوصیات رشدی، را پایه‌های یونسیروس، سیتروملو و سیترنج نشان دادند.

شرایط تنش شوری به دلیل کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه (Levitt, 1980) و تأثیر ویژه یون‌ها در فرایندهای متابولیسمی کاهش می‌یابد (Anjum, 2007). عنوان شده است که در شرایط تنش شوری، کاهش در میزان کلروفیل از یک سو و اثرات سمیت یونهای کلر و سدیم از سوی دیگر، باعث اختلال در فعالیت فتوسنتزی گیاه شده، و در نتیجه مواد غذایی لازم جهت رشد و گسترش سلول‌ها فراهم نشده و بدین ترتیب کاهش رشد در گیاه مشاهده می‌گردد (Garcia-Sanchez et al., 2002). در این آزمایش همچنین همراه با افزایش غلظت نمک و زمان آزمایش ریزش برگ سبب کاهش تعداد برگ گردید. در نتیجه سطح فتوسنتز کننده گیاه به شدت با کاهش مواجه شد؛ که این امر می‌تواند دلیل دیگری بر کاهش در خصوصیات رشدی گیاه در پایه‌های حساس به تنش شوری باشد. لازم به ذکر است که ریزش برگ در پایه‌های نارنج، کلئوپاترا و رانگ‌پورلایم با شدت کمتری مشاهده گردید. مشخص شده است که اولین نشانه‌های ظاهر شده از شوک اسمزی حاصل از تنش شوری، ریزش ناگهانی برگ‌ها می‌باشد. نشان داده شده است که شوک اسمتیک باعث افزایش در تولید

REFERENCES

1. Anjum, M. A. (2007). Effect of NaCl concentration in irrigation water on growth and polyamine metabolism in two citrus rootstocks with different levels of salinity tolerance. *Acta Physiological Plantarum*, 30, 43-52.
2. Fisarakis, I., Chartzoulakis, K. & Starakas, D. (2001). Response of sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural water management*, 51, 13-27.
3. Garcia-Sanchez, F., Jifon, J. L., Garrajal, M. & Syvertsen, J. P. (2002). Gas exchange, chlorophyll and nutrient content in relation to Na and Cl accumulation in sunburst mandarin grafted on different rootstock. *Plant Science*, 162, 705-712.
4. Greenway, H. & Munnes, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in monohaplophytes. *Annual. Review. Plant Physiology*, 31, 149-190.
5. Levitt, J. (1980). *Response of Plant to Environmental Stresses*. Vol 2. Academic Press, New York.
6. Levy, Y. & Syvertsen, J. (2004). Irrigation water quality and salinity effects in citrus trees. *Horticultural. Review*, 30, 37-82.
7. Mirmohammady Maibody, S. A. M. & Ghareyazie, G. (2002). *Physiological Aspects and Breeding for Salinity Stress in Plants*. Isfahan University of Technology. (In Farsi).
8. Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environment*, 16, 15-24.
9. Neumann. P. M. (1997). Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant Cell Environment*, 20, 1193-1198.
10. Parsa, A. A. & Karimian, N. (1975). Effect of sodium chloride on seedling growth of

- two major varieties of Iranian pistachio. *Journal of Horticultural Science*, 50, 41-60.
11. Storey, R. & Walker, R. R. (1999). Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78, 39-81.
 12. Walker, R. R. & Douglas, T. J. (1983). Effect of salinity level on uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions in Citrus plants. *Australian Journal Agricultural Research*, 34, 145-153.
 13. Walker, R. R., Torokfalvy, E. & Dowton, W. J. S. (1982). Photosynthetic responses of the citrus varieties Rangpur lime and Etrog citron to salt treatment. *Australian Journal Plant Physiology*, 9, 783-790.
 14. Zekri, M. & Parsons, L. P. (1992). Salinity tolerance in citrus rootstock: Effect of salt on root and leaf mineral concentrations. *Plant Soil*, 147, 171-181.