

رویش بذر و رشد اولیه دانهال پنج پایه مختلف مرکبات در سطوح مختلف شوری

عبدالحسین ابوطالبی^۱، عنایت‌اله تفضلی^۱ و بهمن خلدبرین^۲

^۱به ترتیب دانشجوی دوره دکتری و استاد گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ^۲استاد بخش زیست‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه شیراز
تاریخ دریافت: ۸۳/۳/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۷/۲۶

چکیده

رویش بذر و رشد اولیه پنج پایه مرکبات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۱۰ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. بذور ظاهراً سالم پایه‌های مورد استفاده (بکرایبی، لیموی ولکامریانا، نارنج، لیموشیرین و لیموآب) پس از ضدعفونی با کلراکس در گلدان‌های ۲ لیتری حاوی شن کوارتز استریل، به تعداد ۱۰ عدد در هر گلدان در شرایط گلخانه کشت گردید و تحت تنش شوری با غلظت‌های صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با محلول غذایی یک دهم غلظت هوگلند به مدت ۷۰ روز قرار گرفت. ظاهر شدن دانهال در سطح گلدان شاخص رویش بذر بود، که تعداد آنها روزانه آماربرداری شد. پس از انقضای مدت آزمایش، طول قسمت هوایی، قطر طوقه، وزن تر و خشک کل گیاه، ساقه و ریشه و نسبت وزن ساقه به ریشه اندازه‌گیری شد. با استفاده از اطلاعات مربوط به رویش بذر، تعداد روزهای لازم برای رسیدن به اولین دانهال، تعداد روزهای لازم برای رسیدن به رویش ۵۰ درصد از بذرها، درصد نهایی رویش بذر و درصد دانهال‌های سالم مانده تا پایان آزمایش محاسبه گردید. نتیجه آزمایش نشان داد که ارقام مورد آزمایش در کلیه شاخص‌های مورد اندازه‌گیری با هم اختلاف داشته و این شاخص‌ها تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرند و میزان عکس‌العمل بسته به نوع گونه و سطح شوری مورد استفاده متفاوت است. در این آزمایش خصوصیات رویش بذر ارقام مورد آزمایش تا سطح شوری ۲۰ مولار، به مقدار کمی تحت تأثیر قرار گرفت، لیکن با افزایش سطح شوری، میزان تأثیر خیلی زیاد بود. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی، در مرحله رویش بذر تحت شرایط شوری، بکرائی مقاومترین و لیمو آب، نارنج معمولی، لیمو شیرین و ولکامریانا در رده‌های بعدی قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: پایه‌های مرکبات، رویش بذر، شوری

مقدمه

منجر به تجمع نمک در خاک می‌شود. به استثناء مناطق مرطوب، شوری یک مشکل اساسی در تولید مرکبات است (استوری و والکر، ۱۹۹۹). در مقایسه با سایر گیاهان زراعی و باغی، درختان مرکبات به شوری حساس بوده و تحت این شرایط، رشد و عملکرد آنها کم شده و اختلالات فیزیولوژیکی در گیاه بروز می‌نماید (ماس،

مرکبات (*Citrus*) یکی از محصولات مهم باغبانی دردنیاست که از لحاظ تولید مقام دوم را به خود اختصاص داده است. کاشت این محصول اغلب در مناطقی با آب و هوای مشابه مدیترانه صورت می‌گیرد. در این مناطق شرایط محیطی و وجود نمک‌ها در آب آبیاری

شوری (NaCl) بوده است. این پایه‌ها در مناطق مرکبات خیز کشور خصوصاً جنوب به‌عنوان پایه و یا مستقیماً مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۱ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۱۰ تکرار بر روی بذرهای پنج گونه مرکبات در گلخانه بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. عامل شوری در چهار سطح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار NaCl از نوع مرکب آلمان و پنج نوع بذر شامل بکرایی (Citrus *riteculata* × *C. limetta*)، لیموی ولکامریانا (C. *volkameriana*)، نارنج (C. *aurantium*)، لیمو شیرین (C. *limetta*) و لیموآب (C. *aurantifolia*) منظور شد. از میوه‌های رسیده و سالم گونه‌های فوق، به مقدار کافی بذر تهیه گردید. پس از شستشو، بذرهای ظاهراً سالم جدا شد. در ابتدا از تعداد ۱۰۰ عدد بذر تازه هر کدام از گونه‌ها، اطلاعات مربوط به وزن تر هر بذر، وزن تر هزار دانه، تعداد بذر تر در هر کیلوگرم و پس از خشک کردن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز، وزن خشک هزار دانه و میزان رطوبت نسبی بذر ثبت گردید. از هر گونه مقداری بذر سالم در کلراکس ۵ درصد به مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی شد و از بین آنها تعداد ۱۰۰ عدد بذر ظاهراً سالم انتخاب گردید. بذرهای هر گونه در ۱۰ دسته ۱۰ تایی در گلدان‌های ۲ لیتری حاوی شن کوارتز استریل با فاصله مناسب کشت گردید و گلدان‌ها براساس نقشه تصادفی آزمایش در گلخانه قرار داده شد. بلافاصله پس از کاشت نسبت به آبیاری گلدان‌ها بسته به نوع تیمار اقدام شد و پس از آن روزانه، آبیاری به مدت ۷۰ روز تکرار گردید به‌طوری‌که در هر بار آبیاری، آب از ته گلدان خارج شود. آبیاری گلدان‌های شاهد با محلول غذایی هوگلند به غلظت یک دهم صورت گرفت و آبیاری گلدان‌های سایر تیمارها با محلول ۰/۱ غلظت هوگلند به همراه مقادیر مورد نظر NaCl (۲۰، ۴۰ و ۶۰

۱۹۹۳). در ارتباط با اثرات شوری آب آبیاری بر میزان جذب یون‌ها، میزان فتوسنتز، رشد رویشی، اندازه میوه، تشکیل میوه و کیفیت میوه در ارقام مختلف مرکبات، بررسی‌های متعددی شده است (بانولس و همکاران، ۱۹۹۰؛ بانولس و نلسون، ۱۹۹۴؛ بانولس و پریمومیلو، ۱۹۹۵؛ گارسیا آگوستین و پریمومیلو، ۱۹۹۵؛ چرکی و همکاران، ۲۰۰۲؛ نیوس و همکاران، ۱۹۹۱). اثرات شوری بر گیاهان و میزان مقاومت آنها، بسته به نوع گیاه، نوع گونه و مرحله رشدی گیاه متفاوت است. برای مثال یونجه و چغندر قند در مرحله جوانه‌زنی بذر به شوری حساسند، لیکن در مراحل بعد از جوانه‌زنی تا حدودی از خود مقاومت نشان می‌دهند و یا برنج در مرحله جوانه‌زنی به شوری مقاوم بوده ولی در مراحل بعدی رشد، حساسیت نشان می‌دهد (پسرکلی و توکر، ۱۹۸۸). به‌طور کلی جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل حساس در رشد گیاه است. تحت شرایط شوری خاک و آب، جوانه‌زنی بذر ممکن است در اثر کاهش جذب آب و تجمع یون‌ها در حد سمیت تحت تأثیر قرار گیرد و این اثرات فیزیکیوشیمیایی می‌تواند باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد بذرهای جوانه‌زده شوند (آیرز و هایوارد، ۱۹۴۸). تکثیر اغلب ارقام مرکبات به‌صورت پیوندی است و تکثیر اکثر پایه‌های مرکبات به وسیله بذر صورت می‌گیرد و تلاش تولیدکنندگان بر این است که دانه‌های یکنواختی را جهت پیوند تولید نمایند، لیکن گزارش‌های کمی مبنی بر عکس‌العمل بذر ارقام مختلف مرکبات تحت شرایط شوری وجود دارد. بیان شده است که نوع عکس‌العمل بذر مرکبات در مرحله جوانه‌زنی به شوری، بسته به نوع گونه، رقم و میزان شوری متفاوت است (ذکری، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۳).

با توجه به این که در کشور ما ازدیاد پایه‌های مرکبات و برخی ارقام آن به‌صورت بذری است و کیفیت آب آبیاری در اغلب مناطق مرکبات خیز کشور مطلوب نمی‌باشد، هدف از این آزمایش بررسی عکس‌العمل بذر پنج پایه مرکبات در مرحله رویش بذر در سطوح مختلف

سبکترین بذر مربوط به لیموآب بود. بیشترین رطوبت نسبی در بذر لیموشیرین و کمترین آن در بذر لیموآب وجود داشت. در این رابطه ذکری (۱۹۹۳ ب) گزارش کرده است که هرچه رطوبت اولیه بذر بیشتر باشد شروع جوانه‌زنی زودتر رخ می‌دهد، لیکن در این آزمایش چنین رابطه‌ای مشاهده نگردید.

اثر شوری بر سرعت رویش بذر،

رشد و بقای دانهال

اثر شوری بر زمان شروع رویش بذر: اطلاعات مربوط به رویش بذر نشان داد که تعداد روزهای لازم برای رسیدن به اولین دانهال در بین گونه‌ها حتی در تیمار شاهد متفاوت است. دانهال‌های بکرایی و لیموآب شبیه به هم و سریع‌تر از سایر پایه‌ها و دانهال‌های ولکامریانا خیلی دیرتر از سایر پایه‌ها در سطح گلدان ظاهر شدند. رویش بذر تمام پایه‌ها در تیمار ۲۰ میلی‌مولار با شاهد تقریباً همزمان بود، لیکن با افزایش غلظت NaCl، تعداد روزها برای رسیدن به اولین دانهال در تمام پایه افزایش زیادی نشان داد. مشابه چنین نتیجه‌ای توسط مبین و میل‌تورپ (۱۹۷۸) و ذکری (۱۹۹۳ ب) در دیگر پایه‌های مرکبات تحت شرایط شوری به‌دست آمده است. پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که کاهش پتانسیل آب در محیط جوانه‌زنی بذر و سمیت یونی مهمترین عواملی هستند که جوانه‌زنی بذر را در محیط شور تحت تأثیر قرار می‌دهند. از آنجایی که آب مهمترین عامل در شروع فرآیندهای مربوط به جوانه‌زنی و بقا اولیه دانهال پس از ظهور می‌باشد، تحت شرایط تنش شوری، تجمع نمک موجب منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی گردیده و منجر به کاهش جذب آب توسط بذر می‌شود و طی آن از جوانه‌زنی بذر ممانعت به عمل می‌آید. کاهش پتانسیل آب از طریق تولید آبسازیک‌اسید نیز موجب جلوگیری از جوانه‌زنی بذر می‌گردد (آراد و ریچموند، ۱۹۷۶؛ آیرز و هایوارد، ۱۹۴۸؛ آیرز، ۱۹۵۲).

اثر شوری بر پراکندگی رویش بذر: با توجه به اطلاعات مربوط به رویش بذر، فاصله زمانی بین اولین و آخرین

میلی مولار) انجام شد. در طول دوره آزمایش متوسط دمای روزانه و شبانه گلخانه به ترتیب 28 ± 2 و 20 ± 4 ، رطوبت نسبی شبانه روز 50 ± 40 درصد و میزان نور $8000-5000$ لوکس بود.

ظاهر شدن دانهال در سطح گلدان شاخص رویش بذر بود و تعداد آنها روزانه آمار برداری شد. در پایان دوره آزمایش پس از شمارش تعداد گیاهان سالم مانده، از هر تکرار پنج گلدان حاوی دانهال جدا شد و در هر گلدان به‌طور تصادفی یک گیاه جهت برداشت اطلاعات مورد نیاز انتخاب و بقیه حذف گردید. دانهال‌های انتخابی از گلدان‌ها خارج گردید و پس از شستشو، آب اضافی آنها گرفته شد. ابتدا قطر طوقه بوسیله کولیس، طول قسمت هوایی بوسیله خط کش و وزن تر کل با ترازو به دقت یک هزارم گرم اندازه‌گیری شد. پس از آن ساقه را از ریشه از محل هیپوکوتیل جدا کرده و وزن تر قسمت هوایی و ریشه نیز به‌طور جداگانه ثبت گردید. ریشه‌ها و ساقه‌ها در پاکت‌های جداگانه به مدت سه روز در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از آن وزن خشک آنها ثبت گردید. با استفاده از اطلاعات مربوط به رویش بذر، تعداد روزهای لازم برای رسیدن به اولین بذر روئیده، تعداد روزهای لازم برای رسیدن به رویش ۵۰ درصد از بذرها، فاصله زمانی بین اولین و آخرین بذر روئیده (پراکندگی رویش)، درصد نهایی رویش بذر، درصد گیاهان سالم مانده از کل بذرهای کاشته شده و درصد گیاهان سالم مانده از کل بذرهای روئیده شده محاسبه گردید.

اطلاعات به‌دست آمده توسط نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل آماری شد و میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

بذر لیموشیرین بیشترین و بذر لیموترش کمترین رطوبت اولیه را داشت. در بین بذرهای ارقام مورد استفاده درشت‌ترین و سنگین‌ترین بذر مربوط به لیموشیرین و

میلی مولار، تعداد گیاه لازم برای رسیدن به عدد ۵۰ درصد مشاهده نگردید (جدول ۱). برخلاف نتایج به دست آمده توسط ذکری (۱۹۹۳ ب) در این آزمایش ولکامریانا از نظر زمان لازم برای رویش ۵۰ درصد از بذرها در سطح بسیار پایین تری نسبت به سایر پایه‌ها قرار دارد.

اثر شوری بر درصد نهایی رویش بذر: رویش نهایی بذر اغلب پایه‌ها در تیمار شاهد بیش از ۹۰ درصد و در ولکامریانا ۸۳ درصد بود. در تیمار ۲۰ مولار، تعداد دانه‌های سبز شده در اغلب پایه‌ها اندکی (حدود ۳ درصد) کاهش نشان داد و این کاهش در ولکامریانا ۷ درصد بود. با افزایش میزان شوری از ۲۰ به ۶۰ میلی مولار کاهش چشمگیری در تعداد دانه‌های سبز شده مشاهده شد، به طوری که در سطح شوری ۶۰ میلی مولار، بیشترین دانه‌های روئیده شده مربوط به بکرایی (۶۸ درصد) و کمترین آن مربوط به لیموی ولکامریانا (۱۲ درصد) بود. از میانگین تیمارها، بیشترین رویش بذر (۷۸/۵ درصد) مربوط به لیموآب و کمترین (۵۰/۷ درصد) مربوط به ولکامریانا بود (جدول ۲). مشابه چنین نتیجه‌ای مبین و میلتورپ (۱۹۷۸) از تیمار بذرها نرنج سه برگ، کلثوپاترا و بکرایی با پلی اتیلن گلیکول، NaCl و یا Na₂SO₄ گزارش کرده‌اند.

اثر شوری بر درصد بقای دانه‌ها: دانه‌های روئیده شده تمام پایه‌ها در تیمار شاهد تا پایان آزمایش سالم بودند، ولی در تیمارهای شوری بقای دانه‌ها کاهش داشت، در تیمار ۲۰ مولار، بیشترین بقای دانه‌ها مربوط به لیموآب و لیمو شیرین (۱۰۰ درصد) و کمترین آن مربوط به پایه ولکامریانا (۸۲ درصد) بود. با افزایش میزان شوری از

دانه‌ها روئیده شده (پراکندگی رویش) در پایه‌های مختلف در تیمارهای شاهد و ۲۰ میلی مولار متفاوت، ولی در هر پایه تقریباً یکسان بود و اختلاف معنی داری مشاهده نشد. با افزایش میزان شوری از ۲۰ به ۶۰ میلی مولار، پراکندگی رویش به مقدار قابل توجهی افزایش نشان داد و اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن وجود داشت. با توجه به نتایج آزمایش، به طور کلی بیشترین پراکندگی رویش بذر در ولکامریانا (۱۸/۶ روز) و کمترین آن در لیموآب و بکرایی (به ترتیب ۱۰/۳ و ۱۲/۵ روز) بود. در آزمایش‌ها سایر محققان نیز میزان پراکندگی رویش بذر در بین گونه‌های مختلف مرکبات متفاوت بوده و گزارش کرده‌اند که تیمار شوری باعث افزایش زمان بین رویش اولین و آخرین بذر در تمام ارقام مورد آزمایش آنها شده است. در این گزارش‌ها میزان افزایش پراکندگی رویش بذر بسته به نوع گونه و میزان شوری متفاوت گزارش شده است (مبین و میلتورپ، ۱۹۷۸؛ ذکری، ۱۹۹۳ ب).

اثر شوری بر مدت زمان لازم برای رویش ۵۰ درصد از بذرها: تعداد روزهای لازم برای رویش ۵۰ درصد از بذرها در تیمار شاهد و تیمار ۲۰ میلی مولار در پایه‌های مختلف متفاوت، ولی در هر یک از پایه‌ها تقریباً یکسان بود و در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری نداشت. در این رابطه کمترین تعداد روز مربوط به بکرایی و لیموآب بود. با افزایش میزان شوری از ۲۰ به ۶۰ میلی مولار، تعداد روزهای لازم برای رسیدن به ۵۰ دانه‌ها روئیده شده در پایه‌های مختلف افزایش چشمگیری نسبت به شاهد نشان داد. در پایه ولکامریانا در تیمار ۶۰

جدول ۱- تعداد روزها برای رویش ۵۰ درصد از دانه‌های پایه‌های مختلف مرکبات در سطوح مختلف شوری.

میانگین	پایه‌ها					میلی مولار NaCl
	لیمو آب	لیمو شیرین	نرنج	ولکامریانا	بکرایی	
	تعداد روز برای رسیدن به رویش ۵۰ درصد از دانه‌ها					
۲۴/۴C	۱۹/۳	۲۴	۲۳/۳	۳۵/۷	۱۹/۵	۰
۲۴/۵C	۲/۵	۲۴/۷	۲۲/۷	۳۶/۵	۱۸	۲۰
۳۱/۱b	۲۶/۷	۳۱/۵	۳۱/۳	۴۰/۳	۲۵/۵	۴۰
۳۵a	۳۲/۷	۴۰	۳۷/۷	---	۳۱/۳	۶۰
	۲۴/۸C	۳۰/۱۳B	۲۸/۷B	۳۷/۵A	۲۳/۵C	میانگین

*در ستون و ردیف میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارد.

شوری، کاهش زیادی را در شاخص‌های فوق باعث شد. همچنین مشخص شد که با افزایش میزان شوری نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه در این پایه‌ها افزایش می‌یابد. علیرغم آن که براساس نتایج آزمایش، شوری باعث کاهش معنی‌داری در وزن تر و خشک دانهال‌ها شده است، لیکن باید توجه داشت که بذر هرچه سریعتر جوانه بزند، دانهال حاصله فرصت بیشتری برای افزایش وزن خواهد داشت. همچنین قدرت رشد هر گیاهی بستگی به خصوصیات ژنتیکی آن گیاه نیز دارد (ذکری، ۱۹۹۳ب). در بین پایه‌های مورد آزمایش به‌طورکلی، لیموشیرین از قدرت رشد بیشتری برخوردار است که این مسئله در تیمار شاهد کاملاً مشخص است، ولی در سطوح مختلف شوری حتی ۲۰ میلی‌مولار، قدرت رشد این گیاه به مقدار زیادی تحت تأثیر قرار می‌گیرد، در حالی که پایه‌هایی چون لیموآب، نارنج و بکرایی کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند که این مسئله می‌تواند ناشی از اختلاف پایه‌های مورد آزمایش در میزان تحمل به شوری باشد. با این حال در این آزمایش تنش شوری موجب کاهش رشد دانهال در همه پایه‌ها گردیده است. این یافته با نتایج گزارش شده توسط ذکری و پارسونز (۱۹۸۹) و ذکری (۱۹۹۳ آ و ب) در مورد مرکبات، تاتینی و همکاران (۱۹۹۵) در مورد زیتون و وست و تایلور (۱۹۸۴) در مورد انگور مطابقت دارد.

به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان گفت که در مرحله رویش بذر، بکرایی به شوری مقاوم‌ترین بوده و لیموآب، نارنج، لیموشیرین و ولکامریانا در رده‌های بعدی قرار دارند. لیکن براساس یافته‌های سایر محققین این مقاومت را نمی‌توان به تمام مراحل رشد گیاه تعمیم داد (مبین و مبلتورپ، ۱۹۷۸؛ استوری و والکر، ۱۹۹۹) و باید آزمایش‌های شوری در مراحل بعدی رشد این گیاهان نیز مورد بررسی قرار گیرد.

تعداد دانهال‌های باقیمانده تا پایان آزمایش به مقدار چشمگیری کاسته شد، به‌طوری که در تیمار ۶۰ مولار، هیچکدام از دانهال‌های روئیده شده پایه ولکامریانا زنده نبودند، در این سطح شوری بیشترین بقای دانهال مربوط به لیموی‌آب (۴۸ درصد) بود. از کل بذرهای کاشته شده، بیشترین بقای دانهال مربوط به لیموشیرین (۹۶ درصد) در تیمارشاهد و کمترین آن مربوط به ولکامریانا (صفر) در تیمار ۶۰ میلی‌مولار بود (جدول ۲).

مشخص شده است که تحمل به شوری یک ویژگی ثابت در گیاه نبوده، بلکه تحت شرایط محیطی و مرحله رشدی گیاه، می‌تواند متغیر باشد (چرکی و همکاران، ۲۰۰۲). به همین دلیل در برخی گیاهان میزان تحمل نسبی به شوری در مرحله جوانه‌زنی و رویش بذر و مراحل بعدی رشد گیاه متفاوت می‌باشد (استوری و والکر، ۱۹۹۹). کم شدن تعداد دانهال‌ها در پایان این آزمایش در تیمارهای شوری مؤید این نکته است. برای مثال بقای دانهال در بکرایی از ۱۰۰ درصد در تیمار شاهد به ۲۷ درصد در تیمار ۶۰ میلی‌مولار کاهش یافته است (جدول ۲).

اثر شوری بر شاخص‌های رشد

اثر شوری بر وزن تر و خشک کل گیاه، ساقه و ریشه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های فوق حاکی از معنی‌دار بودن اثر سطوح مختلف شوری بر وزن تر و خشک کل گیاه، ساقه و ریشه در سطح احتمال یک درصد است، لیکن عکس‌العمل‌های مختلف تفاوت زیادی نشان داد. به‌طورکلی افزایش میزان شوری از ۲۰ به ۶۰ میلی‌مولار، کاهش زیادی در شاخص‌های فوق را باعث شد (جدول ۳). میزان کاهش وزن در ریشه بسیار مشهودتر از ساقه است.

اثر شوری بر طول ساقه، قطر طوقه و نسبت وزن شاخه به ریشه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شاخص‌های طول ساقه و قطر طوقه حاکی از معنی‌دار بودن اثر سطوح مختلف شوری در سطح احتمال یک درصد است (جدول ۴). به‌طورکلی افزایش میزان

منابع

1. Arad, S.H., and Richmond, A.E. 1976. Leaf cell water and enzyme activity. *Physiol. Plant.* 57: 656-658.
2. Ayers, A.D., and Hayward, H.E. 1948. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. *Proc. Soil Sci. Amer.* 13: 224-226.
3. Ayers, A.D. 1952. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agro. J.* 44: 82-84.
4. Banuls, J., Legaz, F., and Primo-Millo, E. 1990. Effect of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some citrus scion-rootstock combinations. *J. Hort. Sci.* 65: 715-724.
5. Banuls, J., and Nelson, D. 1994. Effects of chloride and sodium on gas exchange parameters and water relations of citrus plants. *Physiol. Plant.* 86: 115-123.
6. Banuls, J., and Primo-Millo, E. 1995. Effects of salinity on some citrus scion-rootstock combinations. *Ann. Bot.* 76: 97-102.
7. Cherki, G.H., Foursy, A., and Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. Exp. Bot.* 47: 39-50.
8. Garcia-Agustin, P., and Primo-Millo, E. 1995. Selection of NaCl-tolerance citrus plant. *Plant Cell Report*, 14: 314-318.
9. Garcia-Legaz, M.F., Oritz, J.M., Garcia-Lidon, A.G., and Cerda, A. 1993. Effect of salinity on growth, ion content and CO₂ assimilation rate in lemon varieties on different rootstocks. *Physiol. Plant.* 89: 427-432.
10. Mass, E.V. 1993. Salinity and citriculture. *Tree Physiol.* 12: 95-216.
11. Mobayen, R.G., and Milthorpe, F.L. 1978. Citrus seed germination as influenced by water potential and salinity. *Proc. Int. Soci. Citricul.* 1: 247-249.
12. Nieves, M., Cerda, A., and Botella, M. 1991. Salt tolerance of two-lemon scion measured by leaf chloride and sodium accumulation. *J. Plant Nutr.* 14: 623-636.
13. Pessarakli, M., and Tucker, T.C. 1988. Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 698-700.
14. Storey, R., and Walker, R.R. 1999. Citrus and salinity. *Sci. Hort.* 78: 39-81.
15. Tattini, M., Gucci, R., Coradeschi, M.A., Ponizo, C.C., and Everad, I.D. 1995. Growth, gas exchange and ion content in *Olea europaea* plants during salinity stress and subsequent relife. *Physiol. Plant.* 95: 203-210.
16. West, D.W., and Taylor, J.A. 1984. Response of six grape cultivars to the combined effects of high salinity and root-zone water logging. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 844-851.
17. Zekri, M., and Parsons, L.R. 1989. Growth and root hydrolic conductivity of several citrus rootstocks under salt and polyethylene glycol stresses. *Physiol. Plant.* 77: 99-106.
18. Zekri, M. 1991. Effects of NaCl on growth and physiology of sour orange and Cleopatra mandarin seedlings. *Sci. Hortic.* 47: 305-315.
19. Zekri, M. 1993a. Seedling emergence, growth and mineral concentration of three citrus rootstocks under salt stress. *J. Plant Nutr.* 16: 1555-1568.
20. Zekri, M. 1993b. Salinity and calcium effects on emergence, growth and mineral composition of seedlings of eight citrus rootstocks. *J. Hortic. Sci.* 68: 63-70.

Seedling emergence and early growth of five citrus rootstocks under various salinity levels

A. Abotalebi¹, E. Tafazoli¹ and B. Kholdbarin²

¹Ph.D. Student & Prof., of Horticulture Dept., of Shiraz University, ²Prof., of Plant biology Dept., of Shiraz University.

Abstract

Seed emergence and early growth of seedlings of 5 citrus species were investigated. A complete randomized design with factorial arrangement was used with 10 replications in each treatment. In each replication ten healthy seeds of each Bakraei (*Citrus reticulata* X *C. limetta*), Volkamer lemon (*C. volkameriana*), Sour orange (*C. aurantium*), Sweet lime (*C. limetta*) and Mexican lime (*C. aurantifolia*) species were cultured in 2L pots, containing sterilized quartz sand, after surface sterilization with chlorox, and placed in the greenhouse. The pots were irrigated with 1/10 Hogland nutrient solution supplemented with 0 (control), 20, 40 and 60 mM NaCl (salinity stress treatments) for 70 days. Appearance of shoot in the surface of pot was index of seed emergence. Number of emerged were counted daily. At the end of experiment, shoot length, crown diameter and shoot, root whole plant fresh and dry weights were measured. Using the seed emergence data, no. of days to reach the 50% seed emergence, final seed emergence and percentage of healthy seedlings at the end of experiment, were calculated. Results showed that all the species varied significantly in regard to all the measured indices. Salinity stress affected these indices and the responses were different in regard to species and the salinity levels. Low salinity level (20 mM) had little effects on properties of seed emergence, but high salinity level (60 mM) had high effects. General concluded that, in seed emergence stage, Bakraei was the most tolerant followed by Mexican lime, Sour orange, Sweet lime and Volkamer lemon.

Keywords: Citrus rootstocks; Seed emergence; Salinity