مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۷ شماره ۳ صفحه‌های ۳۵۱ تا ۳۶۸ (۱۳۹۵)

تأثیر پایه‌های بومی مختلف کدوئیان بر رابطه‌های آبی و تغییرهای فیزیولوژیکی خیار پیوندی در شرایط تنش شوری[1]

The Effect of Different Endemic Cucurbita Rootstocks on Water Relation and Physiological Changes of Grafted Cucumber under Salinity Stress

علی فرجی‌منش، مریم حقیقی* و مصطفی مبلی[2]

چکیده

پژوهش‌های بسیاری جهت افزایش عملکرد گیاهان مختلف در شرایط شور صورت گرفته است، اما پژوهش‌های کمی بر روی استفاده از پایه‌های بومی جهت مقاومت به تنش شوری به ویژه از دیدگاه تغییرهای فیزیولوژیکی مؤثر بر افزایش مقاومت صورت گرفته است. بنابراین، تأثیر پایه‌های مختلف بومی شامل انواع پایه‌های کدو (خورشی، تنبل، آستانه اشرفیه، قلیانی، کارلا)، خیار بومی اصفهان و شاهد (خیار *Cucumis sativus v.* DAVOSII) و خیار غیرپیوندی رابطه‌های آبی و تغییرهای فیزیولوژیکی خیار پیوندی بررسی شد. بر این اساس پس از پیوند، تیمارهای شوری ناشی از نمک کلرید سدیم در سطح‌های صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل ۳×۸ در قالب طرح کامل تصادفی در گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان با سه تکرار اجرا شد. نتیجه‌های به‌دست آمده نشان داد پایه‌های کدو تنبل و خیار بومی در شرایط تنش شوری وزن تر و خشک ریشه و شاخساره بالاتری داشتند. بیشترین گل ماده در پایه خیار بومی بود. برهمکنش شوری و پایه بر زمان ظهور اولین گل ماده و شماره گره نشان داد که از نظر تعداد روز تا گلدهی بیشترین تأخیر مربوط به پایه‌های کدو تنبل، خیار بومی و کارلا بود. تعرق در پایه کدوی قلیانی و شوری صفر میلی‌مولار بیشترین و در پایه خیار بومی و شوری صفر میلی‌مولار کمترین مقدار را نشان داد. هدایت مزوفیلی در پایه خیار بومی در تمام سطح‌ها پایین‌ترین مقدار بود و در پایه کدو تنبل و کدو خورشی با افزایش شوری کاهش یافت. به طور کلی بین پایه‌های بومی مورد پژوهش به نظر می‌رسد پایه خیار بومی و کدو تنبل در مجموع اثرهای بهتری از نظر حفظ رشد در شرایط تنش شوری اعمال شده داشتند.

واژه‌های کلیدی: پایه‌های خیار، پیوند کدوئیان، تنش شوری، تغییرهای فیزیولوژیکی.

مقدمه

پس از خشکی مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش محیطی در منطقه‌های خشک جهان و از جمله ایران شوری می‌باشد. سطح کل خاک‌های شور در ایران حدود ۴۴ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که متجاوز از ۵۰٪ از زمین‌های در شرایط کشت آبی کشور است (۱۸، ۱۹). واکنش گیاهان به شوری در طی چرخه رشد ممکن است با توجه به برهمکنش متغیرهای گوناگون از جمله محیط کشت، مرحله نمو گیاه، غلظت نمک و مدت زمان قرارگیری در معرض آن متفاوت باشد (۲۱). اثرهای منفی شوری بر رشد گیاه به چند دلیل است: ۱) پتانسیل پایین آب خاک در محیط ریشه که باعث کمبود آب در گیاه می‌شود، ۲) اثرهای سمی یون‌ها که بیشتر یون سدیم، کلر و سولفات می‌باشد، ۳) تعادل نداشتن عنصرهای غذایی ناشی از کاهش ماده‌های غذایی مانند پتاسیم، منیزیم و کلسیم (۵) که این عامل‌ها منجر به تغییرهای فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی گیاهان در شرایط تنش می‌شوند (۱۵، ۱۷).

۱- تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۳

۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mhaghighi@cc.iut.ac.ir)

تنش شوری موجب تغییر در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی مانند فعالیت‌های فتوسنتزی (به علت بسته شدن روزنه‌ها و کاهش دی‌اکسیدکربن)، جذب ماده‌های معدنی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مشکل‌های اسمزی ناشی از تجمع بیش از حد یون سدیم در شاخساره می‌شود که در نهایت کاهش تولید ماده خشک گیاه را به دنبال دارد. به هم خوردن نسبت‌های یونی در شرایط شوری به دلیل تداخل در جذب سدیم با پتاسیم است. از طرف دیگر فعالیت‌های آنزیمی موجود در سیتوپلاسیم حساسیت زیادی به یون‌های نمک دارند و بنابراین حفظ نسبت بالای پتاسیم به سدیم در سیتوزول یک نیاز اساسی برای رشد گیاه در شرایط تنش شوری است (۲). همچنین کاهش وزن در تنش شوری ممکن است در اثر اختلال در جذب ماده‌های غذایی جهت رشد باشد؛ به عبارت دیگر در این شرایط به علت انباشته شدن یون‌های سدیم و کلر در برگ‌ها نوعی نبود تعادل در تغذیه کاتیونی گیاه به‌وجود آمده و گیاه دچار کمبود عنصرهایی مانند پتاسیم، منیزیم و کلسیم و آنیون‌های مثل نیترات می‌شود (۲۶) که این عامل‌ها نیز به نوبه خود روی فرایندهای رشدی گیاه اثر منفی خواهند داشت. راه‌کارهای گیاه جهت مقابله با تنش شوری از دیدگاه رابطه‌های آبی گیاه، تغییر در مسیر فتوسنتزی از راه تغییرهای روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای، تغییر در ساختار غشا و نسبت پتاسیم به سدیم است. در رقم‌های مقاوم تغییرهای فیزیولوژیکی گفته شده در جهت حفظ فتوسنتز، از راه حفظ هدایت مزوفیلی، کاهش تعرق و حفظ غشا از راه کاهش نشت یونی و افزایش نسبت پتاسیم به سدیم ایجاد می‌شود (۱).

برای مقابله با مشکل‌های ناشی از شوری و افزایش کارایی فیزیولوژیک گیاه، اقدام‌هایی از قبیل شناسایی و انتخاب رقم‌های متحمل به شوری، بهنژادی گیاهان به منظور افزایش تحمل به شوری، مدیریت تغذیه‌ای مناسب در شرایط تنش شوری پیشنهاد شده است (۱۲). علاوه بر پیشنهادهای گفته شده بر طبق مطالعه‌های اخیر، پیوند یکی از روش‌های مفید برای افزایش قدرت رشد و عملکرد گیاه، انگیزش تحمل بالاتر به تنش شوری و یا سایر تنش‌ها گزارش شده است. پیوندزنی در بهبود کیفیت محصول نیز تأثیرگذار است (۷، ۸، ۵، ۲۰، ۲۷). پیوند سبزی‌ها موضوع جدیدی در ایران می‌باشد و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه صورت گرفته است اما به علت استفاده گسترده از آن در سراسر جهان پژوهش‌های جامع در این زمینه نیاز می‌باشد (۱۲). اثبات شده است که پیوندزدن به وسیله افزایش جذب آب و ماده‌های غذایی توسط سیستم ریشه‌ای قوی‌تر پایه، افزایش تولید هورمون‌های درون‌زا و یا افزایش قدرت رشد پیوندک می‌تواند بر مقدار عملکرد اثر مستقیم داشته باشد (۴، ۸). با توجه به مطلب‌های گفته شده به منظور بررسی اثر پایه‌های بومی در افزایش رشد و عملکرد خیار به عنوان یک گیاه حساس به شوری و بررسی تغییرهای فیزیولوژیکی گیاه خیار پیوندی، پژوهش زیر پایه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل (۸×۳) در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۳ سطح شوری (صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم) و پایه‌ها شامل کدوهای خورشی (*Cucurbita pepo* L.)، تنبل (*Cucurbita maxima*)، آستانه اشرفیه (*Cucurbita moschata* cv. Astane ashrafiye)، قلیانی (*Lagenaria siceraria*)، کارلا (*Momorida charantia*) و خیار بومی اصفهان (*Cucumis sativus* cv. Isfahan) و شاهد (پیوند خیار برروی خیار*C. sativus* cv. DAVOSII) و خیار غیرپیوندی (*C. sativus* cv. DAVOSII) بود. در این آزمایش پیوند بر روی پایه‌های مختلف به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد. ابتدا بذرهای پایه‌های بومی (کدوهای خورشی، تنبل، آستانه اشرفیه، قلیانی، کارلا و خیار بومی اصفهان) در مخلوطی از کوکوپیت و پرلایت (۵۰:۵۰) کاشته و سپس بعد از این که بوته‌ها به مرحله یک برگ حقیقی رسیدند، روی آن‌ها پیوندک خیار DAVOSII به روش حفره‌ای پیوند زده شد. پس از انجام عملیات پیوند، همه گیاهان در داخل یک اتاقک تاریک با رطوبت نسبی ۹۹٪ و دمای ۲۵-۲۶ درجه سلسیوس قرار داده شدند و سپس به یک مینی تونل با رطوبت نسبی

۹۵٪ و دمای ۲۹- ۲۷ درجه سلسیوس انتقال یافتند. بوته‌های پیوندی به مدت ۱۰ روز در این محیط قرار گرفتند و سپس عمل مقاوم‌سازی به مدت ۵ روز بر روی آن‌ها اعمال شد. تیمار شوری ۲ هفته بعد از انتقال گیاهان پیوندی به تدریج در چند مرحله اعمال شد. بعد از اعمال شوری، گیاهان پیوندی در گلخانه، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵٪ قرار داده شدند و آبیاری آن‌ها به صورت معمولی انجام شد. در انتهای آزمایش، بوته‌ها از خاک بیرون آورده شدند و ریشه آن‌ها به خوبی در آب شسته شد، به صورتی که خاکی بر روی ریشه باقی نماند؛ سپس بوته‌ها وزن و برای به‌دست آوردن وزن خشک بوته‌ها، آنها را در خشک‌کن (۷۰ درجه سلسیوس) گذاشته و بعد از ۴۸ ساعت وزن شدند. همچنین در پایان آزمایش طول ساقه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. زمان ظهور اولین گل ماده بر اساس تعداد روز از زمان پیوند تا ظهور اولین گل ماده محاسبه شد. همچنین شماره گره‌ای که اولین گل ماده ظاهر شد نیز ثبت و از آن برای تعیین زودرسی محصول استفاده شد. در ضمن تعداد کل گل‌های ماده از زمان ظهور اولین گل تا پایان آزمایش شمارش شد. به منظور سنجش ویژگی‌های فتوسنتزی از دستگاه فتوسنتزمتر (مدلCL-01 ساخت کشور انگلستان) استفاده شد. محتوای نسبی آب برگ از فرمول زیر محاسبه شد:

$$RWC= (Fw – Dw / Sw –Dw) \times 100$$

که در آن، Fw: وزن تر برگ بعد از نمونه‌برداری، Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در خشک‌کن ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت، Sw: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر می‌باشد.

به منظور اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ و ریشه‌ها از دستگاه پمپ فشار (مدل ۳۱۱۵) و برای اندازه‌گیری مقدار سدیم بافت نیز از روش تهیه خاکستر خشک، توسط دستگاه فلیم فتومتر (مدل PFP7) استفاده شد.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به هر ویژگی به کمک نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS و نرم افزار Statistix نسخه ۴ انجام و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج

اثرهای ساده پایه نشان داد که مقدار تعرق در کدو قلیانی، مقدار هدایت مزوفیلی در کدو قلیانی و خورشی و خیار غیرپیوندی، مقدار سدیم، پتانسیل آب برگ در کدو آستانه اشرفیه، مقدار پتانسیل آب ریشه در خیار بومی، مقدار رطوبت نسبی شاخساره در کارلا و مقدار رطوبت نسبی در خیار بومی بیشترین مقدار را داشت. مقدار سدیم با انجام عمل پیوند در کلیه پایه‌ها کاهش یافت (جدول ۱).

اثرهای ساده شوری بر ویژگی‌های خیار پیوندی نشان داد که با افزایش شوری مقدار پتانسیل آب برگ و تعرق کاهش و مقدار هدایت مزوفیلی، غلظت سدیم، رطوبت نسبی ریشه و شاخساره افزایش یافت (جدول ۲).

اثر ساده تأثیر پایه بر ویژگی‌های رشدی خیار پیوندی نشان داد که بیشترین طول ساقه در پایه کدو تنبل، بیشترین وزن تر شاخساره در پایه کدو تنبل و خیار بومی، بیشترین وزن تر ریشه در پایه خیار بومی و بیشترین وزن خشک شاخساره و ریشه در پایه کدو تنبل و خیار بومی دیده شد (جدول ۳).

شوری باعث کاهش طول ساقه و وزن خشک شاخساره شد و بر سایر ویژگی‌های وزن تر و خشک ریشه و وزن تر شاخساره اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

بیشترین گل ماده در پایه خیار بومی، زودرس‌ترین خیار پیوندی بر روی پایه کارلا و دیررس‌ترین خیار پیوندی بر روی پایه کدو تنبل از نظر شماره گره‌ای که اولین گل ماده ظاهر می‌شود، مشاهده شد (جدول ۵)

جدول ۱- تأثیر پایه‌ها بر ویژگی‌های فتوسنتزی و پتانسیل آبی گیاه.

Table1. Effect of rootstocks on photosynthetic characteristics and water potential of plants.

پایه‌ها Rootstocks / ویژگی‌های مورد بررسی Evaluated characteristics	تعرق Transpiration (mmol $m^{-2}s^{-1}$)	هدایت مزوفیلی Mesophyll conductance (mmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$)	سدیم Sodium concentration (mg g^{-1})	پتانسیل آب برگ Leaf water potential (Bar)	پتانسیل آب ریشه Root water potential (Bar)	رطوبت نسبی شاخساره Relative water content of shoot (%)	رطوبت نسبی ریشه Relative water content of root (%)
خیار غیرپیوندی Non grafted	6.220 b†	0.070 a	35352 a	-4.07 c	-3.16c	899 cd	2129.1 bc
خیار *Cucumis sativus*	5.15 e	0.60 b	25010 b	-7.1 b	-3.58c	745 d	2369.4 bc
کدو تنبل *Cucurbita maxima*	5.970 c	0.050 c	13656 d	-5.31c	-1.97d	725.5 cd	2075.4 b
کدو قلیانی *Lagenaria.siceraria*	6.540 a	0.070 a	9376 e	-5.67bc	-3.13c	1215 b	2146 bc
کدو آستانه اشرفیه *Cucurbita moschata* cv. Astane ashrafiye	5.58 d	0.060 b	24805 b	-9.68 a	-3.53c	754.3 cd	1780.6 c
خیار بومی *Cucumis sativus* cv. Isfahan	4.540 f	0.030 e	24198 b	-5.81 bc	-7.82a	846.2 cd	5190.1 a
کارلا *Momorida charantia*	4.180 h	0.040 d	21719 bc	-4.12 c	-4.99 b	3718.2 a	1972.8 bc
کدو خورشی *Cucumis pepo*	4.500 f	0.070 a	19701 c	-7.27 b	-4.03 bc	839.1 c	1827.4 c

† In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۲- اثر سطح‌های مختلف شوری بر ویژگی‌های فتوسنتزی و پتانسیل آبی گیاه.

Table 2. The effect of salinity on photosynthetic characteristics and water potential of plants.

شوری Salinity	هدایت مزوفیلی Mesophyll conductance (mmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	تعرق Transpiration (mmol $m^{-2}s^{-1}$)	پتانسیل آب برگ Leaf water potential (bar)	سدیم Sodium (mg g^{-1} D.w.)	محتوای رطوبت نسبی شاخساره Relative water content of shoot (%)	محتوای رطوبت نسبی ریشه Relative water content of root (%)	محتوای نسبی آب برگ Relative water content of leaf (g)
0	0.05 b†	5.650 a	4.47 a	19718 b	10.402 b	22.978 a	53.91 a
30 mM	0.5 b	5.340 b	3.94 ab	2173 ab	8.233 c	27.627 a	54.16 a
60 mM	0.07 a	5.020 c	3.67 b	22604 a	18.165 a	26.239 a	50.48 b

† In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۳- اثر پایه‌ها بر طول ساقه وزن تر و خشک شاخساره و ریشه.

Table 3. The effect of rootstocks on length of shoot and fresh and dry weight of shoot and root.

پایه‌ها Rootstocks	طول ساقه Shoot length (cm)	وزن تر شاخساره Shoot fresh weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
خیار غیرپیوندی Non grafted	87.76 d†	46.16 b	13.75 c	4.78 bc	0.57 bc
خیار *Cucumis sativus*	120.33 bc	51.16 b	14.95 c	6.04 b	0.62 b
کدو تنبل *Cucurbita maxima*	147.37 a	109.08 a	37.33 b	12.50 a	1.11 a
کدو قلیانی *Lagenaria siceraria*	93.30 d	27.91 bc	11.45 c	2.80 cd	0.52 bc
کدو آستانه اشرفیه *Cucurbita moschata* cv. *Astane ashrafiye*	108.33 cd	46.92 b	8.84 c	5.55 bc	0.52 bc
خیار بومی *Cucumis sativus* cv.*Isfahan*	140.37 ab	110.48 a	74.16 a	11.89 a	1.31 a
کارلا *Momorida charantia*	39.33e	11.60 c	2.76 c	0.87 d	0.15 c
کدو خورشی *Cucurbita pepo*	88.13 d	46.05 b	7.91 c	5.05 bc	0.44 bc

† In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۴- اثر سطح‌های مختلف شوری بر طول ساقه و وزن خشک شاخساره.

Table 4. The effect of salinity on length shoot dry weight shoot.

شوری Salinity	طول ساقه Length of shoot (cm)	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (g)
0	108.15 a†	5.85 b
30 mM	111.88 a	7.85 a
60 mM	89.31b	4.86 b

† In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۵- تأثیر پایه‌ها بر ویژگی‌های گل‌دهی گیاه.

Table 5. The effect of rootstocks on flowering plant characteristics.

خیار غیرپیوندی Non grafted	تعداد گل ماده Number of female flowers	زمان ظهور اولین گل ماده Female flower emergence time (Day)	شماره گره ظهور اولین گل ماده No. of node of first female flower emergence
خیار *Cucumis sativus*	18 bc†	39.11 b	3.44 c
کدو تنبل *Cucurbita maxima*	16.78 bc	34.56 c	4.22 bc
کدو قلیانی *Lagenaria siceraria*	30.86 ab	39.57 b	6.73 a
کدو آستانه اشرفیه *Cucurbita moschata* cv. Astane *ashrafiye*	15.11 c	36.22 c	4.55 bc
خیار بومی *Cucumis sativus* cv. Isfahan	12.78 c	35.11 c	5.33 ab
کارلا *Momorida charantia*	36.77 a	35.18 c	2.79 c
کدو خورشی *Cucurbita pepo*	12.07 c	50.98 a	5.84 ab
خیار غیرپیوندی Non grafted	13.78 c	35.11 c	3.11 c

† In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

برهمکنش شوری و پایه بر وزن خیار پیوندی نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک شاخساره در پایه خیار بومی، کدو تنبل و کارلا به ویژه در شوری ملایم و پایه غیرپیوندی در شرایط غیرشور بود (شکل ۱).

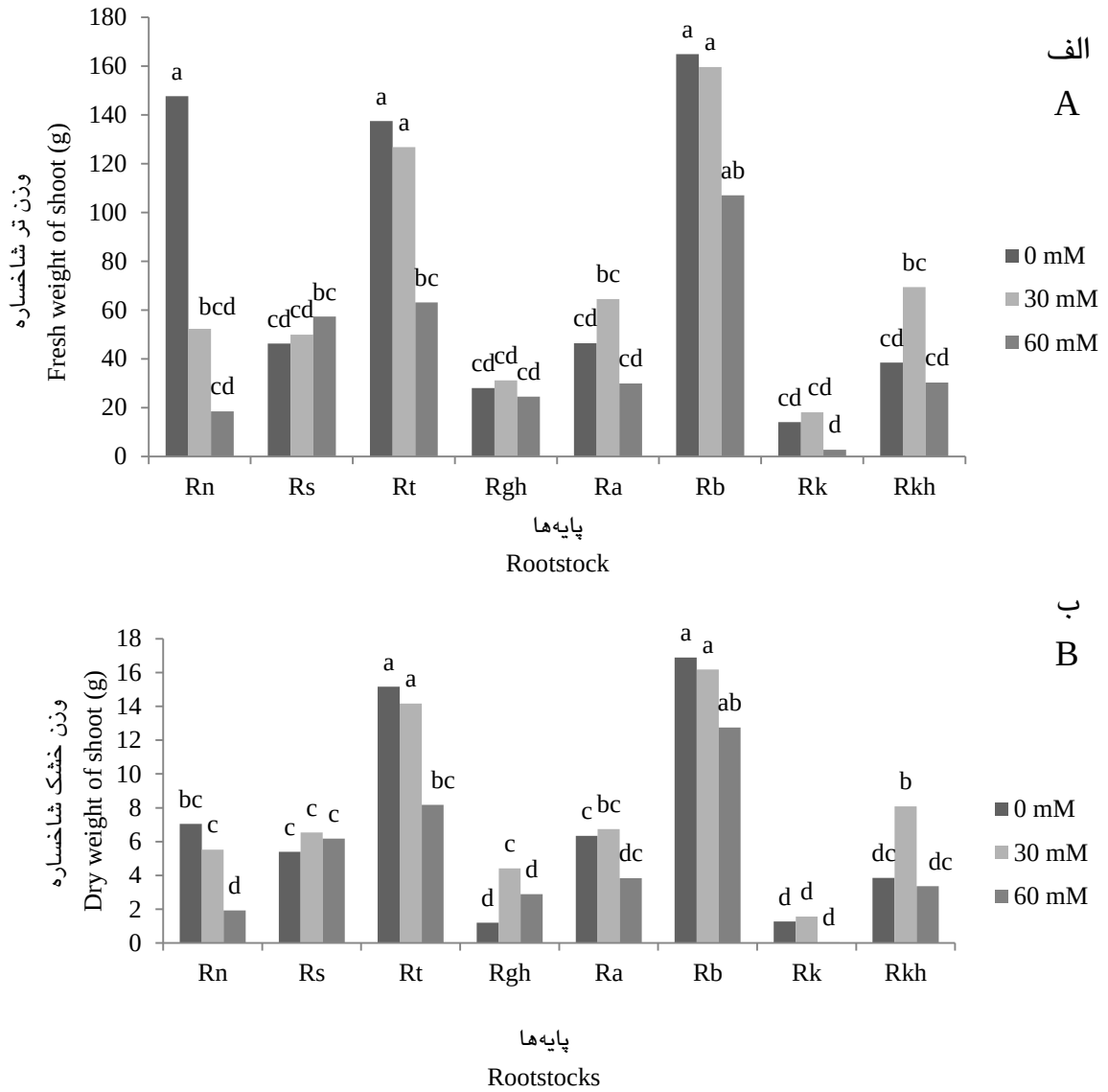

Fig. 1. Interaction between salinity and different rootstocks on dry weight of shoot (A) and fresh weight of shoot (B). In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل۱- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف روی وزن تر (الف) و وزن خشک شاخساره (ب). در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. Rn: خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

برهمکنش شوری و پایه بر رشد ریشه نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک ریشه در پایه کدو تنبل و بیشترین وزن خشک ریشه در پایه خیار بومی و غیرپیوندی و شوری صفر دیده شد. وزن تر و خشک ریشه با افزایش شوری هر دو پایه تفاوت معنی‌داری نداشت، به جز وزن تر ریشه در پایه کدو تنبل و وزن خشک در پایه خیار غیرپیوندی که کاهش یافت (شکل ۲).

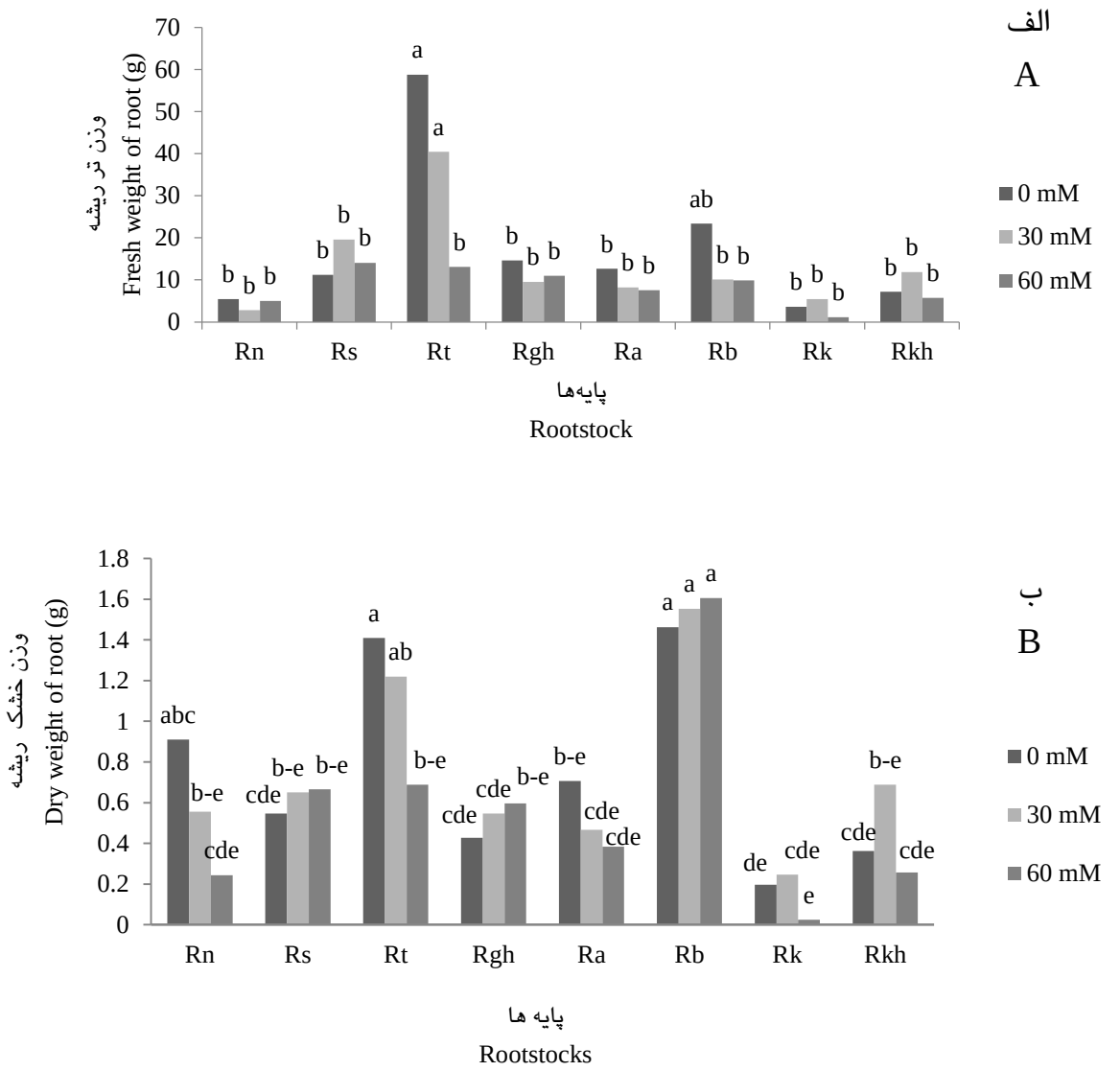

Fig. 2. Interaction between salinity and different rootstocks on root fresh weight (A) and dry weight of root (B). In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل۲- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف بر وزن تر (الف) و وزن خشک ریشه (ب). در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. Rn: خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

طول ساقه در پایه کدو تنبل و تعداد گل ماده در پایه کدو تنبل، خیار بومی و غیرپیوندی بدون شوری بیشترین تعداد بود. در پایه خیار غیرپیوندی با افزایش شوری تعداد گل ماده به طور معنی‌داری کاهش یافت؛ اما در پایه‌های پیوندی تفاوت معنی‌داری در تعداد گل بین سطح‌های مختلف شوری دیده نشد. طول ساقه نیز در پایه غیرپیوندی و سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار و پایه کارلا و سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار نسبت به سایر غلظت‌های شوری در همان پایه کاهش معنی‌داری داشت، اما در سایر پایه‌ها بین سطح‌های شوری تفاوت معنی‌داری نبود (شکل ۳).

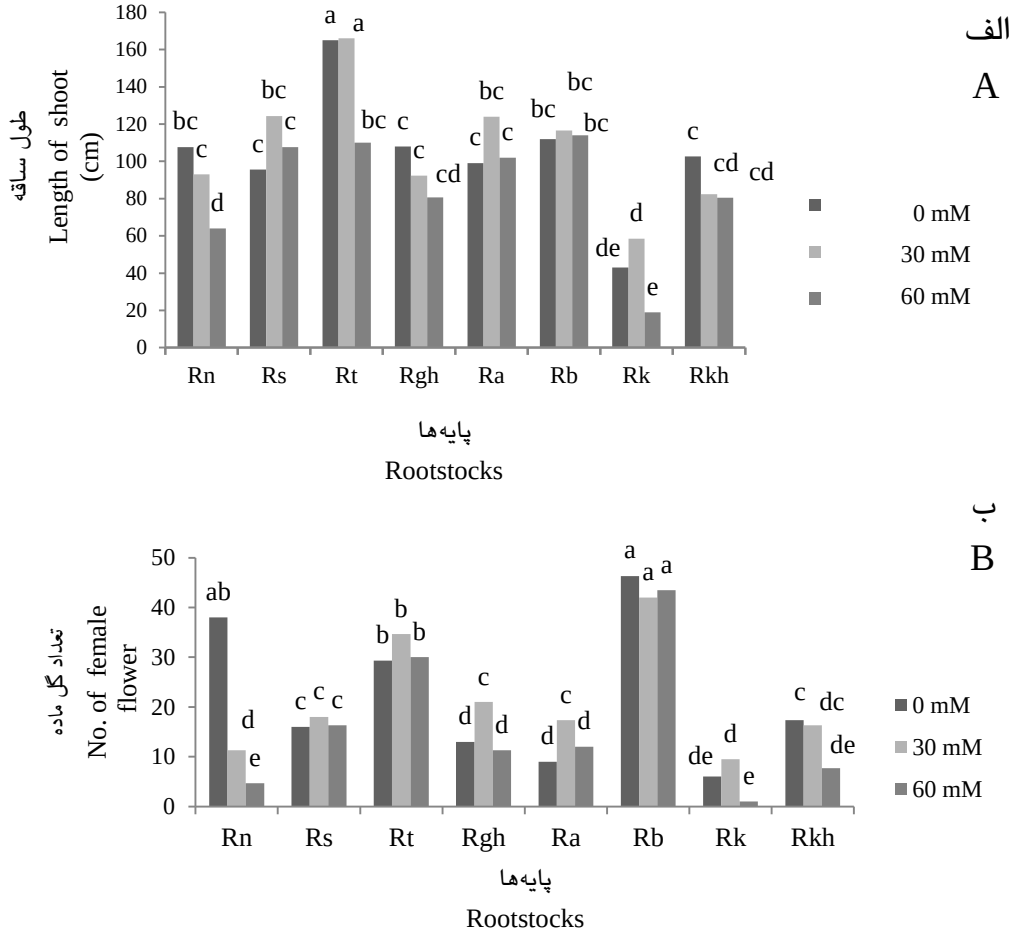

Fig. 3. Interaction between salinity and different rootstocks on length of shoot (A) and First of node of female flower (B). In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل۳- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف روی طول ساقه (الف) و تعداد گل ماده (ب). در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. Rn: خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

زمان ظهور اولین گل ماده در پایه کدو تنبل به تأخیر افتاد، اما شماره گره‌ای که اولین گل ماده دیده شد در پایه خیار بومی و خیار و کدو خورشی کمترین و در کدو تنبل بیشترین تعداد بود (شکل ۴).

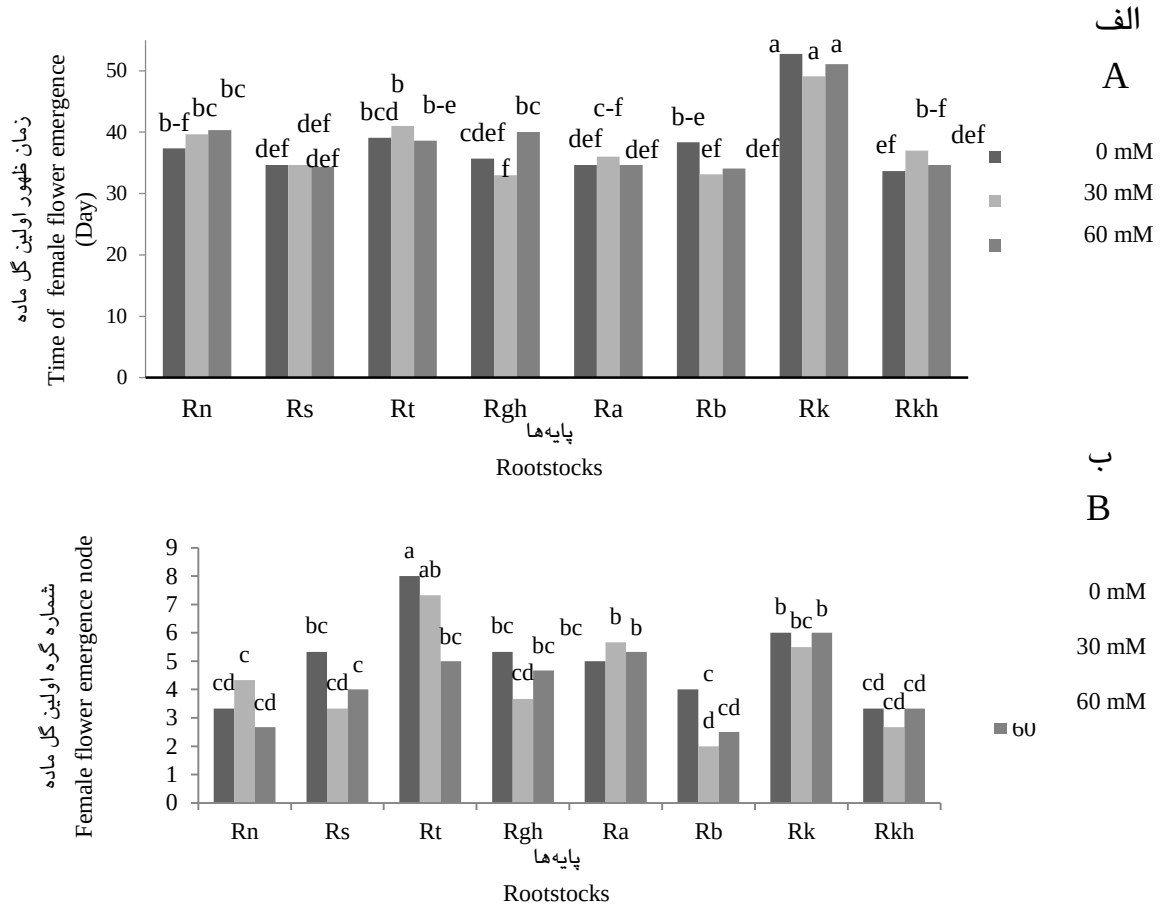

Fig. 4. Interaction between salinity and different rootstocks on time of female flower emergence (A) and number of node of female flower (B). In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل۴- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف روی زمان ظهور اولین گل ماده (الف) و شماره گره ظهور اولین گل ماده (ب). در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. Rn: خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

تعرق در پایه قلیانی و شوری صفر میلی‌مولار بیشترین و در پایه خیار بومی و شوری صفر میلی‌مولار کمترین مقدار را نشان داد و روند مشخص دیگری در سایر پایه‌ها نداشت (شکل ۵- الف). هدایت مزوفیلی در پایه خیار بومی در تمام سطح‌های شوری پایین‌ترین مقدار را بین پایه‌ها داشت و در پایه خیار بومی، کدو تنبل و کدو خورشی با افزایش شوری کاهش یافت (شکل ۵- ب).

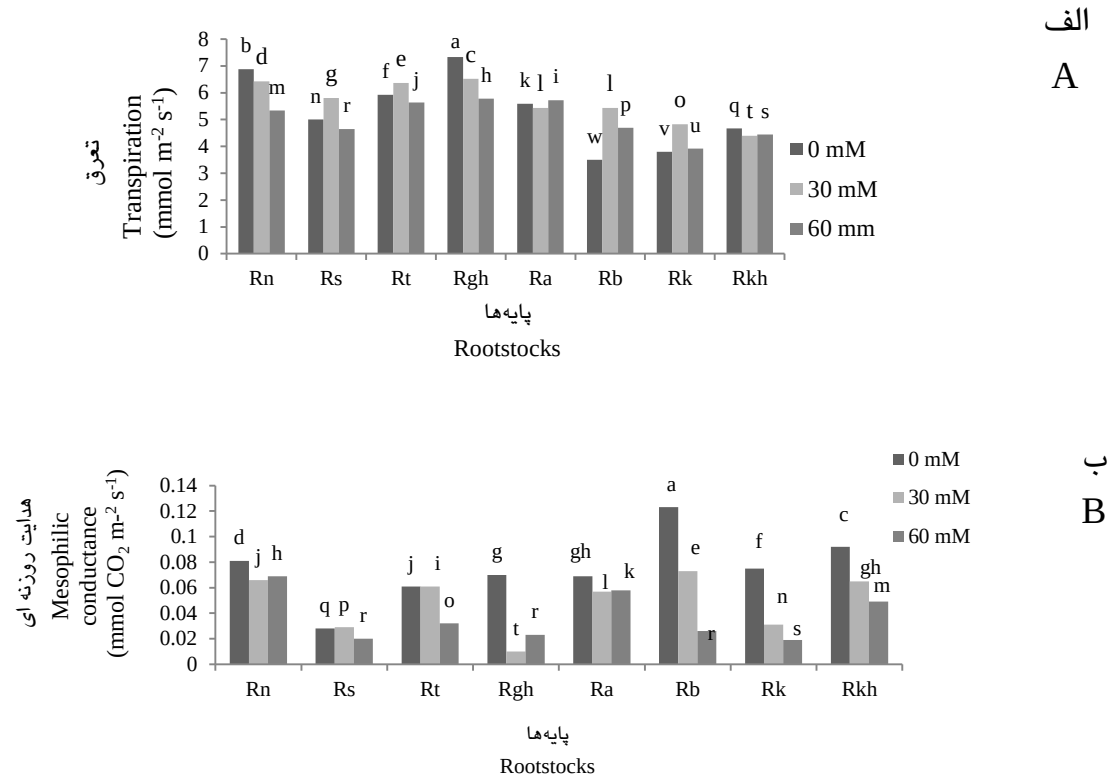

Fig. 5. Interaction between salinity and different rootstocks on transpiration (A) and Mesophyll Conductance (B). In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل۵- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف روی شدت تعرق (الف) و هدایت مزوفیلی (ب). در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. Rn: خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

مقدار سدیم در پایه غیرپیوندی با افزایش شوری افزایش یافت؛ همچنین در پایه کدو قلیانی کمترین مقدار و بین سطح‌های شوری تفاوت معنی‌داری نداشت. در پایه کارلا و کدوی آستانه اشرفیه با افزایش شوری مقدار سدیم کاهش یافت و در کدو خورشی افزایش نشان داد (شکل ۶).

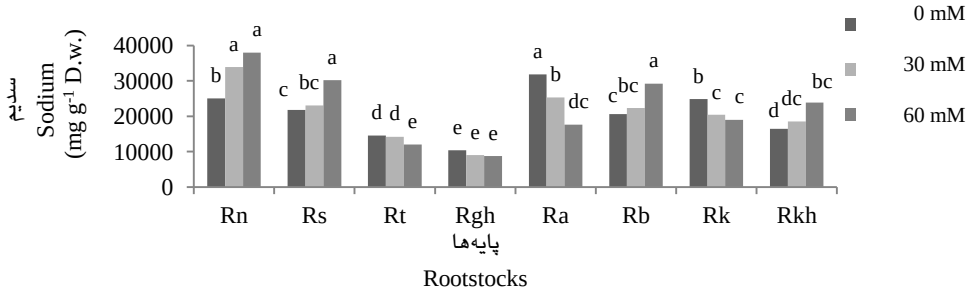

Fig. 6. Interaction between salinity and different rootstocks on Sodium. In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل۶- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف روی غلظت سدیم. در هر ستون میانگین‌هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.Rn : خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

پتانسیل آب برگ و ریشه در پایه کدو آستانه اشرفیه و خیار بومی به ترتیب بیشترین مقدار را داشت. پتانسیل آب برگ و ریشه در بیشتر پایه‌ها با افزایش شوری تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما در پایه خیار غیرپیوندی کاهش یافت. پتانسیل آب ریشه در پایه کارلا با افزایش شوری کاهش یافت (شکل ۷- الف و ب).

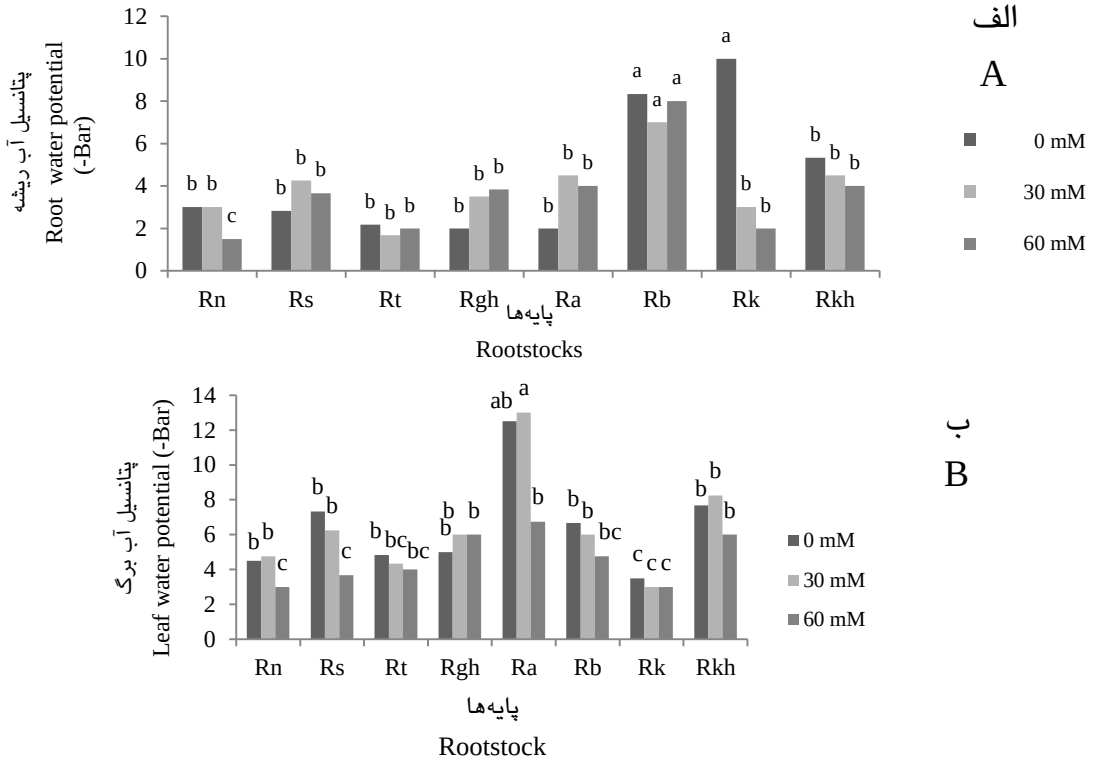

Fig. 7. Interaction between salinity and different rootstocks on root water potential (B) and leaf water potential (B). In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل ۷- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف روی پتانسیل آب ریشه (الف) و پتانسیل آب برگ (ب). در هر ستون میانگین-هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. Rn: خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

محتوای رطوبت نسبی ریشه و ساقه به ترتیب در پایه کارلا و خیار بومی بیشترین مقدار را داشت و در بیشتر پایه‌ها تفاوت معنی‌داری بین سطح‌های مختلف شوری وجود نداشت (شکل ۸- الف و ب).

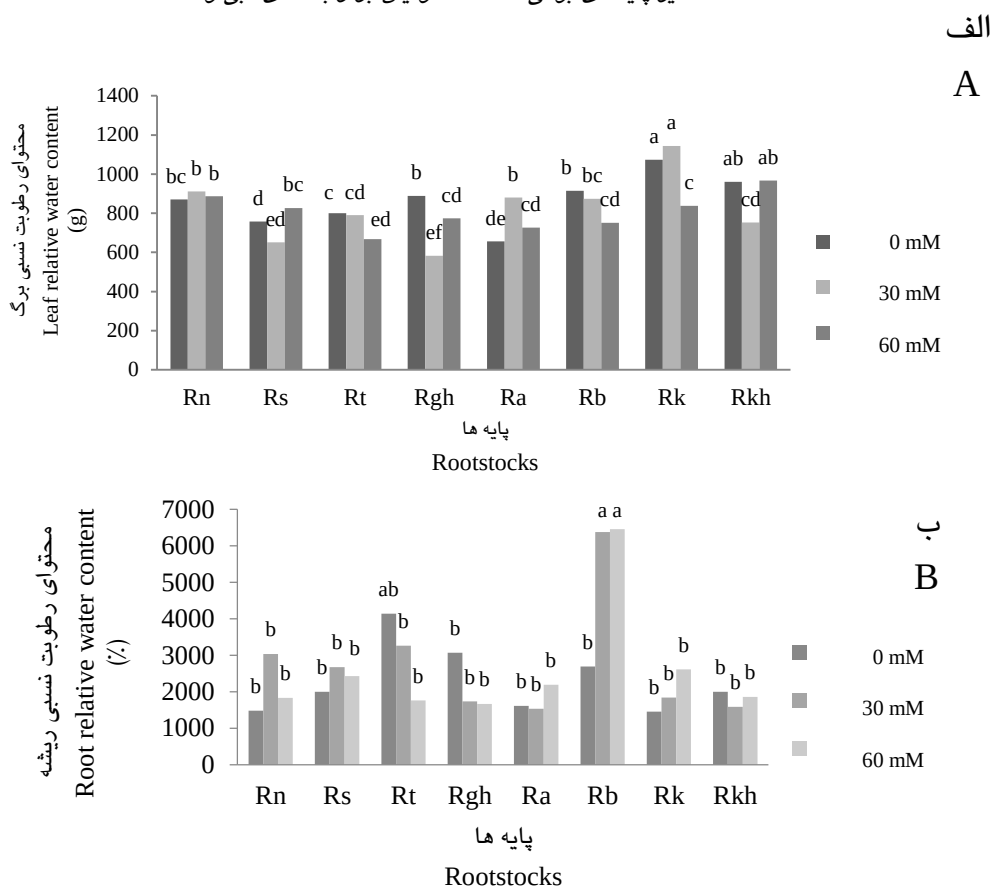

Fig. 8. Interaction between salinity and different rootstocks on relative humidity content Leaf (A) and relative humidity content root (B). In each column means followed with similar letters are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

شکل ۸- برهمکنش شوری و پایه‌های مختلف روی محتوای رطوبت نسبی برگ (الف) و ریشه (ب). در هر ستون میانگین-هایی که کمینه یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. Rn: خیار غیر پیوندی، Rs: پیوند خیار روی خیار، Rt: کدو تنبل، Rgh: کدو قلیانی، Ra: کدو آستانه اشرفیه، Rb: خیار بومی، Rk: کارلا، Rkh: کدو خورشی.

بحث

برهمکنش پایه و سطح‌های شوری بر ویژگی‌های فتوسنتزی و پتانسیل آبی گیاه

مقایسه بین سطح‌های مختلف شوری بر ویژگی‌های فتوسنتزی و پتانسیل آبی پایه‌های خیار نشان داد که با افزایش شوری، هدایت مزوفیلی، تعرق، پتانسیل آب برگ و محتوای نسبی آب برگ کاهش و از طرفی مقدار سدیم افزایش یافت. برهمکنش پایه و سطح‌های شوری نیز نشان داد که پایه بر این ویژگی‌ها اثر معنی‌دار داشته است، به طوری که در بین پایه‌ها خیار بومی، کدو آستانه اشرفیه و کدو تنبل پتانسیل آب بالاتری طی تنش شوری داشتند. پایه خیار بومی به احتمال با توانایی بالاتر در جذب آب از راه ریشه به دنبال پتانسیل آب منفی‌تر ریشه، به حفظ رطوبت نسبی بالاتر در ریشه و برگ کمک می‌کند و از این راه شاخساره و ریشه رشد بیشتر می‌کند و وزن تر و خشک ساقه و وزن خشک ریشه حفظ می‌شود. از طرفی پایه خیار بومی و کارلا با کاهش مقدار تعرق و هدایت مزوفیلی یعنی از راه بستن روزنه‌ها همراه با تعادل اسمزی به حفظ آب در گیاه و حفظ رشد گیاه کمک می‌کند. افزایش سدیم در برگ پایه خیار بومی و عدم تغییر سدیم در پایه کارلا می‌تواند نشان دهنده نقش این عنصر در حفظ تعادل اسمزی در واکوئل باشد (۱).

کاهش نسبی آب برگ نشان‌دهنده کاهش فشار آماس ناشی از محدودیت دسترسی به آب برای فرایندهای توسعه‌ی یاخته‌ای می‌باشد. همچنین افزایش غلظت نمک در یاخته‌های گیاهی منجر به کاهش پتانسیل آب برگ و

محتوای نسبی آب بافت می‌شود (۲۸). در برخی از پایه‌ها نیز مشاهده می‌شود که با افزایش شوری محتوای نسبی آب تغییر معنی‌داری نشان نداده است. در این رابطه تغییر در ترکیب‌های محلول جهت تنظیم اسمزی می‌تواند دلیل این پدیده باشد (۱۳، ۱۴). گیاهان به منظور حفظ فشار آماس و جذب آب برای فرایندهای رشدی نیاز به پتانسیل آب درونی پایین‌تری نسبت به خاک دارند و این امر از راه جذب یون‌های غیرآلی یا ساخت نمک‌های محلول میسر می‌شود. ترکیب‌هایی مانند ساکاروز، پرولین و گلایسین بتائین در این زمینه نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند. در غلظت-های بالا این محلول‌های سازگار، تنظیم اسمزی را انجام می‌دهند. علاوه بر این پیشنهاد شده است که ممکن است به وسیله حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن که طی تنش شوری ایجاد شده‌اند، اثر حفاظتی نیز داشته باشند (۲۴، ۳۰). طی تنش شوری گیاهان گوجه‌فرنگی و خیار پیوند شده نسبت به گیاهان غیرپیوندی قندهای محلول و مقدار پرولین بالاتر و سدیم و کلر کمتری در برگ‌ها نسبت به ریشه داشته‌اند؛ از این رو مقاومت افزایش یافته گیاهان پیوند شده را به تغییر در ترکیب‌های اسمزی نسبت داده‌اند (۱۳، ۱۴). در پژوهش حاضر نیز با توجه به مطلب‌های گفته شده دلیل احتمالی پتانسیل بالاتر آب گیاهان پیوندی را می‌توان به تنظیم اسمزی پایه‌ها نسبت داد. پتانسیل آب بالاتر پایه‌های پیوندی امکان ادامه رشد بهتر در شرایط تنش را فراهم و از کاهش رشد جلوگیری کرده است.

شوری، با هدایت روزنه‌ای و سرعت فتوسنتز رابطه عکس دارد به طوری که منجر به کاهش تولید ماده خشک می‌شود. مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی و کلروفیل در تنش شوری کاهش می‌یابد. کاهش در مقدار کلروفیل ممکن است به علت افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل (کلروفیلاز) باشد. نژادگان‌های مقاوم‌تر مقدار کلروفیل را در سطح بالاتری حفظ می‌کنند که دلیل احتمالی آن فعالیت بالاتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت می‌باشد که از تجزیه کلروفیل برگ جلوگیری می‌کند (۲۵). مقدار هدایت مزوفیلی نیز بستگی به مقدار کلروفیل و پروتئین دارد بنابراین با حفظ مقدارهای بالاتری از کلروفیل و پروتئین، هدایت مزوفیلی نیز در سطح بالاتری باقی می‌ماند (۲۳، ۲۴).

نتیجه‌های حاصل از آزمایش نشان می‌دهد که با افزایش سطح شوری مقدار سدیم برگ افزایش، پتانسیل و محتوای نسبی آب برگ و نیز مقدار تعرق کاهش یافته است. همچنین محتوای نسبی آب برگ بیشتر از ریشه از شوری اثر گرفته است. در پژوهش حاضر با وجود تفاوت در ظرفیت پایه‌ها غلظت سدیم در گیاهان پیوندی نسبت به غیرپیوندی کمتر بود، که این مشاهده‌ها با نتیجه‌های کولا و همکاران (۱۱) بر روی خیار پیوند شده در شرایط شوری مطابقت دارد. مقاومت بافت به سدیم، بستگی به ذخیره آن در واکوئل دارد که می‌تواند آنزیم‌های سیتوسولی را از اثرهای سمی یون‌ها حفاظت نماید. چنین سازوکاری پیشنهاد می‌کند که گیاهان پیوندی با سدیم کمتر در بخش‌های هوایی به احتمال ظرفیت ریشه بالاتری برای مصادره کردن یون سدیم داخل واکوئل‌های خود داشته‌اند (۳). به نظر می‌رسد در پایه‌های پیوندی در شرایط شوری ملایم، سدیم در واکوئل ذخیره می‌شود و بنابراین اثر سمی آن کاهش می‌یابد و سرعت فتوسنتز و رشد کاهش معنی‌داری پیدا نمی‌کنند. از طرفی پایه کدو تنبل و کدو قلیانی به طور چشمگیری از جذب و انتقال سدیم جلوگیری کردند و از این روش اثرهای مثبتی بر رشد گیاه داشتند. به نظر می‌رسد پایه کدو تنبل از جذب سدیم جلوگیری کرده است زیرا بیشترین رشد ریشه نیز در این پایه دیده شد و به دنبال آن بیشترین رشد شاخساره نیز در این پایه در شوری صفر و ۳۰ میلی‌مولار مشاهده شد؛ اما به نظر می‌رسد پایه خیار بومی سدیم را در واکوئل ذخیره و از این روش از اثرهای سمی سدیم جلوگیری کرده؛ زیرا اگرچه جذب سدیم بالایی داشت اما این سدیم اثرهای سمیتی بر فرایند فتوسنتز نداشت و رشد ریشه و بخش هوایی افزایش یافت بنابراین می‌توان گفت پایه‌های مختلف با سازوکارهای مختلفی جذب یا ذخیره سدیم را انجام می‌دهند و رشد را در سطح شاهد حفظ می‌کنند.

برهمکنش پایه و شوری بر وزن تر و خشک شاخساره و ریشه

یکی از اثرهای مضر شوری در بیشتر گونه‌های گیاهی کاهش رشد به ویژه رشد شاخساره می‌باشد، که به عنوان یک شاخص برای تعیین مقدار تحمل به شوری محسوب می‌شود. پایه‌های کدو تنبل و خیار بومی طی شوری با وزن تر و خشک ریشه بالاتر وزن تر و خشک شاخساره بالاتری نیز دارند. به عبارت دیگر بین وزن تر و خشک ریشه با شاخساره ارتباط وجود دارد. در این رابطه کولا و همکاران (۶) اظهار داشتند که ویژگی‌های سیستم ریشه‌ای از قبیل طول و تراکم ریشه، تعداد ریشه‌های موئین و سطح آنها می‌تواند دلیلی برای کاهش اثرهای منفی و مخرب شوری بر رشد شاخه‌ها باشد. بنابراین رشد بهتر گیاهان پیوند شده در مقایسه با غیرپیوندها علاوه بر مطلب‌های گفته شده ممکن است با تفاوت رشد ریشه در شرایط تنش شوری مرتبط باشد. هرچه گیاه بیشتر در معرض شوری قرار گرفته باشد با کاهش وزن ریشه از وزن سایر قسمت‌ها نیز کاسته می‌شود که به دلیل انتقال نیافتن یا انتقال کم آب و عنصرهای غذایی از ناحیه ریشه می‌باشد (۱۶). همچنین کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه و برگ در اثر شوری نشان‌دهنده حضور نداشتن یا مؤثر نبودن سازوکارهای تحمل به تنش شوری در رقم‌های حساس می‌باشد. محدود کردن غلظت سدیم در برگ‌ها منجر به عملکرد بالاتر و تولید ماده خشک بیشتر می‌شود، مطالعه‌های انجام شده پیشنهاد می‌کنند که مقاومت بالاتر سبزی‌های پیوند شده به شوری بیشتر مرتبط با مقدار سدیم و کلر کمتر در شاخه‌ها می‌باشد. در پژوهش حاضر نتیجه‌های برهمکنش شوری و پایه بر وزن تر و خشک ریشه و شاخساره نیز بیانگر کاهش در مقدار این ویژگی‌ها بود و مقدار این کاهش در گیاهان پیوندی کمتر از گیاهان غیرپیوندی بود. این مشاهده‌ها با نتیجه‌های آزمایش‌های صورت گرفته بر روی گیاهان هندوانه پیوند شده در شرایط شوری مطابقت دارد. با بررسی این پایه‌ها مشخص شد گیاهان پیوندی سدیم کمتری به برگ‌ها منتقل کرده‌اند که این موضوع می‌تواند دلیل کاهش کمتر وزن گیاهان پیوند شده باشد(۹، ۱۰). نتیجه‌های این آزمایش نشان داد که کدو تنبل با سازوکار جذب کمتر سدیم باعث حفظ رشد گیاه در شرایط تنش شوری شد و پایه خیار بومی از راه سازوکار متفاوتی رشد را تأمین کرده است که به طور مفصل به آن پرداخته شد.

برهمکنش پایه و شوری بر طول ساقه

طی تنش شوری در بین پایه‌ها بیشترین طول ساقه مربوط به پایه کدو تنبل و خیار بومی بود و کمترین طول ساقه نسبت به غیرپیوندی در پایه کارلا مشاهده شد. طول ساقه و ریشه مهم‌ترین شاخص‌های مشاهده شده ناشی از اثرهای تنش‌های محیطی به ویژه شوری و خشکی هستند، زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب و نمک‌های محلول را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌ها منتقل می‌کند. بنابراین تغییرهای طولی این دو شاخص نشانه مهمی برای پاسخ گیاهان به تنش شوری محسوب می‌شود (۱۷). کاهش ارتفاع (طول ساقه) در شرایط تنش شوری در بسیاری از آزمایش‌های دیگر گزارش شده است، که این کاهش ارتفاع خود باعث کاهش وزن ساقه و در نهایت وزن خشک نیز می‌شود. تنش شوری از راه کاهش افزایش یاخته‌ای و کاهش تجمع ماده خشک باعث کوتاه شدن میانگره‌ها و ارتفاع بوته می‌شود در نتیجه وزن خشک شاخساره را نیز کاهش می‌دهد (۱۶، ۲۵). مونز (۲۲) اشاره می‌کند که پاسخ رشدی گیاهان به شوری طی دو مرحله آشکار می‌شود: مرحله اول به سرعت ظاهر می‌شود که ناشی از اثر تنش اسمزی ایجاد شده توسط شوری در خارج از گیاه است و مرحله دوم که مدتی طول می‌کشد در نتیجه اثر سمی نمک داخل گیاه است زیرا در این مرحله ورود نمک به درون گیاه بیش از توانایی یاخته‌های گیاه برای اختصاص دادن نمک به درون واکوئل است. در این آزمایش با توجه به اینکه اندازه‌گیری طول ساقه در پایان آزمایش انجام شد، بنابراین کاهش طول ساقه را می‌توان به اثر سمی یون‌ها نسبت داد. در پایه کارلا کمترین طول ساقه در تمام سطح‌های شوری دیده شد. مقدار وزن تر و خشک قسمت هوایی آن نیز نسبت به سایر پایه‌ها کمتر بوده که تأیید کننده مطلب‌های گفته شده است.

برهمکنش شوری و پایه‌ها بر تعداد گل ماده، زمان ظهور و شماره گره اولین گل ماده

ثابت شده است که زمان گل‌دهی می‌تواند توسط شرایط محیطی گوناگونی کنترل شود و در برخی گونه‌های گیاهی گل‌دهی از تنش‌های غیرزیستی اثر می‌گیرد که می‌تواند از یک گونه به گونه دیگر متفاوت باشد؛ به این معنا که ممکن است یک تنش غیرزیستی مانند شوری باعث زودگل‌دهی در یک گونه و یا تأخیر در گلدهی در گونه دیگر شود با این حال گزارش شده است که در گونه‌های گیاهی یک‌ساله تنش‌های غیرزیستی می‌توانند موجب سرعت در گلدهی شوند که به عنوان یک راه‌کار جلوگیری از تنش می‌باشد؛ چرا که طی این فرایند گیاه در مدت کوتاه‌تری چرخه زندگی خود را کامل و گل و بذر تولید می‌کند (۱). برهمکنش شوری و پایه بر زمان ظهور اولین گل ماده و شماره گره نشان می‌دهد که از نظر تعداد روز تا گل‌دهی بیشترین تأخیر مربوط به پایه‌های کدو تنبل، خیار بومی و کارلا می‌باشد. همچنین در دو پایه اول ظهور اولین گل ماده را با تعداد گره بیشتری نشان داده‌اند. این موضوع نشان دهنده مقاومت بیشتر پایه کدو تنبل و کارلا به شوری می‌باشد، اگرچه ممکن است باعث کمی تأخیر در رسیدن محصول به بازار شود. پایه کارلا دیرتر به گل رفت و تعداد گل ماده کمتری طی تنش داشت در صورتی‌که پایه کدو تنبل و خیار بومی علاوه بر گلدهی دیرتر در شرایط تنش که نشان از مقاومت این پایه است تعداد گل ماده بیشتری نیز داشتند که این امر می‌تواند در عملکرد و مقدار محصول نقش مثبتی داشته باشد. از طرفی بر اساس فیزیولوژی گل‌دهی گل‌های نر در کدوئیان در گره‌های پایین‌تر و سپس گل‌های ماده در گره‌های بالاتر ظاهر می‌شوند که بر این اساس گل‌دهی کدوتنبل و خیار بومی قابل توجیه است. به طور کلی به نظر می‌رسد کارلا با کاهش طول ساقه و تعداد گل کمتر و دیرگلدهی، بیشتر از تنش شوری اثر گرفته است و پایه کدو تنبل و خیار بومی اگرچه دیرتر به گل رفته‌اند اما با تعداد گل بیشتر بر حسب فیزیولوژی گل‌دهی این تیره، با تنش مقابله کرده‌اند (۱۲).

نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت پایه‌های مختلف با سازوکارهای مختلفی به حفظ رشد و عملکرد طی تنش شوری پاسخ می‌دهند. پایه کدو تنبل با کاهش جذب سدیم و خیار بومی با تجمع واکوئلی سدیم و حفظ رطوبت نسبی بالاتر از راه تنظیم اسمزی کاراتر و کاهش تعرق و هدایت مزوفیلی تلاش در حفظ رشد داشته‌اند. به نظر می‌رسد بین پایه‌های بومی مورد پژوهش، پایه خیار بومی و کدو تنبل در مجموع رفتار بهتری داشته‌اند و قابل توصیه می‌باشند. اگرچه آزمایش‌های بیشتر به ویژه در رابطه با اثر این پایه‌ها بر کیفیت میوه قبل از کاربرد تجاری آن توصیه می‌شود.

منابع References

۱. کافی، م.، ا. بروزیی، م. صالحی، ع. کمندی، ع. معصومی و ج. نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۲ ص.

2. Apse, M.P. and E. Blumwald. 2002. Engineering salt tolerance in plant. J. Biotech. 13:146-150.
3. Chen, S.F., Y.L. Zhu, G.W. Zhang, Z.L. Liu and G.P. Wei. 2008. Effect of NaCl stress on ATPase activities of root plasma and tonoplant membranes in grafted tomato seedling. Plant Nutr. Fert. Sci. 14:1098-1103.
4. Colla, G., Y. Rouphael, M. Cardarelli, D. Massa, A.Salerno and E. Rea. 2006a. Yield fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. J. Hort. Sci. Biotechnol. 81:146-152.
5. Colla, G., C.M.C. Suarez, M. Cardarelli and Y. Rouphael. 2010. Improving nitrogen use efficiency in melon by grafting. HortScience 45:559-565.

6. Colla, G., Y. Rouphael, C. Mirabelli and M. Cardarelli. 2011. Nitrogen-use efficiency traits of mini-watermelon in response to grafting and nitrogen-fertilization doses. Plant Nutr. Soil Sci. 174:933-941.
7. Colla, G., Y. Rouphael, C. Leonardic and Z. Bie. 2010. Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. Sci. Hortic. 127:147-155.
8. Colla, G., Y. Rouphael, M. Cardarelli, A. Salerno and E. Rea. 2010. The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. Environ. Exp. Bot. 68:283-291.
9. Colla, G., Y. Rouphael, M. Cardarelli and E. Rea. 2006. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange and mineral composition of grafted watermelon plants. Hort. Sci. 41:622-627.
10. Colla, G., Y. Rouphael, M. Cardarelli, O. Temperini, E. Rea, A. Salerno and F Pierandrei. 2008. Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. Acta Hortic. 782:359-363.
11. Colla, G., Y. Rouphael, R. Jawadb, P. Kumara, E. Reac and M. Cardarelli. 2013. The effectiveness of grafting to improve NaCl and $CaCl_2$ tolerance in cucumber. Sci. Horti. 164:380-391.
12. Etemadi Poor, R. 2015. Investigating the effect of grafted watermelon on tolerance to drought and salinity. J. N. A. Sci.4:670-673.
13. Huang, Y., R. Tang, Q.L. Cao and Z.L. Bie. 2009. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerate rootstock under NaCl stress. Sci. Hortic. 122:26-31.
14. Huang, Y., J. Zhu, A. Zhen, L. Chen and Z.L. Bie. 2009. Organic and inorganic solutes accumulation in the leaves and roota of grafted and ungrafted cucumber plants in response to NaCl stress. J. Food Agric. Environ. 7:703-708.
15. Iqbal, N., M.Y. ASraf, F. Javed, V. Martinez and K. Ahmad. 2006. Nitrate reduction and nutrient accumulation in wheat grown in soil salinized with four different salt. J. Plant Nutr. 29:409-421.
16. Iqbal, S. and N.K.M. Aftab. 2008. Comprative Performance of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes under salinity stress. Ionic composition. J. Biol. Sci. 2:43-45.
17. Jamil M., C.C. Lee, S.U. Rehman, D.B. Lee, M. Ashraf and E.S. Rha. 2005. Salinity NaCl tolerance of *Brassica* species at germination and early seedling growth. J. Environ. Agric. Food. Chem. 4:970-976.
18. Kolar, J. and J. Senkpva. 2008. Reduction of mineral nutrient availability accelerates flowering of *Arabidopsis thaliana*. J. Plant Physiol. 165:1601-1609.
19. Koushafar, M., A.H. Khoshgoftarmanesh, A.A. Moezzi and M. Mobli. 2011. Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and crop per drop(CPD) of hydroponic-grown tomato. Sci. Hort. 131:1-5.
20. Lee, J.M., C. Kubota, S.J. Taso, Z. Bie, P. Hoyos Echevarria, L. Morra and M. Oda. 2010. Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, autontion. Sci. Hortic. 127:93-105.
21. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25:239-250.

22. Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytol. 167:645-663.
23. Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-681.
24. Noreen, Z. and M. Ashraf. 2009. Changes in antioxidant enzymes and some key metabolites in some genetically diverse cultivars of radish (*Raphanus sativus*) Environ. Exp. Bot. 67:395-402.
25. Pagter, M., C. Bragato, M. Malagoli and H. Brix. 2009. Osmotic and ionic effects of NaCl and Na2SO4 salinity on phragmites australis. Aquat. Bot. 90:43-51.
26. Sariam, P.K., K.V. Rao and G.C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci. 163:1037-1046.
27. Temperini, O., N. Calabrese, A. Temperini, Y. Rouphael, R. Tesi, A. Lenzi, A. Carito and G. Colla. 2013. Grafting artichoke into cardoon rootstock: graft compatibility, yield and verticillium wilt incidence. Sci. Hortic. 149:22-27.
28. Vysotskaya, L., P.E. Hedley, G. sharipova, D. Veselov, G. Kudoyarova, J. Morris and H.G. Jones. 2010. Effect of salinity on water relations of wild barley plants differing in salt tolerance. AoB Plants. 86:407-421.

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 17 (3): 351-368 (2016)

The Effect of Different Endemic Cucurbita Rootstocks on Water Relation and Physiological Changes of Grafted Cucumber under Salinity Stress

A. Farajimanesh, M. Haghighi* and M. Mobli[1]

There are many different studies on the increasing yield under salinity condition, there is limited study on the usage of endemic rootstocks for increasing the salinity resistance on the view of physiological changes which is result in these resistance was done. For study the effect of different endemic rootstocks on water relation and physiological changes of grafted cucumber this study was designed. Rootstocks were *Cucurbita pepo, Cucurbita maxima, Cucurbita moschata v.Astane ashrafiye, Lagenaria siceraria, Momorida charantia, Cucumis sativus v. Isfahan* and self-grafted of cucumber and non-grafted as a control. After grafting salinity treatments with three levels of 0, 30 and 60 mM was applied. The experimental design was factorial based on CRD with 3 replicates. Results was shown that Tanbal and Isfahan cucumber with highest fresh and dry weight of root has the highest fresh and dry weight of shoot. The highest female flower number was in Isfahan cucumber rootstocks. The interactive effect of rootstock and salinity was show that the latest emergence of female flower was seen in Tanbal, Karella and Isfahan cucumber. Transpiration was highest in Ghalyani and no salinity and the lowest in Isfahan cucumber without salinity. Mesophyll conductance was lowest in Isfahan umber in all salinity level and in Tanbal and Khoreshi decreased with increasing of salinity. Generally, within these endemic rootstocks was studied in this research, Isfahan cucumber and Tanbal has the better effect on growth in salinity stress although they have this effect from different mechanism.

Key Words: were *Cucurbita pepo, Cucurbita maxima, Cucurbita moschat v.Astane ashrafiye, Lagenaria siceraria, Momorida charantia, Cucumis sativus v.Isfaha.*

1. Former M.Sc. Student, Assistant Professor and Professor of Horticulture, College of Agriculture. Isfahan University of Technology, Isfahan. I.R.Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (mhaghighi@cc.iut.ac.ir)