تأثیر تنش شوری بر شاخص‌های رویشی و فتوسنتزی مرکبات

داوود خوشبخت*[۱]، حمیدرضا اصغری[۲] و مریم حقیقی[۳]

[۱و۲] به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۳] استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*نویسنده مسئول: davod.khoshbakht@gmail.com

چکیده

پژوهش گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو سطح شوری شامل: شاهد (۰ میلی مول) و ۷۵ میلی مول نمک کلرید سدیم، دو پایه بکرایی و سیترنج و پنج زمان و در سه تکرار با هدف بررسی مکانیزم تأثیر تنش شوری بر فاکتورهای فتوسنتزی پایه‌های مرکبات انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث افزایش درصد ریزش برگ در هر دو پایه گردید. این افزایش در پایه بکرایی نسبت به سیترنج کمتر بود. تنش شوری باعث کاهش شاخص فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای برگ و دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای در هر دو پایه گردید. این کاهش در سیترنج نسبت به بکرایی بیشتر بود. نتایج نشان داد که پایه بکرایی در مقایسه با سیترنج حفظ بهتر شاخص‌های فتوسنتزی مقاومت بیشتری به تنش شوری نشان داد.

کلمات کلیدی: **شوری، فتوسنتز، مرکبات**

مقدمه

شوری آب و خاک از بزرگترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شوند به‌طوری‌که در حدود۲۰ درصد کل زمین‌های زیر کشت دنیا و ۵۰ درصد زمین‌های آبیاری شده با مشکلات شوری مواجه هستند (Flowers and Yeo, 1995). مهم‌ترین تغییرات فیزیولوژیکی و آسیب‌های ناشی از تنش شوری عبارت‌اند از: کاهش در رشد، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تعرق، هدایت آبی ریشه، آسیب به برگ‌ها و ریزش برگ‌ها می‌باشد (Romero-Aranda *et al.*, 1998). تنش شوری باعث کاهش در رشد طولی ریشه، سطح برگ و افزایش در ضخامت برگ می‌گردد که سبب ایجاد بی‌نظمی‌های آناتومیکی در گیاه می‌شود (Zekri and Parsons 1990). پایه‌های مرکبات از نظر مقاومت به تنش شوری با هم تفاوت دارند (Levy and Syvertsen, 2004). غلظت بالای کلر و سدیم در برگ‌ها می‌تواند باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز در مرکبات گردد (Walker *et al.*, 1993).

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر شوری بر تبادلات گازی در دو پایه مرکبات می‌باشد. ازآنجاکه پایه بکرایی بومی ایران بوده و در جنوب کشور به‌عنوان پایه استفاده می‌گردد میزان مقاومت به تنش شوری در این پایه در مقایسه با سیترنج اندازه‌گیری خواهد شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط رشد

دانهال های پنج‌ماهه بکرایی (*Citrus reticulata* × *Citrus limetta*)، و سیترنج (*Poncirus trifoliata* × *Citrus sinensis*) در گلدان‌های پلاستیکی به قطر سی سانتی‌متر و ارتفاع بیست‌وپنج سانتی‌متر در بستر شن‌ریز و در محیط گلخانه نگهداری شدند. برای تهیهٔ محلول‌های شوری، محلول‌های برابر با غلظت‌های ۰ و ۷۵ میلی‌مول نمک در لیتر تهیه گردید. به‌منظور جلوگیری از وارد آمدن تنش ناگهانی به دانهال‌ها، غلظت‌های شوری به‌تدریج و در طی سه نوبت اعمال گردید. از این مرحله به بعد دانهال‌ها به مدت ۶۰ تحت تیمار شوری قرار گرفتند. اعمال تیمار شوری هر سه روز یک‌بار به‌گونه‌ای انجام گردید که مقدار یک‌سوم آب از طریق زهکش گلدان خارج گردد، تا از هر گونه تجمع نمک در گلدان ممانعت شود.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده

درصد ریزش برگ

در طی زمان آزمایش به‌صورت منظم تعداد ریزش برگ در اثر تنش شوری در مقایسه با کل برگ‌های گیاه شمارش گردید و به‌صورت درصد بیان گردید.

صفات مرتبط با تبادلات گازی برگ: اندازه‌گیری صفات مربوط به تبادلات گازی برگ (فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای برگ، تعرق و غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در حفره زیر روزنه) در طی زمان اعمال تنش شوری محاسبه گردید. این اندازه‌گیری‌ها توسط دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری فتوسنتز برگ، (مدل ال.سی.آی. نسخه نرم‌افزاری ۱/۱۰) ساخت کشور انگلستان، بر روی جوان‌ترین برگ بالغ در هر گیاه و در حالت اتصال برگ به گیاه انجام گردید. اندازه‌گیری در روزهای صاف و آفتابی، بین ساعات ۱۰ تا ۱۳ انجام گردید. در طول اندازه‌گیری‌ها دما حدود سی‌ودو درجه سانتی‌گراد و فشار بخار هوای داخل به بیرون حدود ۳/۲ کیلو پاسکال و غلظت دی‌اکسید کربن حدود ۴۳۰ مایکرومول بود.

روش‌های پردازش آماری

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در دو سطح شوری، دو پایه، پنج زمان و سه تکرار انجام گردید. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به هر صفت به کمک نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS و میانگین اثرات متقابل توسط نرم‌افزار MSTATC مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

با افزایش غلظت شوری شاخص درصد ریزش برگ در پایه‌های مورد بررسی کاهش یافت و این کاهش بسته به نوع پایه متفاوت بود. افزایش معنی‌دار در میزان ریزش برگ در پایه بکرایی با ۳/۲ درصد از روز ۳۰ شروع گردید درحالی‌که در پایه حساس سیترنج این افزایش در میزان ریزش برگ از روز ۱۵ و به میزان ۴/۸ درصد مشاهده شد. در پایان روز ۶۰ آزمایش کمترین میزان کاهش شاخص‌های رشد در پایه بکرایی (۵۹ درصد) و بیشترین میزان کاهش، در پایه سیترنج (۷۸ درصد) مشاهده گردید (جدول۱). تحقیقات والکر و همکاران (Walker and Douglas 1983) نشان داد که بین تجمع کلر در برگ و شدت خسارت روابط دقیقی وجود دارد. فرانکویس و برین استین (Francois and Bernstein 1964) گزارش نمودند که اولین عکس‌العمل فیزیولوژیکی که گیاه بعد از افزایش شوری خاک از خود نشان می‌دهد، کاهش آب درون ریشه می‌باشد و با توجه به اینکه در محیط‌های شور انرژی زیادی جهت فائق آمدن بر پتانسیل پایین در محیط ریشه جهت جذب نمودن یون توسط ریشه صرف می‌شود، این امر خود سبب کم شدن انرژی مورد نیاز جهت رشد و نمو می‌گردد و نهایتاً منجر به کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن تر برگ می‌شود (Srivastava and Gupta 1988). مشخص شده است که اولین نشانه‌های ظاهر شده از شوک اسمزی حاصل از تنش شوری، ریزش ناگهانی برگ‌ها می‌باشد. شوک اسمزی حاصل، تولید آبسیزیک اسید و اتیلن را افزایش داده و در نتیجه ریزش برگ‌ها تحریک می‌گردد (Levy and Syvertsen 2004).

جدول ۱- تأثیر پایه و شوری و زمان بر درصد ریزش برگ

پایه/زمان		۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
ریزش برگ (درصد)	بکرایی	۰^{f}	۰^{f}	۳/ ۲^{d}	۲۴^{c}	۵۹^{b}
	سیترنج	۰^{f}	۴/۸^{d}	۲۲^{c}	۵۹^{b}	۷۸^{a}

در هر دو پایه شاخص‌های فتوسنتزی با افزایش سطح شوری کاهش یافت (جدول۲). در پایان آزمایش پایه بکرایی بالاترین میزان فتوسنتز (۲/۴) را در مقایسه با سیترنج (۱/۴) نشان داد. همچنین پایه بکرایی بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای (به ترتیب با ۰/۱۶ و ۱۱۵) را در مقایسه با پایه سترنج (به ترتیب ۰/۰۸ و ۷۴) نشان داد .مطالعات انجام شده نشان داده است که تنش شوری فتوسنتز را که یکی از مهم‌ترین فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه محسوب می‌شود تحت تأثیر قرار می‌دهد. ازآنجاکه کاهش در میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، به‌طور بسیار معنی‌داری با کاهش

رشد رابطه دارد می‌توان اظهار کرد که علت پایین بودن شاخص‌های رشدی در شرایط تنش شوری، پایین بودن میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ می‌باشد. همچنین پایین بودن شاخص‌های رشدی رقم حساس به شوری سیترنج را می‌توان به افت شدید شاخص‌های فتوسنتزی این رقم نسبت داد. از دلایل کاهش در هدایت روزنه‌ای در شرایط شوری می‌توان به تولید سیگنال‌هایی از طریق ریشه گیاهان در معرض تنش شوری، مانند تولید آبسیزیک اسید در ریشه و انتقال آن به شاخه‌ها، همچنین تجمع کربوهیدرات‌ها، پتاسیم، کلسیم و کلر در سلول‌های نگهبان روزنه اشاره نمود (Paranychianakis and Chartzoulakis 2005). ازجمله دلایل کاهش تبادلات گازی در شرایط شوری، کاهش در فشار تورگر، وارد آمدن آسیب به چرخه کلوین و ایجاد سمیت توسط تجمع یون‌های سدیم و کلر می‌توان نام برد (Storey and Walker 1999). در این پژوهش مشاهده گردید که فتوسنتز در پایه بکرایی با کاهش کمتری روبرو شده است و در نتیجه کاهش فاکتورهای رشدی آن در مقایسه با سیترنج کمتر بود. مطالعات گذشته نشان داده است که در برخی از پایه‌ها مکانیزم‌هایی برای ایجاد مقاومت به شوری ازجمله: تخصیص یون‌های سمی نمک در واکوئل، تجمع یون‌های اسمتیک متعادل کننده در سیتوپلاسم، توانایی کاهش دادن جذب کلر و یا سدیم به‌وسیله ریشه و کم کردن انتقال کلر و سدیم به شاخه وجود دارد (Garcia-Sanchez and Syvertsen. 2006).

جدول ۲- تأثیر پایه، شوری و زمان بر فتوسنتز (میکرو مول (CO_2) بر مترمربع بر ثانیه)، هدایت روزنه‌ای (مول بر مترمربع بر ثانیه) و دی‌اکسید کربن زیر روزنه (میکرو مول (CO_2).

	پایه/زمان	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
فتوسنتز	بکرایی	۶^{a}	$۶/۲^{a}$	$۵/۸^{a}$	$۳/۹^{b}$	$۲/۴^{c}$
	سیترنج	$۶/۴^{a}$	$۴/۸^{ab}$	$۲/۸^{c}$	$۲/۲^{cd}$	$۱/۴^{d}$
هدایت روزنه‌ای	بکرایی	$۰/۳۳^{a}$	$۰/۲۴^{a}$	$۰/۲۱^{ab}$	$۰/۱۹^{b}$	$۰/۱۶^{bc}$
	سیترنج	$۰/۳۴^{a}$	$۰/۱۸^{b}$	$۰/۱۴^{c}$	$۰/۱۱^{cd}$	$۰/۰۸^{d}$
دی‌اکسید کربن زیر روزنه	بکرایی	۱۵۵^{a}	۱۳۵^{a}	۱۲۵^{b}	۱۱۹^{bc}	۱۱۵^{c}
	سیترنج	۱۶۲^{a}	۱۲۲^{b}	۹۳^{d}	۸۲^{de}	۷۴^{e}

در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

نتیجه‌گیری کلی

این پژوهش نشان داد مرکبات حساسیت بالایی به شوری دارند زیرا همه شاخص‌های اندازه‌گیری شده تحت تأثیر سطوح پایین تنش شوری قرار گرفتند. پایه بکرایی از طریق حفظ بهتر فاکتورهای فتوسنتزی به تنش شوری مقاومت بیشتری نسبت به سیترنج نشان داد.

منابع

Flowers, T.J. and A.R. Yeo. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? *Journal of Plant Physiology* 22:875-884.

Francois, L. E. and L. Bernstein. 1964. Salt tolerance of safflower. *Agronomy Journal* 56: 38-40.

Garcia-Sanchez, F. and J. P. Syvertsen. 2006. Salinity tolerance of cleopatra mandarin and carrizo citriange citrus rootstock seedlingsin is affected by CO_2 enrichment during growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 131: 24-31.

Levy, Y. and J. Syvertsen. 2004. Irigation water quality and salinity effects in citrus trees. *Hortcultural Reviews* 30: 37-82.

Paranychianakis, N. V. and K. S. Chartzoulakis. 2005. Irigation of Mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. *Agriculture Ecosystems and. Environment* 106: 171-187.

Romero-Aranda, R., J. L. Moya, F. R. Tadeo, F. Legaz, E. Primo-millo and M. Talon. 1998. Physiological and anatomical disturbances induced by chloride salts in sensitive and tolerant citrus: beneficial and detrimental effects of cations. *Plant Cell and Environment* 21: 1243-1253.

Srivastava, J. P. and S. C. Gupta. 1988. Effect of salt stress on physiologica and biochemical parameters in wheat. *Journal of Annul and Arid Zone*. 27: 197-204.

Storey, R. and R. R. Walker. 1999. Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae* 78: 39-81.

Tozlu, I., G. A. Moore and C. L. Guy. 2000. Effect of increasing NaCl concentration on stem elongation, dry mass production, and macro- and micro- nutrient accumulation in *Poncirus trifoliate*. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 35-42.

Walker, R. R. and T. J. Douglas. 1983. Effect of salinity level on uptake and distribution of chloride,sodium and potassium ions in Citrus plants. *Australian Journal of Agricultural Research* 34: 145-153.

Zekri, M. and L. R. Parsons. 1990. Response of split-root sour orange seedlings to NaCl and polyethylene glycol stresses. *Journal of* Experimental *Botany* 41: 35-40.

Leaf Gas Exchange and Growth Response in Citrus under Salinity Stress

D. Khoshbakht[1], M. R. Asghari[2], and M. Haghighi[3]
[1,2] Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Urmia, West Azarbaijan, Iran
[3]Department of Horticulture Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
*Corresponding Author: davod.khoshbakht@gmail.com

Abstract

Greenhouse study was arranged to assess the salt tolerance of two citrus rootstocks namely, Bakraii (*Citrus reticulata* × *Citrus limetta*) and Citrange (*Poncirus trifoliata* × *Citrus sinensis*). The results showed that salinity increased leaf abscission in both of the rootstoks. Thease increase in Bakraee was less than Citrange. Salinity reduced photosynthesis, stomatal conductance and carbon dioxide of leaves in both rootstoks. This reduction was more in Citrange than Bakraii. The results showed that Bakraii compared with Citrange maintained better photosynthetic and showed more resistance to salinity.

Keywords: **Citrus, Gas exchange, NaCl**