اثر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی توت‌فرنگی رقم کاماروزا

مظفر دولتشاه[۱،*]، عبدالحسین رضایی‌نژاد[۲] و منصور غلامی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا، همدان. ۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان.
۳- استاد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

*نویسنده مسئول: mdolatshah@gmail.com

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند. یکی از راه‌های غلبه بر مشکلات شوری، شناخت میزان تحمل شوری گیاهان زراعی و باغی می‌باشد. در این پژوهش جهت ارزیابی تأثیر شوری محلول غذایی بر خصوصیات بیوشیمیایی توت‌فرنگی رقم کاماروزا آزمایشی با پنج سطح شوری (۰، ۷/۵، ۱۵، ۳۰و ۴۵ میلی‌مولار کلریدسدیم) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط گلخانه‌ای و به صورت آبکشت انجام شد. در طول آزمایش شاخص‌های محتوای نسبی آب برگ، هیدرات‌های کربن محلول، پروتئین‌های محلول، پرولین و کلروفیل کل، a و b برگ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شوری اثر معنی‌داری بر کاهش محتوای نسبی آب برگ داشت به طوری که بیشترین مقدار آن به میزان ۷۶/۴ درصد مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن به میزان ۷۰ درصد مربوط به تیمار ۴۵ میلی‌مولار بود. با افزایش میزان شوری، مقدار کربوهیدرات‌های محلول برگ از ۲۸/۲ میلی‌گرم در گرم در تیمار شاهد به ۳۸/۵ میلی‌گرم در گرم در تیمار ۴۵ میلی‌مولار افزایش یافت. میزان پرولین برگ با افزایش غلظت نمک، افزایش یافت و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار ۴۵ میلی‌مولار بود. در اثر شوری میزان پروتئین‌های محلول برگ در تیمار ۴۵ میلی مولار به مقدار ۲۶/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. همچنین با افزایش سطوح شوری محلول غذایی، مقدار کلروفیل کل، a و b به طور معنی‌داری کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: کلریدسدیم، پروتئین، پرولین، کربوهیدرات، کلروفیل

مقدمه

توت‌فرنگی در سطح وسیعی از جهان کشت می‌شود و میوه‌ای است که زود به بار نشسته و در فاصله کوتاهی بعد از کاشت، محصول می‌دهد. میوه رسیده توت‌فرنگی دارای ترکیباتی نظیر پروتئین، فیبر، قندهایی مثل فروکتوز، گلوکز، ساکارز، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، عناصر معدنی و همچنین ترکیبات فنولی و آنتوسیانین می‌باشد (Sharma, 2002). یکی از عوامل مؤثر در تولید توت‌فرنگی کیفیت آب مصرفی و خاک مورد نیاز این گیاه می‌باشد. از آنجایی که کلریدسدیم محلول‌ترین و فراوان‌ترین نمک موجود می‌باشد، شگفت‌آور نیست که تمامی گیاهان مکانیسم‌هایی به منظور کنترل انباشت آن اتخاذ نمایند (Munns, 2002). با بررسی اثر تنش شوری بر روی دو رقم توت‌فرنگی فرن و A6، محتوای نسبی آب برگ در هر دو رقم به طور معنی‌داری کاهش یافت (Karlidag et al., 2011). در اثر اعمال تنش شوری بر روی نهال‌های دو رقم زیتون کورونیکی و ماستویدیس مشاهده شد که شوری باعث افزایش میزان مانیتول تا حد ۴۱/۳ درصد در رقم ماستویدیس و تا حد ۱۵/۸ درصد در رقم کورونیکی شد (Chatezoulakis et al., 2006). با افزایش غلظت شوری در محلول غذایی پایه‌های مختلف مرکبات در محیط کشت درون شیشه-ای مشاهده گردید که میزان پرولین تجمع یافته در برگ‌ها آنها افزایش یافت (Perez- Tornero et al., 2009). با بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلریدسدیم بر روی گیاه سیاه‌دانه، نتیجه گرفته شد که با افزایش سطوح شوری، مقدار پروتئین نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۸). اعمال تیمارهای مختلف کلریدسدیم بر روی دو رقم گوجه‌فرنگی در شرایط هیدروپونیک، باعث کاهش میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل گردید (طالب‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

مواد و روش‌ها

نشاءهای گیاه توت‌فرنگی رقم کاماروزا در اواخر آبان‌ماه ۱۳۸۹ از هشتگرد کرج تهیه گردید و پس از ضدعفونی آنها با قارچکش بنومیل به بستر کشت انتقال داده شد. بستر کشت مورد استفاده، مخلوطی از پرلایت و کوکوپیت به نسبت مساوی ۱:۱ بود. در هر گلدان یک نشاء کاشته شد و در گلخانه پرورش توت‌فرنگی روستای محمدتیپ شهرستان الشتر استان لرستان نگهداری شدند. این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۵ سطح شوری شامل: شاهد (۰)، ۷/۵، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میلی‌مولار کلریدسدیم با ۴ تکرار و در هر تکرار ۸ بوته انجام شد.از زمان شروع آزمایش، گیاهان هر روز دو نوبت، صبح و عصر، به اندازه ۲۵۰ میلی‌متر برای هر گلدان از محلول غذایی هوگلند با نصف غلظت تغذیه شدند.

صفات اندازه‌گیری شده

محتوای نسبی آب برگ بر حسب درصد و با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست آمد (Yamasaki & Dillenburg, 1999).

$$RWC(\%)=[(FM-DW)/(TW-DW)]\times 100$$

میزان پرولین آزاد بر حسب میکرو مول پرولین بر گرم وزن تر با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Batse et al., 1973).

[(µg proline/ ml × ml toluene)/115.5µg/mmole]/[(g sample)/5]=µmoles proline / g fresh weight material

کربوهیدرات محلول برگ بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر و با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست آمد (Irigoyen et al., 1992).

میزان کربوهیدرات‌های محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)=وزن نمونه برگ (۰/۵ گرم) / حجم عصاره(۱۵ میلی‌گرم) × ۱۰۰۰/عدد قرائت شده

مقدار پروتئین‌های محلول برگ بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید (Bratford, 1976).

میزان پروتئین‌های محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)=وزن نمونه برگ (۰/۵ گرم) / حجم عصاره(۶/۲۵ میلی‌گرم) × ۱۰۰۰/عدد قرائت شده

مقدار کلروفیل کل، a و b بر خسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر و با استفاده از روابط زیر به دست آمد (Strain & Svec, 1966).

$$Chl_a\ (mg\ ml^{-1}) = ۱۱/۶۴ \times (A۶۶۳) - ۲/۱۶ \times (A۶۴۵)$$

$$Chl_b\ (mg\ ml^{-1}) = ۲۰/۹۷ \times (A۶۴۵) - ۳/۹۴ \times (A۶۶۳)$$

$$Chl_{total}\ (mg\ ml^{-1}) = Chl_a + Chl_b$$

آنالیز آماری: داده‌های حاصل از اندازه‌گیری با نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با روش چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، شوری اثر منفی معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) افزایش شوری، باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ در تیمارها شد. بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ به میزان ۷۶/۴ درصد مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن به میزان ۷۰ درصد مربوط به تیمار شاهد بود. علت کاهش محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش شوری آن است که در زمان تنش، میزان تعرق بیش از جذب آب توسط گیاه بوده و در نتیجه با به هم خوردن تعادل آبی گیاه، محتوای نسبی آب برگ‌ها کاهش می‌یابد (Lawlor & Cornic, 2002). میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ نیز تحت تأثیر شوری قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که با افزایش غلظت نمک در محلول غذایی، میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ افزایش یافت. مقدار کربوهیدرات‌های محلول برگ از ۲۸/۲ میلی-گرم در گرم وزن تر برگ در تیمار شاهد به ۳۸/۵ میلی‌گرم در گرم در تیمار ۴۵ میلی‌مولار افزایش یافت. در اثر تنش‌های شوری و خشکی، تخریب و هیدرولیز مولکول‌های درشت‌تر نظیر نشاسته و تبدیل آنها به ترکیبات قندی نظیر ساکاروز و بعد به مولکول‌های کوچک‌تری مانند گلوکز و فروکتوز باعث منفی شدن پتانسیل آب در سلول‌ها و تنظیم اسمزی می‌شود (Bartles & Sunkar, 2005). شوری اثر معنی‌داری بر مقدار پرولین برگ داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که شوری باعث افزایش پرولین برگ توت‌فرنگی شد و با افزایش غلظت کلریدسدیم، میزان پرولین افزایش یافت. کمترین میزان پرولین مربوط به تیمار شاهد و بیشترین آن مربوط به تیمار ۴۵ میلی‌مولارکلریدسدیم بود. به نظر می‌رسد تنش شوری باعث می‌شود که

گلوتامین که پیش ماده مشترک ساخت کلروفیل و پرولین است، کمتر در مسیر بیوسنتز کلروفیل شرکت داشته باشد و بیشتر در سنتز پرولین مصرف شود (Mahajan & Tuteja, 2005). میزان پروتئین‌های محلول برگ توت‌فرنگی به شدت تحت تأثیر شوری قرار گرفت (جدول ۱). به طوری که با افزایش غلظت کلریدسدیم، مقدار پروتئین برگ کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین میزان پروتئین مربوط به تیمار شاهد به مقدار ۵/۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ و کمترین آن مربوط به تیمار ۴۵ میلی‌مولار به میزان ۴ میلی‌گرم در گرم بود. از دلایل کاهش میزان پروتئین در اثر کمبود آب، کاتابولیسم شدید و تجمع میزان زیاد پروتئین‌هایی است که وزن مولکولی کم دارند (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۷۹). بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان کلروفیل کل، کلروفیل a و b دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که با افزایش میزان شوری در محلول غذایی، مقدار هر سه صفت مذکور کاهش یافت. کاهش کلروفیل در شرایط تنش شوری را می‌توان به کاهش ازت نسبت داد. با توجه به اینکه ازت بخشی از مولکول کلروفیل است و در هنگام شوری انتقال آن به سمت برگ کاهش می‌یابد و در فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز اختلال ایجاد می‌کند، لذا کمبود ازت در گیاه باعث کاهش سنتز کلروفیل می‌گردد (ربیعی، ۱۳۸۲).

جدول ۱- خلاصه جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر شوری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی توت‌فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نسبی آب	کربوهیدرات‌های محلول	پرولین	پروتئین	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
شوری	۴	۳۵/۷۶۱ *	۱۵۸/۰۷۸ *	۳/۵۹۹ **	۳/۵۹۹ **	۰/۲۰۴ **	۰/۰۱۰ **	۰/۲۹۴ **
خطا	۱۵	۶/۲۷۰	۱۷/۵۰۰	۰/۲۵۷	۰/۳۴۳	۰/۰۲۳	۰/۰۰۰۶	۰/۰۲۰
ضریب تغییرات (٪)		۳/۳۹	۱۳/۵۱	۲۲/۰۳	۱۰/۸۱	۱۱/۹۸	۷/۰۹	۲۸/۳۸

ns تفاوت معنی‌دار نیست. * و ** به ترتیب تفاوت در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی توت‌فرنگی

تیمارها	محتوای‌نسبی آب برگ (درصد)	کربوهیدراتهای محلول (میلی‌گرم‌درگرم وزن تر)	پرولین (میکرومول‌در گرم وزن‌تر)	پروتئینهای محلول (میلی‌گرم‌درگرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
T1	۷۶/۴۸۰ a	۲۳/۲۸۸ b	۱/۳۹۸ c	۶/۵۰۷ a	۱/۶۵۷ a	۱/۲۵۸ a	۰/۳۹۸ a
T2	۷۶/۱۲۳ a	۲۷/۵۵۰ b	۱/۷۴۸ bc	۵/۹۹۵ a	۱/۲۷۸ b	۰/۹۰۸ b	۰/۳۷۰ a
T3	۷۵/۱۶۰ a	۲۹/۲۷۸ b	۲/۰۹۳ b	۵/۶۷۲ ab	۱/۳۰۱ b	۰/۹۰۸ b	۰/۳۹۳ a
T4	۷۱/۰۶۵ b	۳۶/۱۱۵ a	۳/۱۱۱ a	۴/۸۵۲ bc	۱/۰۵۲ c	۰/۷۵۲ b	۰/۳۰۰ b
T5	۷۰/۰۷۸ b	۳۸/۵۸۸ a	۳/۴۱۷ a	۴/۰۴۲ c	۰/۹۵۶ c	۰/۶۶۶ b	۰/۲۹۰ b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

منابع

۱. حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۲۰۰ صفحه.

۲. ربیعی، و. ۱۳۸۲. بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی برخی ارقام انگور به تنش خشکی. رساله دکترای رشته علوم باغبانی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. ۱۴۵ صفحه.

۳. طالب‌زاده، ز.، مهدیزاده، ح.، اجتهادی، ح. و ابریشمچی، پ. ۱۳۸۸. بررسی آستانه تحمل شوری دو رقم گوجه فرنگی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. سال اول، شماره ۱: ۶۴-۷۸.

۴. قربانلی، م.، هاشمی‌نیا، ا. و پیوندی، م. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنش شوری و اسید آسکوربیک بر روی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه سیاه‌دانه. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی ایران. جلد ۲۶، شماره ۳: ۳۷۰-۳۷۸.

5. Bartles, D. and Sunkar, R. 2005. Drought and salt tolerance in plants: A review. Plant Science. 24: 23-58.

6. Bates, L. S., Waldron, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

7. Bradford, M.M. 1976. A rapid sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. 72: 248-254.

8. Chartzoulakis, K., Psarras, G., Vemmos, S., Loupassaki, M. and Bertaki, M. 2006. Response of two olive cultivars to salt stress and potassium supplement. Plant Nutrition. 29: 2063-2078.

9. Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugar in nodulated alfalfa (Medicago sativa) plant. Plant Physiology. 84: 55-60.

10. Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M. 2011. Role of 24-epibrassinolide in mitigating the adverse effects of salt stress on stomatal conductance, membrane permeability, and leaf water content, ionic composition in salt stressed strawberry (*Fragaria×ananassa*). Scientia Horticulturae. 130: 133-140.

11. Lawlor, D. W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. Plant Cell and Environment. 25: 255-294.

12. Mahajan, Sh. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics. 444: 139-158.

13. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell of Environment. 25:239-250.

14. Perez-Tornero, O., Tallon, C.I., Porras, I. and Navarro, J.M. 2009. Physiological and growth changes in micropropagated *Citrus macrophylla* explants due to salinity. Journal of Plant Physiology. 166: 1923-1933.

15. Sharma, R.R. 2002. Growing strawberries. International Book Distributing Co.

16. Strain, H. and Svec, W.A. 1966. Extraction, separation, estimation and isolation of chlorophylls. In:Vernon, L. P., Seely, G. R. (Eds.), The Chlorophylls. Academic press, pp. 21-66.

17. Yamasaki, S., and Dillenburg, L.C. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Revista Brasilian Fisiologia. 11: 69-75.

The Effect of Salinity Stress on Some Biochemical Characteristics of Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Camarosa

M.Dolatshah[1*], A.Rezaei nejad[2], M.Ghoulami[3]

1- Former M. Sc. student of Horticultural Science, Bu-ali Sina University of Hamedan. 2- Associate Professor, Dep of Horticultural Science, Lorestan University of Khorramabad. 3- Professor, Dep. of Horticultural Science, Bu-ali Sina University of Hamedan.

*Corresponding author: mdolatshah@gmail.com

Abstract

Salinity is a major environmental stress, limiting plant growth and yield. Determining the extent of salinity tolerance in horticultural crops helps to overcome this problem. In order to study the effects of salinity on biochemical characteristics of strawberry “Camarosa”, an experiment was conducted in a greenhouse based on a randomized complete block design with four replications. To trigger the salinity stress, half-strength Hoagland's solution containing 0, 7.5, 15, 30 and 45 mmol NaCl was applied for 45 days and then, relative water content (RWC), the amount of soluble carbohydrates, soluble proteins, proline, chlorophyll a, b and total chlorophyll were measured. The results showed that salinity stress significantly reduced RWC. The highest (76.4%) and the lowest (70%) RWC were found in plants treated with 0 and 45 mmol NaCl, respectively. With increasing salinity levels, the amount of soluble carbohydrates increased from 28.2 mg g^{-1} in control plants to 38.5 mg g^{-1}in plants treated with 45 mmol NaCl. As salinity increased, proline content increased, so that,its maximum amount was found in plants treated with 45 mmol NaCl. The amount of soluble proteins was 26.5% lower in plants treated with 45 mmol NaCl compared to controls. Also with increasing salinity levels of the nutrient solution, total chlorophyll, chlorophyll a and b were significantly reduced.

Keywords: Sodium Chloride, Protein, Proline**,** Carbohydrate, Chlorophyll