هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ١٤ تا ١٧ شهریور ماه ١٣٩٠، دانشگاه صنعتی اصفهان

بررسی اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی توت فرنگی

ناصر قادری (۱)، عادل سی‌وسه مرده (۲)، رحیم نیکخواه (۳)

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، ۳- گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه خلیج فارس

به منظور بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی توت فرنگی به شرایط خشکی آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه رقم توت‌فرنگی شامل ارقام کاماروزا، مرک و گاویوتا و سه تیمار آبیاری ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ ظرفیت مزرعه در سه تکرار و هر تیمار با دو واحد آزمایشی (دو گلدان در هر تیمار) در دانشکده کشاوزی دانشگاه کردستان به اجرا درآمد. در این آزمایش فاکتورهای فیزیولوژیکی شامل فتوسنتز (A)، هدایت روزنه‌ای (gs)، تعرق (E)، محتوای نسبی آب برگ (RWC%)، شاخص پایداری غشاء سلولی (MSI) و میزان کلروفیل اندازه‌گیری شدند. میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق در تمام ارقام در طی کاهش محتوای نسبی آب خاک کاهش یافت. کمترین میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق در شرایط تنش مربوط به رقم گاویوتا بود و بیشترین میزان آن مربوط به ارقام کاماروزا و مرک بود. محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشاء سلولی نیز در تمام ارقام با کاهش محتوای آب خاک کاهش یافت. بعد از رفع تنش برگشت نسبتاً سریع فتوسنتز و تعرق در تمام ارقام روی داد ولی بیشترین میزان فتوسنتز و تعرق در این دوره مربوط به رقم مرک بود. در شرایط تنش شدید میزان کلروفیل کاهش یافت. در این شرایط رقم گاویوتا بالاترین میزان کلروفیل را داشت. یک روز بعد از رفع تنش بازیافت قابل توجهی در میزان کلروفیل مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: توت‌فرنگی، تنش خشکی، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، کلروفیل

مقدمه

از جمله فاکتورهای فیزیولوژیکی که در اثر خشکی تحت تاثیر قرار می‌گیرد بازدارندگی فتوسنتز و در نهایت کاهش تولید در نواحی مدیترانه‌ای است(Chaves et al., 2002). یکی از فاکتورهای فیزیولوژیکی که کاهش آن فتوسنتز را تحت تاثیر قرار می‌دهد هدایت روزنه‌ای است.Flexas et al (۲۰۰۲) گزارش کرده‌اند که هدایت روزنه‌ای شاخص مناسبی جهت ارزیابی کاهش فتوسنتز تحت شرایط کم‌آبی است. همچنین گزارش شده است که بازیابی فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای بعد از رفع تنش نسبتاً سریع اتفاق می‌افتد. Flexas et al (۲۰۰٤) گزارش کرده اند که کاهش هدایت روزنه‌ای در حد متوسط باعث کاهش فتوسنتز در اثر محدودیت ناشی از بسته شدن روزنه‌ها می‌شود ولی در شرایط تنش شدید و کاهش شدید هدایت روزنه‌ای بازیابی فتوسنتز به سختی اتفاق می‌افتد. در برخی ارقامی توت‌فرنگی صفاتی مانند تنظیم اسمزی، داشتن برگهای کوچک‌تر و تعرق کمتر به عنوان شاخصهایی جهت انتخاب گیاهان مقاوم به خشکی استفاده شده‌اند (Grant et al., 2010).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی مرتبط با مقاومت به خشکی در توت‌فرنگی آزمایشی بصورت گلدانی انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار با سه رژیم رطوبتی و سه رقم توت‌فرنگی (کاماروزا، مرک و گاویوتا) به اجرا گذاشته شد. زمانی که محتوای آب خاک گلدانهای شاهد به ۷۰٪ ، تیمار تنش ملایم به ۵۰٪ و گلدانهای تنش شدید به ۲۵٪ ظرفیت مزرعه رسیدند آبیاری صورت گرفت . از روز آغاز آزمایش تا ۲ روز بعد از پایان تنش میزان فتوسنتز (میکرومول CO_2 بر متر مربع بر ثانیه)، تعرق (میلی مول آب بر متر مربع بر ثانیه) و هدایت روزنه‌ای (میلی

مول بر متر مربع بر ثانیه) با استفاده از دستگاه IRGA مدل LCA4 اندازه‌گیری شدند. محتوای نسبی آب برگ (RWC) و پایداری غشاء سلولی با استفاده از روش Sairam et al (۲۰۰۱) اندازه گیری شدند. کلروفیل بر اساس روش Lichtenthaler و Buschmann (۲۰۰۱) استخراج شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، در شرایط تنش شدید در مقایسه بین سه رقم مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد (جدول ۱). ارقام کاماروزا و مرک ثبات بیشتری را از نظر تغییرات فتوسنتز همراه با کاهش محتوای آب خاک از خود نشان دادند. Cornic و Fresneau (۲۰۰۲) گزارش کرده‌اند که متابولیسم فتوسنتز تا زمانی که هدایت روزنه‌ای کاملاً کاهش نیابد آسیب نمی‌بیند ولی قبل از آن فتوسنتز در اثر محدودیتهای روزنه‌ای بشدت کاهش می‌یابد. Felexas et al (٢٠٠٤) کاهش فتوسنتز تحت تنش خشکی را گزارش کرده‌اند. براساس آن آنزیمهای مرتبط با فتوسنتز تحت تنش ملایم خشکی تحت تاثیر قرار نمی‌گیرند. بر این اساس به نظر می‌رسد که کاهش فتوسنتز در ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش ملایم بیشتر در اثر ایجاد شدن محدودیتهای روزنه‌ای بوده و بعد از آن محدودیتها در جهت افزایش آسیبهای متابولیکی پیش رفته است. زیرا در شرایط تنش ملایم پایداری غشاء سلولی با شرایط شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته ولی در شرایط تنش شدید بطور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول ۱). بررسی میزان هدایت روزنه‌ای نشان داد که رقم مرک در شرایط شاهد بالاترین میزان هدایت روزنه‌ای را دارا بوده و در طی تنش ملایم نیز هدایت روزنه‌ای رقم مرک بالاتر از رقم گاویوتا بود و بعد از آن هدایت روزنه‌ای رقم کاماروزا قرار داشت (جدول ۱). کاهش و تغییرات هدایت روزنه‌ای در رقم گاویوتا بیشتر از ارقام دیگر بود. در شرایط تنش شدید تفاوتی از نظر هدایت روزنه‌ای بین ارقام مشاهده نشد (جدول ۱). طبق گزارش Michael و David (٢٠٠٤) میزان هدایت روزنه‌ای در توت‌فرنگی تحت تنش خشکی کاهش یافته که این کاهش احتمالاً به دلیل افزایش جریان آبسزیک اسید از ریشه ها به برگ بوده است، که از این طریق برگ می‌تواند با کاهش تعرق خود را با شرایط تنش وفق داده و تورژسانس خود را حفظ نماید.

روند تغییرات تعرق نشان داد که میزان تعرق در ارقام کاماروزا و مرک نسبت به رقم گاویوتا دارای ثبات بیشتری بوده و در طول تغییرات محتوای آب خاک مقدار آن بطور معنی‌داری بیشتر بوده است (جدول ۱). در بررسی محتوای نسبی آب برگ مشاهده می‌شود که تغییرات RWC با تغییرات محتوای آب خاک بصورت کاهشی بوده و در ارقام کاماروزا و مرک ثبات بیشتری داشته است. RWC در این دو رقم علیرغم داشتن تعرق بیشتر به میزان کمتری کاهش یافته است. همین امر توانسته تورژسانس برگهای آنها را حفظ نماید. Michael و David (٢٠٠٤) کاهش فتوسنتز و تعرق در توت‌فرنگی تحت تنش خشکی را گزارش کرده‌اند طبق گزارش آنها این کاهش به دلیل بسته شدن کانالهای آبی می‌باشد که باعث کاهش جریان آب می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که یکی از مکانیسم‌هایی که احتمالاً باعث ثبات بیشتر در ارقام مرک و کاماروزا شده قابلیت استخراج آب از خاک و حفظ تورژسانس برگها در این شرایط بوده است. در این آزمایش میزان کلروفیل برگ تحت تنش در ارقام مورد مطالعه کاهش یافت. در شرایط تنش رقم گاویوتا میزان کلروفیل بیشتری داشت (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). هرچند این رقم مقدار کلروفیل بالاتری داشت ولی به دلیل پایین بودن محتوای نسبی آب برگ که احتمالاً در اثر پایین بودن قدرت جذب آب می‌باشد، و همچنین به دلیل پایین بودن هدایت روزنه‌ای و جلوگیری از نفوذ CO_2 به داخل محفظه زیر روزنه‌ای نتواست فتوسنتز بیشتری را انجام بدهد. یک روز بعد از رفع تنش بازیابی میزان فتوسنتز در ارقام کاماروزا، مرک و گاویوتا به ترتیب ٦٠٪، ٨٦٪ و ٤٤٪ بود که نشان دهنده قدرت بازیافت

بیشتر ارقام کاماروزا و مرک در شرایط این آزمایش است. این مسئله همزمان با بازیابی محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشاء سلولی رخ داده است.

جدول ۱- میزان فتوسنتز، هدایت روزنه ای و تعرق در سه رقم توت فرنگی تحت رژیمهای مختلف آبیاری

		فتوسنتز ($\mu molCO_2\ m^{-2}s^{-1}$)	هدایت روزنه ای ($mmol\ H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)	تعرق ($mmol\ m^{-2}s^{-1}$)	محتوای نسبی آب برگ (٪)	پایداری نسبی غشاء سلولی (٪)
کاماروزا	شاهد	٦/٨٥ ± ٠/١٨٨ bc	٠/١٠٢٧ ± ٠/٠٠٦ c	٧/٩١ ± ٠/٢٣٤ c	٧٩/٥٥ ± ١/١٤ ab	٨٥/٨٤ ± ٢/٣٣ cde
	تنش ملایم	٥/٩٦ ± ٠/٢٦ d	٠/٠٠١٧ ± ٠/٠٣٤٧ de	٥/٣٣ ± ٠/٣١٣ d	٧٩/٠٠ ± ٠/٤٨ ab	٨٦/٨٦ ± ٢/٤٤ bcde
	تنش شدید	١/٤٧ ± ٠/٠٢ f	٠/٠٠١٧ ± ٠/٠٠٨٣ gh	٢/٧١ ± ٠/١٧٦ h	٧٤/٥٧ ± ٠/١٨ c	٨١/٠٢ ± ١/١٤ f
	بازیابی	٤/١٧ ± ٠/٢٦ e	٠/٠٢٥ ± ٠/٠٠٢٩ ef	٤/٧٠ ± ٠/١٠٧ ef	٨١/١٧ ± ٠/٧٣ a	٨٦/٥٢ ± ٠/٦٩ bcde
مرک	شاهد	٧/٢٣ ± ٠/٠٩٢ b	٠/١٦٣٣ ± ٠/٠١٢ a	٩/٣٩٧ ± ٠/١٥ a	٨١/٢٣ ± ٠/٣٩ a	٩٤/٣٦ ± ٠/٦١ a
	تنش ملایم	٥/٨٨ ± ٠/٥٢ d	٠/٠٤٤ ± ٠/٠٠٥ d	٥/٢٢ ± ٠/١٧٤ d	٧٧/٣٥ ± ٢/٤٨ bc	٩٠/٢٥ ± ٠/٩٩ abc
	تنش شدید	١/٣٣ ± ٠/١٧ f	٠/٠٠١٧ ± ٠/٠١١٧ gh	٢/٩٩ ± ٠/١٧٢ h	٦٧/٨٨ ± ٠/٨٢ d	٨٣/٧٩ ± ١/٧٣ ef
	بازیابی	٦/٢٧ ± ٠/١٥ cd	٠/٠٢٥ ± ٠/٠٠٢٩ ef	٥/٠٢ ± ٠/٠٩١ de	٨٠/٢٢ ± ٠/٢٤ ab	٩٠/٥٨ ± ٠/٨٢ ab
گاویوتا	شاهد	٨/٣٣ ± ٠/٣٢٥ a	٠/١١٦٧ ± ٠/٠٠٣ b	٨/٧٢ ± ٠/٣٤١ b	٧٩/٥٩ ± ٠/٣٤ ab	٩٠/١٧ ± ١/٩٣ abc
	تنش ملایم	٦/٥٧ ± ٠/٣٢ bcd	٠/٠٢٩٣ ± ٠/٠٠٣٧ ef	٤/١٩ ± ٠/٠٩٧ g	٧٤/٢٣ ± ١/٠٢ c	٨٩/٩٠ ± ١/٦٨ abcd
	تنش شدید	٠/٨٦ ± ٠/٠٥٢ f	٠/٠٠٥٣ ± ٠/٠٠٢٦ h	١/٧٤ ± ٠/٠٢١ i	٥٦/٠٧ ± ٠/٢٤ e	٨٥/٣١ ± ١/٨٥ def
	بازیابی	٣/٧٢ ± ٠/٣٥ e	٠/٠٢ ± ٠/٠٠٢٩ fg	٤/٣٤ ± ٠/١١٠ fg	٧٥/٥٠ ± ١/٥٩ c	٩٠/٢٥ ± ٠/٦٤ abc

منابع:

Chaves, M.M., J.S. Pereira, J.P. Maroco, M.L. Rodrigues, C.P.P. Ricardo, M.L. Osorio, I. Carvalho, T. Faria, and C. pinheiro. 2002. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and gowth. Ann. Bot. 89:907-916.

Flexas, J., J. Bota, J.M. Escalona, B. Sampol, and H. Medrano. 2002. Effect of drought on photosynthesis in gapevine under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations: Funct. Plant. Biol. 29:461-471.

Flexas, J., J. Bota, J. Cifre, M.J.Escalona, J. Galmes, J. Gulias, E. K. Lefi, S.F. Martinez-Canellas, M.T. Moreno, M. Ribas-Carbo, D. Riera, B. Sampol, and H. Medrano. 2004. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiology tools for irrigation management. Ann. Appl. Biol. 144:273-283.

Grant, O. M., A. W. Johnson, M. J. Davies, C. M. James, and D. W. Simpson. 2010. Physiological and morphological diversity cultivated strawberry (*Fragaria* × *ananasa*) in response to water deficit. Env. Exp. Bot. 68:264-272.

Sairam, R.K. 1994. Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. Indian. J. Exp. Biol. 32:594- 597.

Lichtenthaler, H.K. and C. Buschmann. 2001. Extraction of photosynthetic tissues: chlorophylls and carotenoids. Food Anal. Chem. F4.2.1-F4.2.6.

Study of the water stress effect on some physiological characteristics in five strawberry cultivars

Nasser Ghaderi[a] , Adel Siosemarde[b] and Rahim nikhah[c]
[a] Department of horticultural sciences, Agricultural faculty, university of Kurdistan, Sanandej, Iran
[b] Department of Agronomy, Agricultural faculty, university of Kurdistan, Sanandej, Iran
[C] Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Persian Gulf, 75168, Boushehr, Iran

Abstract
In order to evaluate effect of different levels of drought stress on some physiological parameters in strawberry one experiment with potted strawberry cultivars ‘Marak’ , ‘Camarosa’ and ‘Gaviota’ were conducted in summer. Experiment was performed with three drought stress treatment in three replication. The experimental design was factorial on basis of randomized complete block design. Physiological parameters such as: leaf water content(RWC), membrane stability index(MSI), net photosynthesis(A), stomatal conductance(gs), transpiration(E) and chlorophylls were measured in leaves of strawberry subjected to different drought stress conditions and recovery of these parameters after rewatering. This study show that RWC, MSI, A, gs, E, and chlorophyll were decreased as soil water content reduced. ‘Gaviota cultivar had lower gs and transpiration than ‘Marak and ‘Camarosa cultivars. Recovery of these parameters occurred faste in all cultivars. Chlorophyll content in ‘Gaviota was higher than ‘Marak and ‘Camarosa acultivars under different treatments. Chlorophyll recovery one day after rewatering didn’t occurred.
Key words: Strawberry, gas exchange, RWC, MSI, Chlorophyll