تبادلات گازی برگ انگور یاقوتی در شرایط تنش گرمایی در گلخانه و تاکستان

محمد جواد کرمی[۱]، سعید عشقی[۲] و عنایت‌اله تفضلی[۳]

۱- مربی پژوهش مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس و دانشجوی دکترای علوم باغبانی دانشگاه شیراز، شیراز
۲ و ۳- به ترتیب دانشیار و استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه شیراز، شیراز
نویسنده مسئول: jkarami299@yahoo.com

چکیده

این پژوهش با هدف مقایسه رفتار فیزیولوژیک و تبادلات گازی انگور یاقوتی در شرایط تنش‌گرمایی ۱±۴۵ درجه سلسیوس در گلخانه، تنش‌گرمایی ۱±۴۵ درجه سلسیوس در شرایط تاکستان در منطقه نیمه گرمسیر قیروکارزین، و شرایط بدون تنش (دمای ۱±۲۹ درجه سلسیوس) در گلخانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان روی تاک‌های سه ساله انگور یاقوتی در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی به مدت دو سال انجام شد. مقدار فتوسنتز (*A*)، هدایت روزنه‌ای (*gs*)، غلظت دی اکسید کربن داخل محفظه روزنه (*Ci*)، مقدار تعرق (*E*) اندازه‌گیری و کارایی کربوکسیلاسیونی(*A/Ci*)، کارایی مصرف آب[۱] (*A/E*) و کارایی واقعی مصرف آب[۲] (A/g_s) محاسبه شدند. نتایج نشان داد که همه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند. بیشترین نرخ فتوسنتز درتاک‌های بدون تنش در شرایط گلخانه (۹/۴۶ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه) و کاهش شدید در فتوسنتز تاک‌های قرار گرفته در شرایط تنش گرمایی مشاهده شد. مقدار فتوسنتز در تاک‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی در شرایط تاکستان با (۳/۳۴ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه) به طور معنی‌دار بیشتر از فتوسنتز تاک‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی در شرایط گلخانه بودند. این نشان داد که رفتار تبادلات گازی و فتوسنتز انگورهای یاقوتی در شرایط گلخانه و تاکستان متفاوت است و هم-چنین واکنش دمایی فتوسنتز این رقم در طول فصل رشد با شرایط محیطی رشد منطقه سازگار شده است.

کلمات کلیدی: فتوسنتز، انگور یاقوتی، تنش‌گرمایی، تبادلات گازی.

مقدمه

فتوسنتز حساس‌ترین فرایند فیزیولوژیک گیاهان به درجه حرارت‌های بالا است و قبل از اینکه سایر علائم تنش گرمایی ظاهر شود فتوسنتز می‌تواند متوقف شود (Badger *et al*., 1982: Stafne *et al*., 2001: Salvucci and Crafts-Brandner, 2004) معمولاً درجه حرارت‌های بالای ۳۵ درجه سلسیوس موجب کاهش فتوسنتز برگ‌های انگور می‌شود و درجه حرارت‌های خیلی بالا، تقریباً بالای ۴۰ درجه سلسیوس موجب کاهش شدید فتوسنتز انگور می‌شود (Luo *et al*, 2011). بنابراین تنش گرمایی به عنوان یک محدودیت مهم برای رشد تاک و کیفیت میوه انگور در مناطق گرم مطرح است. به همین دلیل، بررسی‌ها رفتار فیزیولوژیک ارقام انگور در شرایط تنش‌گرمایی به منظور شناسایی ارقام متحمل به گرما ضروری است. صفات متعدد فیزیولوژیکی از جمله پارامترهای تبادلات گازی مانند مقدار فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای به عنوان شاخص‌های بررسی صدمات ناشی از تنش گرمایی گزارش شده‌اند (Badger *et al*., 1982: Stafne *et al*., 2001)

انگور یاقوتی زودرس‌ترین رقم انگور در ایران است که در مناطق نیمه گرمسیر ایران بخصوص زابل در استان سیستان و بلوچستان، جهرم، داراب و قیروکارزین در استان فارس به عنوان میوه نوبرانه تولید می‌شود. این رقم در طول فصل رشد در این مناطق در معرض تنش‌های‌گرمایی شدید قرار دارد. لذا این پژوهش به منظور بررسی رفتار تبادلات گازی انگورهای گلدانی این رقم در شرایط تنش گرمایی شدید ۴۵ درجه سلسیوس در شرایط گلخانه و تاک‌های جوان این رقم در شرایط تاکستان در مقایسه

[1] - instantaneous leaf transpiration efficiency
[2] - intrinsic leaf transpiration efficiency

با تاک‌های گلدانی قرار گرفته در شرایط معمولی و بدون تنش به مدت دو سال انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش گلخانه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار و پنج تاک در هر بلوک به مدت دو سال انجام شد. یک گروه گلدان در گلخانه بدون تنش که درجه حرارت آن در روز ۱±۲۸ و در شب ۱±۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۴۰٪ بود و گروه دیگر گلدان‌ها در گلخانه تنش قرار گرفتند. تنش‌گرمایی به تدریج اعمال شد. یعنی تاک‌هادر دمای ۲۸ درجه قرار داده شدند و هر روز ۲ درجه سلسیوس دمای گلخانه اضافه شد. بعد از هشت روز که دمای گلخانه از ۲۸ درجه به ۴۴ درجه سلسیوس رسید، دمای گلخانه روی ۱±۴۵ درجه سلسیوس تنظیم و تاک‌ها به مدت هشت روز در این دما قرار گرفتند. در روز هشتم، اندازه‌گیری تبادلات گازی همزمان با گلدان‌های گلخانه بدون تنش انجام شد. تنش-گرمایی تاک‌ها از ساعت ۸ صبح تا ۱۴ ظهر اعمال می‌شد و تا صبح بعد تاک‌ها در شرایط طبیعی قرار داده شدند.

آزمایش مزرعه‌ای درمنطقه نیمه‌گرم قیروکارزین در استان فارس انجام شد. بررسی روی تاک‌های انگور سه ساله با فاصله کاشت ۲×۳ متر به مدت دو سال در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با پنج تکرار و تعداد سه تاک در هر واحد آزمایشی انجام شد. میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شد. مشخصات اقلیمی منطقه آزمایش در جدول ۱ و مشخصات اقلیمی محل انجام پژوهش در روزهای انجام یادداشت برداری‌ها در جدول ۲- نشان داده شده است. بافت خاک تاکستان لوم سیلتی، اسیدیته و شوری آب آبیاری به‌ترتیب ۷/۶ و ۱/۵۵۴ دسی‌زیمنس بر متر بود.

جدول۱- مشخصات اقلیمی بلند مدت محل اجرای آزمایش در منطقه قیروکارزین

میانگین بارندگی سالیانه (میلی متر)	میانگین دما (درجه سلسیوس)	میانگین حداکثر مطلق دما (درجه سلسیوس)	میانگین حداکثر دما (درجه سلسیوس)	میانگین حداقل دما (درجه سلسیوس)	میانگین رطوبت نسبی (٪)	حداکثر رطوبت نسبی (٪)	حداقل رطوبت نسبی (٪)
۲۵۴/۶	۲۵/۳	۴۸/۰	۳۲/۰	۱۸/۶	۳۸/۶	۵۴/۰	۲۳/۲

جدول ۲- مشخصات اقلیمی محل آزمایش در روز انجام یادداشت برداری‌ها

روز/ماه/سال	حداقل دما (درجه سلسیوس)	حداکثر دما (درجه سلسیوس)	متوسط دما (درجه سلسیوس)	حداقل رطوبت نسبی (٪)	حداکثر رطوبت نسبی (٪)	میانگین رطوبت نسبی (٪)	حداکثر سرعت باد (متر در ثانیه)	دمای حداقل زمین (درجه سلسیوس)
۱۳۹۲/۵/۱۲	۲۹/.	۴۴/۸	۳۶/۹	۱۹	۴۳	۳۱	۵	۲۴/۲
۱۳۹۳/۵/۱۲	۳۱/۸	۴۵/۴	۳۸/۶	۱۷	۴۵	۳۱	۲	۲۸/۸
میانگین	۳۰/۴	۴۵/۱	۳۷/۸	۱۸	۴۴	۳۱	۳/۵	۲۶,۵

تبادلات گازی تاک‌ها در گلخانه در ساعت ۱۳ و ۳۰ دقیقه ظهر و در شرایط تاکستان با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز اندازه‌گیری شدند. مقدار فتوسنتز (A)، هدایت روزنه‌ای (gs)، غلظت دی اکسید کربن داخل محفظه روزنه (Ci)، مقدار تعرق (E) و دمای برگ اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین کارایی کربوکسیلاسیونی برگ (A/Ci)، کارایی مصرف آب (A/E) و کارایی واقعی مصرف آب (A/gs) محاسبه شدند. برای بررسی اثرات گرما بر شاخص‌های فیزیولوژیکی، اندازه‌گیری تبادلات گازی در گرمترین ماه، و درگرمترین ساعت روز یعنی در ساعت ۱۳ روزهای ۱۲ مرداد ماه سال های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ بر روی تعداد دو برگ از هر تاک انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اختلاف تیمارها برای همه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند. در تاک‌های تنش ندیده همه پارامترهای تبادلات گازی(به‌جز *Ci*) بیشتر از تاک‌های تنش دیده بودند. (جدول ۳).

تمام تبادلات گازی به‌جز *Ci* در تاکستان بیشتر از تاک‌های گلخانه بود. بیشترین فتوسنتز درتاک‌های بدون تنش در گلخانه (۹/۴۶ میکرومول CO_2 در مترمربع در ثانیه) و کاهش شدید در فتوسنتز تاک‌های قرار گرفته در معرض تنش‌گرمایی مشاهده شد. فتوسنتز تاک‌های گلدانی تنش دیده ۴/۷ برابر کمتر از تاک‌های گلدانی بدون تنش بود در حالیکه این مقدار کاهش برای تاک-های تنش دیده در شرایط تاکستان ۲/۸ برابر بود. یعنی فتوسنتز تاک‌ها در شرایط تنش گرمایی تاکستان (۳/۳۴ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه) به طور معنی‌دار بیشتر از فتوسنتز تاک‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی در شرایط گلخانه بودند (جدول ۳).

مجموعه این نتایج نشان داد که رفتار تبادلات گازی و فتوسنتز انگورهای یاقوتی در شرایط گلخانه و تاکستان متفاوت بود. این تفاوت با سایر یافته‌های گزارش شذه مطابقت داشت به‌طوریکه گزارش شده است که واکنش فتوسنتزی انگورهای گلدانی سلطانی و سمیلون مشابه هستند هر چند دمای بهینه فتوسنتز برای تاک‌های سلطانی ۳۰ درجه و تاک‌های سمیلون ۲۵ درجه سلسیوس گزارش شده است (Kriedemann, 1968). این نشان می دهد که واکنش دمایی فتوسنتزی هر رقم انگور در طول فصل رشد با شرایط مختلف رشد آن رقم سازگار شده است. این موضوع در سایر گونه ها نیز گزارش شده است(Ferrar et al., 1989). همسو با این یافته‌ها، بالاتر بودن پارامترهای تبادلات گازی و بخصوص فتوستز تاک‌های یاقوتی تنش دیده در شرایط تاکستان نسبت به تاک‌های تنش دیده گلدانی نیز نشان داد که تبادلات گازی این رقم در طول فصل رشد با شرایط محیطی رشد منطقه نیمه گرم قیروکارزین سازگار شده بود.

جدول۳- مقایسه میانگین پارامترهای تبادلات گازی انگور یاقوتی

تیمارهای آزمایش	هدایت روزنه‌ای (µ mol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	نرخ تعرق (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})	نرخ فتوسنتز (µ mol $CO2m^{-2}.s^{-1}$)	غلظت CO_2 داخل روزنه (µ mol CO_2 m^{-2} s^{-1})	کارایی کربوکسیلاسیون (*A/Ci*)	کارایی مصرف آب (*A/E*) (µmol CO_2 $mmol^{-1}$ H_2O)	کارایی واقعی مصرف آب (A/g_s) (µmol CO_2 mol^{-1} H_2O)
بدون تنش در گلخانه	۰/۱۲۶ a	۴/۹۸ a	۹/۴۶ a	۲۱۰ b	۰/۰۴۵ a	۱/۹۰ a	۷۵ a
تنش ۴۵ درجه در گلخانه	۰/۰۵۲ c	۳/۸۲b	۲/۰۰ c	۲۸۵ a	۰/۰۰۷ c	۰/۵۲c	۳۹c
تنش ۴۵ درجه در تاکستان	۰/۰۶۸ b	۳/۶۶b	۳/۳۴ b	۱۸۴ c	۰/۰۱۸ b	۰/۸۷ b	۵۰b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P\leq 0.01$) نمی‌باشند.

دمای بهینه رشد برای ارقام انگور ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس گزارش شده است (Keller, 2010). هم‌چنین در زمان اندازه گیری فتوسنتز، درجه حرارت تاکستان در حدود ۴۵ درجه سلسیوس بود (جدول ۲)، برخلاف این شرایط و بالا بودن درجه حرارت محیط، تاک‌های قرار گرفته در شرایط تنش گرمایی تاکستان با ۳/۳۴ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه (حدود ۱/۷ برابر مقدارفتوسنتزدر تاک‌های قرار گرفته در تنش گرمایی در شرایط گلخانه) واکنش فتوسنتزی مناسب‌تری داشت (جدول ۳). این مقدار فتوسنتز در چنین شرایطی نشان دهنده پتانسیل نسبی سازگاری این رقم به تنش‌گرمایی شدید در طول فصل رشد است. مقدار فتوسنتز برای رقم سمیلون (Semillon) در درجه حرارت ۴۵ درجه سلسیوس در شرایط تاکستان، ۳/۹۲ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه گزارش شده است (Greer and Weedon, 2012). در این پژوهش نیز مقدار فتوسنتز برای انگورهای یاقوتی در شرایط تنش گرمایی ۴۵ درجه سلسیوس در تاکستان مطابق با رقم سمیلون بود.

هرچند که اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای تأیید می‌کند که مقدار فتوسنتز در تاک‌های قرار گرفته در معرض درجه‌حرارت‌های بالا کاهش می‌یابد (Haldimann &Feller 2004, 2005; Wise *et al*. 2004) اما لازم است که بین اعمال تیمارهای تنش حرارتی

کوتاه مدت (Haldimann & Feller 2005; Hüve *et al*. 2011) در مقایسه با تاک‌های رشد کرده در محیطی که در طول فصل رشد در معرض درجه حرارت‌های بالا قرار دارند (Xu & Baldocchi 2003; Wise *et al*. 2004; Juárez-Lopez et al., 2008; Dillaway & Kruger 2010) تمایز قائل شد. احتمالاً تاک‌های رشد کرده در شرایط گرم تاکستان، در طول فصل رشد با این شرایط سازگار می شوند و این سازگاری به شرایط رشد می تواند دلیل موجهی برای تشریح بعضی از این تفاوت‌ها در واکنش فتوسنتزی این تاک ها باشد.

منابع

1. Badger, M.R., Bjorkman, O. and Armond, P.A. 1982. An analysis of photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants: temperature acclimation in the desert evergreen Nerium oleander L. Plant Cell Environment. 5: 85–99.
2. Dillaway, D.N.and Kruger E.L. 2010. Thermal acclimation of photosynthesis a comparison of boreal and temperate tree species along a latitudinal transect. Plant, Cell & Environment. 33: 888–899.
3. Ferrar, P.J., Slatyer, R. O.and Vranjic J.A. 1989. Photosynthetic temperature acclimation in Eucalyptus species from diverse habitats, and a comparison with Nerium oleander. Australian Journal of Plant Physiology 16: 199–217.
4. Greer, D.H. and Weedon, M.M. 2012. Modelling photosynthetic responses to temperature of grapevine (Vitis vinifera cv. Semillon) leaves on vines grown in a hot climate. Plant, Cell and Environment. 35: 1050–1064.
5. Haldimann, P. and Feller, U. 2004. Inhibition of photosynthesis by high temperature in oak (Quercus pubescens L.) leaves grown under natural conditions closely correlates with reversible heatdependent reduction of the activation state of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase. Plant, Cell & Environment, 27: 1169–1183.
6. Haldimann, P. and Feller, U. 2005. Growth at moderately elevated temperature alters the physiological response of the photosynthetic apparatus to heat stress in pea (Pisum sativum L.) leaves.Plant, Cell & Environment 28: 302–317.
7. Hüve, K., Bichele, I., Rasulov, B. and Ninemets, U. 2011. When is it too hot for photosynthesis: heat induced instability of photosynthesis in relation to respiratory burst, cell permeability changes and H2O2 formation. Plant, Cell & Environment. 34: 113–126.
8. Juárez-Lopez, F.J., Escudero, A. and Mediavilla, S. 2008. Ontogenetic changes in stomatal and biochemical limitations to photosynthesis of two co-occurring Mediterranean oaks differing in leaf life span. Tree Physiology 28: 367–374.
9. Keller, M. 2010. The science of grapevine: anatomy and physiology. Published by Elsevier Inc. UK.377 Pages.
10. Kriedemann, P E. 1968. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature and leaf age. Vitis, 7: 213–220.
11. Stafne, E.T., Clark, J.R. and Rom, C.R. 2001. Leaf gas exchange response of 'Arapaho' blackberry and six red raspberry cultivars to moderate and high temperatures. Hortscience 36: 880–883.
12. Wise , P.R. , A.J. Olson, S.M. Schrader, and Sharkey, T.D. 2004. Electron transport is the functional limitation of photosynthesis in fi eld-grown Pima cotton plants at high temperature. Plant, Cell & Environment 27: 717 – 724.
13. Xu, L. and Baldocchi, D.D.(2003. Seasonal trends in photosynthetic parameters and stomatal conductance in blue oak (Quercus douglasii) under prolonged drought and high temperature. Tree Physiology. 23: 865–877.

Leaf gas exchange in Yaghooti grapevine cultivar against heat stress under greenhouse and vineyard condition

M.J. Karami[1, 2]*, S. Eshghi[2], E. Tafazoli[3],

1- Research instructor, Fars Research Center for Agriculture and Natural Resources, Shiraz, Iran. 2- Associate Professor, Dep. of Horticultural Science, Shiraz university 3-Professor, Dep. of Horticultural Science, Shiraz university.

*Corresponding author: jkarami299@yahoo.com

Abstract

In order to understand gas exchange behavior of potted Yaghooti grapevine cultivar under sever heat stress (45±1 ^{O}C) and normal condition (28±1^{O}C) in greenhouse at agricultural research station of zarghan in Iran, in comparison to young-3-year-old vines grown under heat stress (45±1 ^{O}C) in vineyard conditions in Ghir-o-Karzin (a semi-warm region) in Fars province, this research work was carried out for two years. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with five replicates. Leaf gas exchange parameters: Photosynthetic rate (*A*), stomatal conductance (g_s), substomatal CO_2 concentration, (*Ci*) and transpiration rate (*E*) were measured, Transpiration efficiency (*A/E*), Intrinsic transpiration efficiency (A/g_s) and carboxylative efficiency (*A/Ci*) were estimated. Results showed a significant differences ($P \leq o.o1$) among all treatments for all gas exchange parameters. The most photosynthesis rate (9.6 $\mu molCO_2m^2s^{-1}$) was found in non-stress vines grown under greenhouse condition. In vines subjected to heat stress in both greenhouse and vineyard condition, a sharp decrease in photosynthesis rate was observed. Photosynthesis rate (3.34 $\mu molCO_2m^2s^{-1}$) in vines subjected to heat stress under vineyard condition was significantly higher than that of potted vines (2.00 $\mu molCO_2m^2s^{-1}$) subjected to heat stress in greenhouse condition. These results revealed that gas exchange of yaghooti vines against heat stress under vineyard condition was different from gas exchange in potted vines grown under heat stress in greenhouse condition. It would seem likely then that the photosynthetic temperature response of yaghooti grapevine cultivar was acclimated to the different growth conditions.

Key words: Photosynthesis, Yaghooti grapevine, Heat stress, Gas exchange.