بررسی واکنش‌های فتوسنتزی برخی گونه‌های گلابی (*Pyrus* spp.) تحت شرایط تنش خشکی

لاوین بابایی[۱]، مهدی شریفانی[۲]،رضا درویش‌زاده،[۳] ناصر عباس‌پور،[۴] مشهید هناره[۵]

[۱]دانش‌آموخته دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه

[۲] دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳] استاد گروه اصلاح و بیوتکنولوژی، دانشگاه ارومیه

[۴]دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه ارومیه

[۵] استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

نویسنده مسئول: msharifani2019@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی روند تغییرات سیستم فتوسنتزی برخی گونه‌های گلابی (*Pyrus* spp.) در واکنش به تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل سه سطح تنش خشکی (۱۰۰، ۶۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و پنج گونه گلابی *P. glabra, P. communis, p. biossieriana P.salicifolia* و*P. syriaca* بود. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، پارامترهای محتوی نسبی آب برگ، فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و میزان غلظت دی‌اکسیدکربن درون روزنه‌ای کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد پیدا کرد. میزان محتوی نسبی آب برگ، فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای در گونه *p. glabra* بیشتر از سایر گونه‌های مورد بررسی بود و *P. syriaca*، P. *salicifolia*، P. *biossieriana* و P. *communis* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار داشتند. همچنین بیشترین غلظت دی‌اکسیدکربن درون روزنه‌ای در گونه *P. communis* مشاهده گردید و P. *biossieriana*، P. *salicifolia*، P. *syriaca* و P. *glabra* به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفت. به‌طورکلی بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، به نظر می‌رسد که گونه P. *glabra* با حفظ محتوی نسبی آب برگ و پایداری بیشتر سیستم فتوسنتزی و کاهش بیشتر هدایت روزنه‌ای توانست در برابر تنش خشکی از تحمل بالاتری برخوردار بوده و در تعدیل اثرات ناشی از تنش خشکی، کارآمدتر عمل نماید.

واژگان کلیدی: فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای، دی‌اکسیدکربن، درون روزنه‌ای

مقدمه

گیاهان در طول دوره رشد خود، پیوسته تحت تأثیر عوامل نامساعد محیطی قرار دارند. برخی از این عوامل نامساعد مانند تنش خشکی، رشد و نمو را در گیاهان محدود می کند (Azizinia *et al*., 2005). گزینش ارقام متحمل به خشکی از راه بررسی عملکرد آن ها تحت تنش امکان پذیر است و از آن جایی که عملکرد، برآیند صفات فیزیولوژیکی گیاه می‌باشد، می توان از این صفات به عنوان ابزاری برای گزینش گیاهان متحمل استفاده کرد. به این منظور معمولا ارقام و ژنوتیپ های یک گونه گیاهی از دیدگاه صفات فیزیولوژیکی و ارتباط آن با تحمل به خشکی مورد بررسی قرار می گیرند (قادری و همکاران، ۱۳۸۵). محتوی نسبی آب برگ (RWC)، پتانسیل آب برگ، مقاومت روزنه‌ای، نسبت تعرق، دمای برگ و دمای تاج گیاه از مهم ترین خصوصیات موثر بر روابط آبی گیاه می‌باشند. محتوی نسبی آب، شاخصی برای ارزیابی وضعیت آبی گیاه و منعکس کننده فعالیت متابولیکی بافت ها و ابزاری مناسب در تشخیص مقاومت به خشکی می‌باشد (Siddique *et al*., 2001). بررسی نقش تنش آبی بر خصوصیات فیزیولوژی گیاه انگور نشان داده است که تحت تنش خشکی فزاینده، میزان فتوسنتز (A_{net})، هدایت روزنه‌ای (g_s)و تعرق (E)،کاهش پیدا می کند (Abbaspoure and Babaee., 2017). بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری روی گیاهان رزماری و نعناع نشان داد که با افزایش شدت تنش آبی، میزان فتوسنتز و بیوماس گیاه کاهش پیدا می کند. با کاهش هدایت روزنه‌ای و CO_2 قابل استفاده، میزان فتوسنتز کاهش یافته و در نتیجه بیوماس و عملکرد کل گیاه کاهش پیدا می کند (Delfine *et al*., 2005). توانایی گیاهان برای سازگاری با شرایط مختلف محیطی، ارتباط مستقیمی به توانایی گیاه در سازگار نمودن سطح فتوسنتزی خود دارد که موجب تأثیر بر روی فرایندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی و در نهایت رشد و عملکرد کل گیاه می‌گردد. تنش های محیطی، اثرات مستقیمی روی فرایند فتوسنتز به جا می‌گذارد و موجب تخریب ترکیبات اصلی فتوسنتزی

شامل انتقال الکترون از تیلاکوئید، چرخه کاهش کربن و کنترل روزنه‌ای ورود دی‌اکسیدکربن و در نهایت انباشت کربوهیدرات ها، پراکسیداسیون لیپیدها و بر هم زدن تعادل آبی گیاه می‌گردد (Allen and Ort, 2001).

روش تحقیق

در این تحقیق، نهال‌های یک‌ساله گلابی در گلدان‌های استوانه‌ای به طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۲۶ سانتی‌متر که با ۱۰ کیلوگرم خاک لوم شنی پر شده بودند، کاشت گردید. مشخصات خاک مورداستفاده، در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با در سه تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی و گروه زیست‌شناسی و اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشگاه ارومیه انجام گرفت. فاکتورها شامل سه سطح تنش خشکی (۱۰۰، ۶۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و پنج گونه گلابی *P. biossieriana*, *P. communis*, *p. glabra*, *P. salicifolia* و *P. syriaca* بود. محتوی نسبی آب برگ (Relative Water Content) با استفاده از روش (Turner, 1981)و فرمول ۱ محاسبه گردید که در آن FW وزن تر نمونه‌های برگی، TW وزن تر نمونه‌هایی که به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق خیسانده شده بودند و DW وزن خشک نمونه‌های برگی است.

۱. Relative Water Content (RWC)= (FW-DW)/ (FW-TW) 100اندازه‌گیری غلظت کربن درون‌سلولی، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز خالص با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز (مدل HCM-1000) انجام گردید. آنالیز تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS سری 9.1 و روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excell سری 2010 استفاده گردید.

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، سطوح مختلف خشکی، گونه و اثر متقابل خشکی و گونه، تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر میزان محتوی نسبی آب برگ، فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی داشت. نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل خشکی و گونه بر میزان محتوی نسبی آب برگ نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان محتوی نسبی آب برگ در تمام گونه‌های گلابی مورد بررسی، کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد پیدا کرد. در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، میزان محتوی نسبی آب برگ تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها نشان نداد درحالی‌که در سطح تنش ملایم (۶۰ درصد ظرفیت زراعی)، بیشترین میزان محتوی نسبی آب برگ در گونه‌های *P. biossieriana* و *P. glabra* و کمترین میزان محتوی نسبی آب برگ در گونه *P. communis* مشاهده گردید. در تنش شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی)، گونه *P. glabra* بیشترین میزان محتوی نسبی آب برگ را دارا بود و گونه‌های *P. syriaca*، *P. biossieriana*، *P. salicifoli*a و *P. communis* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار داشت (جدول ۲).

جدول1- نتایج تجزیه واریانس اثرات سطوح خشکی و گونه گیاهی بر برخی صفات فیزیولوژیکی گونه های گلابی (*Pyrus* sPP) تحت شرایط تنش خشکی.

ns. * و ** به ترتیب نشانگر غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		محتوی نسبی آب برگ	فتوسنتز خالص	هدایت روزنه ای	دی اکسیدکربن درون سلولی
بلوک	۲	۰/۰۴۹۷^{ns}	۳۳/۸۸۸^{ns}	۰/۸۳۷^{ns}	۰/۱۷۶^{ns}
سطوح خشکی	۲	۱۵۴۴/۴۴۷**	۶۱۵۷/۲۲۲**	۷۸۵۶/۱۷۱**	۲۷/۹۴۵**
گونه گیاهی	۴	۵۶/۳۰۷**	۱۴۴۴/۲۴۴*	۱۳۱/۲۳۶**	۱/۱۰۳**
خشکی × گونه گیاهی	۸	۹۹/۶۵۱**	۴۴/۵۲۷**	۳۶/۰۶۲**	۳/۵۲۱**
اشتباه آزمایشی	۲۸	۲۱/۳۰۲	۸/۷۹۳	۲/۶۸۸	۰/۱۳۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۳/۳۶۱	۶/۷۲۵	۴/۱۸۱	۲۰/۸۷۸

هم چنین، نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل خشکی و گونه بر فتوسنتز خالص نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری، میزان فتوسنتز خالص در تمام گونه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد، کاهش معنی‌داری یافت. در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، بیشترین میزان فتوسنتز خالص در گونه *P. glabra* بود و گونه‌های *P. syriaca*، *P. biossieriana*، *P. communis* و *P. salicifolia* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار داشت. در سطح تنش خشکی ملایم (۶۰ درصد ظرفیت زراعی)، بیشترین میزان فتوسنتز خالص در گونه *P. communis* و کمترین میزان فتوسنتز خالص برگ در گونه‌های *P. glabra* و *P. syriaca* مشاهده گردید. با اعمال تنش خشکی شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی)، گونه *P. glabra* از بیشترین میزان فتوسنتز خالص برخوردار بود و گونه‌های *P. syriaca*، *P. biossieriana*، *P. salicifolia* و *P. communis* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار داشت (جدول ۲).

علاوه بر این، بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل خشکی و گونه بر هدایت روزنه‌ای، با افزایش فواصل آبیاری، میزان هدایت روزنه‌ای در تمام گونه‌های گلابی مورد بررسی، کاهش معنی‌داری یافت. در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، گونه *P. communis* دارای بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای بود و بعد از آن، گونه‌های *P. biossieriana*، *P. syriaca* و *P. glabra* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار داشت. در سطح تنش خشکی ملایم (۶۰ درصد ظرفیت زراعی)، بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای در گونه *P. salicifolia* و کمترین میزان هدایت روزنه‌ای در گونه‌های *P. glabra* و *P. syriaca* مشاهده گردید. در تنش خشکی شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی)، گونه‌های *P. communis* و *P. biossieriana* از حداکثر میزان هدایت روزنه‌ای را برخوردار بود و گونه‌های *P. salicifolia*، *P. syriaca* و *P. glabra* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار داشت (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل خشکی و گونه بر میزان غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی در تمام گونه‌های گلابی مورد بررسی کاهش پیدا کرد. در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، بیشترین غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی در گونه *P. communis* و کمترین میزان غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی در گونه‌های *P. glabra* و *P. syriaca* مشاهده گردید. علاوه بر این، در سطح تنش خشکی ملایم (۶۰ درصد ظرفیت زراعی)، بیشترین میزان غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی در گونه *P. communis* و کمترین میزان دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی در گونه *P. syriaca* مشاهده گردید. در تنش خشکی شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی)، گونه *P. communis* بیشترین میزان غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی را دارا بود و گونه‌های *P. biossieriana*، *P. salicifolia*، *P. syriaca* و *P. glabra* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار داشت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف خشکی و گونه‌های گلابی (*Pyrus* sPP) بر محتوی نسبی آب برگ، فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی

	محتوی نسبی آب برگ (%)	فتوسنتز خالص ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}S^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($mmol\ H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)	دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی ($\mu molmol^{-1}$)
P. biossieriana				
تنش شاهد	۸۲/۴۷۵±۰/۰۲۰ ab	۸/۶۱۶±۱/۶۷۰ ab	۶۵/۰۲۳±۱/۲۵۵ b	۱۵۹/۵۷۹±۰/۶۵۴ bc
تنش خشکی ملایم	۷۸/۲۱۰±۱/۲۰۱ bc	۴/۹۰۶±۰/۳۰ e	۳۲/۶۳۳±۱/۲۳۳ fg	۱۱۴/۰۳۰±۰/۵۵۲ f
تنش خشکی شدید	۵۹/۳۶۷±۱/۶۱۰ ef	۲/۷۳۳±۰/۶۱۰ fg	۲۳/۱۹۰±۱/۶۰۲ h	۸۴/۲۷۴±۱/۰۰۴ g
P. communis				
تنش شاهد	۸۶/۵۰۶±۰/۴۱۰ a	۸/۰۵۰±۲/۲۱۰b	۷۳/۲۷۰±۰/۲۳۲ a	۱۷۹/۳۶۸±۰/۶۰۲ a
تنش خشکی ملایم	۶۴/۷۰۱±۰/۲۵۰ de	۵/۴۵۶±۰/۳۳۰d	۳۵/۲۳۳±۰/۹۰۲ f	۱۱۹/۳۳۳±۰/۸۹۶ ef
تنش خشکی شدید	۵۵/۰۶۳±۱/۲۸۰ f	۲/۶۰۳±۱/۲۳۳g	۲۳/۴۴۰±۱/۴۰۲ h	۹۰/۳۰۷±۰/۲۰۷ g
P. glabra				
تنش شاهد	۷۶/۹۱۸±۱/ ۸۱۰ab	۸/۶۶۶±۱/۴۵۰ a	۶۱/۰۸۷±۱/۲۵۰ d	۱۵۳/۹۹۸±۰/۹۸۲ c
تنش خشکی ملایم	۷۹/۴۴۹±۱/۰۱۰ bc	۴/۷۹۰±۱/۳۱۶ e	۳۱/۵۷۷±۱/۲۱۳ g	۱۱۰/۵۳۶±۰/۳۳۲ f
تنش خشکی شدید	۷۰/۵۵۶±۱/۲۶۰ cd	۳/۹۷۶±۰/۲۱۰ ef	۱۰/۸۲۷±۱/۲۰۲ j	۵۰/۳۰۴±۱/۲۰۴ i
P. *salicifolia*				
تنش شاهد	۸۲/۲۰۵±۱/۶۱۴ ab	۸/۲۱۳±۰/۵۱۰ ab	۵۹/۱۶۳±۱/ ۲۲۲d	۱۷۰/۴۲۵±۱/۵۲۲ ab
تنش ملایم	۷۴/۴۷۹±۱/۲۳۴ bc	۶/۴۶۶±۰/۷۱۰ c	۳۹/۴۵۷±۰/۲۵۵ e	۱۲۹/۷۹۳±۱/۴۴۱ de
تنش شدید	۵۹/۴۱۸±۱/۲۴۴ ef	۲/۵۲۰±۱/۲۱۰ g	۲۰/۴۲۷±۱/۵۱۲ i	۸۷/۱۸۳±۰/۸۰۲ g
P. syriaca				
تنش شاهد	۸۳/۰۳۹±۱/۲۵۵ ab	۸/۱۹۶±۰/۹۱۰ ab	۶۲/۳۲۷±۱/۲۲۲ c	۱۴۰/۶۹۲±۱/۲۴۴ d
تنش خشکی ملایم	۷۰/۳۲۰±۰/۴۱۵ cd	۴/۳۹۰±۱/۶۱۰e	۳۲/۳۴۷±۱/۵۱۰ g	۸۹/۴۲۵±۱/۸۴۷ g
تنش خشکی شدید	۶۵/۵۵۶±۱/۲۳۰ de	۳/۱۵۳±۱/۳۱۵ f	۱۸/۲۰۷±۱/۴۱۶ ij	۶۲/۶۸۸±۱/۴۴۷ h

تنش خشکی شاهد، ملایم و شدید به ترتیب نشان‌دهنده ۱۰۰، ۶۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی می‌باشد. حروف غیرمشابه، بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

محتوی نسبی آب برگ یکی از شاخص‌های گزینش ارقام مقاوم و حساس به خشکی می‌باشد. درحالی‌که گونه P. *communis* بیشترین کاهش محتوی نسبی آب برگ را داشت. گونه‌های مقاوم در مواجهه با خشکی، محتوی آب سلول‌های خود را در حد بالاتری حفظ می‌کنند ضخیم بودن کوتیکول یکی از فاکتورهای مهم حفظ محتوی آب نسبی برگ است و ارقامی که از ضخامت کوتیکولی برگ بیشتری برخوردار باشند، در شرایط خشکی آب نسبی بیشتری را در برگ‌های خود حفظ کرده و در برابر خشکی مقاوم‌تر می‌باشند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش تنش خشکی موجب کاهش محتوی نسبی آب برگ گردید و گونه P. *glabra* در مقایسه با سایر گونه‌های مورد بررسی تحت تنش خشکی، پایداری بیشتری نسبت به کاهش محتوی نسبی آب برگ از خود نشان داد. نتایج این تحقیق با نتایج به‌دست‌آمده توسط رضایی در زیتون (۱۳۸۶) و عزیزی (۱۳۸۷) در انگور مطابقت دارد. بر اساس مطالعات انجام شده، دلایل محدودکننده فتوسنتز در شرایط تنش آبی به صورت روزنه‌ای و یا عوامل محدودکننده غیر روزنه‌ای بوده و ناشی از اثر مستقیم کمبود آب‌روی فرایندهای بیوشیمیایی گیاه می‌باشد. روزنه‌ها حساس به کمبود آب هستند و بسته شدن روزنه‌ها یکی از اولین واکنش‌های گیاه

به تنش خشکی می‌باشد که منجر به کاهش سرعت فتوسنتز می‌گردد. محدودیت روزنه‌ای موجب کاهش دسترسی مزوفیل به دی‌اکسیدکربن و آسیمیلاسیون کربن فتوسنتزی در طی فرایند تنفس نوری می‌گردد و مکانیسم غیر روزنه‌ای شامل ایجاد تغییر در سنتز کلروفیل، عملکرد و ساختار کلروپلاست و آسیب به فرایندهای انباشت، انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی می‌باشد (Samarah *et al*., 2009). با افزایش شدت تنش خشکی و کاهش هدایت روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی کاهش می‌یابد اگرچه با تداوم شدت تنش خشکی، میزان غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی به علت تخریب فتوسنتز و کاهش کارآیی کربوکسیلاسیون و مصرف اندک دی‌اکسیدکربن، افزایش می‌یابد. هم چنین، تحقیقات نشان داده است که با افزایش تنش خشکی در دانهال‌های گلابی گونه *P. betulaefolia*، میزان محتوی نسبی آب برگ و فتوسنتز خالص کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد پیدا کرد درحالی‌که مقاومت روزنه‌ای افزایش یافت. (Li *et al*., 2016) در این پژوهش، افزایش شدت تنش خشکی، موجب کاهش معنی‌دار هدایت روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسیدکربن درون‌سلولی و در نهایت میزان فتوسنتز خالص در گونه‌های گلابی مورد بررسی گردی که با نتایج به‌دست‌آمده توسط قادری و همکاران (۱۳۸۵) در انگور و حسینی و همکاران (۱۳۹۰) و گیورفل و همکاران (۲۰۰۹) در زیتون مطابقت دارد. به‌طورکلی، گونه *P. glabra* با کاهش بیشتر هدایت روزنه‌ای و افزایش پایداری محتوی نسبی آب برگ و ممانعت از تعرق و اتلاف آبی، از میزان فتوسنتز بالاتری در سطح تنش شدید خشکی برخوردار بود و توانست در تعدیل اثرات مخرب تنش خشکی، کارآمدتر عمل نماید و گونه‌های *P. syriaca*، *P. salicifolia*، *P. biossieriana* و *P. communis* به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند.

در پایان پیشنهاد می‌گردد گونه‌های مورد بررسی در این تحقیق، در شرایط فضای آزاد نیز مورد آزمایش قرار بگیرند و سایر شاخص‌های فیزیولوژیکی نظیر پتانسیل آب، ضخامت پارانشیم برگ (مزوفیل نرده‌ای و مزوفیل اسفنجی) و ... نیز بررسی و ارزیابی گردد

.

منابع

حافظ نیا، محمدرضا، ۱۳۸۸، مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم‌انسانی، چاپ شانزدهم، تهران، انتشارات سمت

حسینی، ز.، سلیمانی، ع.، طاهری، م.، توکلی، ا. و سهرابی، ا. ۱۳۹۰. مطالعه اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم زیتون. اولین کنگره ملی علوم و فناوری های نوین کشاورزی

فقیهی، ابوالحسن و موسوی کاشی، زهره، مدل سنجش بهره وری (اثربخشی و کارایی) در بخش خدمات دولتی ایران، مجله مدیریت دولتی، دوره دوم، شماره چهارم ، بهار و تابستان ۱۳۸۹، ۱۲۶-۱۰۷

قادری، ن.، سی و سه مرده، ع. و سید صابر، ش. ۱۳۸۵. بررسی اثر خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم انگور. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۹(۱): ۵۵-۴۵.

عزیزی، ح. ۱۳۸۷. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سه رقم انگور. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه ارومیه.

نجمی نیا، رضا، صالحی، محمدرضا، بررسی تأثیر سرمایه فکری در ایجاد مزیت رقابتی شرکتهای بیمه استان اصفهان، چهارمین کنفرانس بین المللی بازاریابی خدمات بانکی در مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما، مهر ۱۳۹۱

Abbaspour N, Babaee L. 2017. Effect of salicylic acid application on oxidative damage and antioxidant activity of grape (*Vitis vinifera* L.) under drought stress condition. International Journal of Horticultural Science and Technology 4 (1), 29-50.

Allen D J, Ort D R. 2001. Impact of chilling temperatures on photosynthesis in warm climate plants. Plant Science 6, 36-42

Camisón, César. And Villar-López, Ana. (2011). Non-technical innovation: Organizational memory and learning capabilities as antecedent factors with effects on sustained competitive advantage. Industrial Marketing Management. 40 (2011). 1294–1304

Delfine S, Loreto F, Pinelli P, Jognetti R, Alvino A. 2005. Isopernoids content and photosynthetic limitation in rosemary and spearmint plants under water stress. Agriculture, Ecosystems and Environment 106, 243-252

Guerfel, M., Baccouri, M., Boujnah, D., Chaibi, W. and Zarrouk, K, M. 2009. Impacts of water stress on gas exchange, water regulations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.). *Agronomy and soil science*. 51: 685-695.

Hazen, Benjamin and Terry Anthony. (2012).Toward creating competitive advantage with logistics information technology. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 42. No. 1. 8-35

Li, K. Q., Xu, X. Y. and Huang, X. S. 2016. Identification of Differentially Expressed Genes Related to Dehydration Resistance in a Highly Drought-Tolerant Pear, *Pyrus betulaefolia* L., as through RNA-Seq. *PLOS ONE*. 11(2), e0149352.

Siddique, M. R. B, Hamid, A. and Islam, M. S. 2001. Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 41: 35-39.

Samarah N H, Alqudah A M, Amayreh J A, McAndrews G M. 2009. The effect of late terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science 195, 427-44.

A survey of drought stress on the photosynthetic response of some pear species (*Pyrus* spp.)

Lavin Babaei[1], Mohammad Mehdi Sharifani[2]*, Reza Darvishzadeh[3], Naser Abbaspour[4]and Mashhid Henareh[5]

[1.] Ph.D. student, Department of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[2.] Associate Professor, Department of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[3]. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Urmia University, Urmia, Iran

[4]. Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

[5]. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran

**Corresponding author. Email:msharifani2019@gmail.com*

Abstract

In order to investigate the photosynthetic response of some pear species (*Pyrus* spp.) under drought stress conditions, a pot experiment was conducted using a factorial based on completely randomized design (CRD) with three replications in greenhouse conditions. The factors included five pear species (*P. biossieriana, P. communis, P. glabra, P. salicifolia* and *P. syriaca*) and three levels of drought stress (100%, 60%, and 30% of field capacity). According to the results, different levels of drought stress significantly limited morphological and physiological processes in all examined species. With increasing drought stress intensity, leaf relative water content (RWC), net photosynthetic rate, stomatal conductance, Transpiration rate, and intercellular carbon dioxide concentration were significantly decreased compared to control treatment. In contrast, root/shoot dry weight, specific leaf weight, and stomatal density per area unit were increased. The root/shoot dry weight, specific leaf weight, stomatal density per area unit, relative water content and net photosynthetic rate in *P. glabra* was were higher than other species, and *P. syriaca*, *P. salicifolia*, *P. biossieriana* and *P. communis* were placed in the following ranks, respectively. It seems *P. glabra* to be more effective in mitigating the adverse effects of drought by having more robust protective mechanisms.

Keywords: Pyrus, Net photosynthetic rate, Stomatal conductance, Intercellular carbon dioxide concentration