بررسی برخی از خصوصیات فتوسنتزی و مورفولوژیک در پایه‌های درگزی و پیرودوارف گلابی تحت تنش خشکی

زینب ملکی آسایش*[۱] ، کاظم ارزانی[۲] ، علی مختصی بیدگلی[۳] و حمید عبداللهی[٤]

[۱] دانشجوی دکتری علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

[۲] استاد گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس ، تهران، ایران

[۳] استادیار گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس ، تهران، ایران

[۴] دانشیار پژوهشکده میوههای معتدله و سردسیری، کرج، ایران

*نویسنده مسئول:z.malekiasayesh@modares.ac.ir

چکیده

تنش خشکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدودکننده رشد و تولید گیاهان می‌باشد. گلابی (*Pyrus* spp.) یکی از مهم‌ترین محصولات معتدله است که رشد و عملکرد آن در شرایط خشکی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی (شاهد، متوسط و شدید) بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فتوسنتزی دو پایه دو ساله گلابی (درگزی به صورت بذری و پیرودوارف به‌صورت کلونی)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طراحی شد و پس از پایان دوره آزمایش (۶۰ روز پس از اعمال تنش خشکی)، گیاهان تحت تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین گیاهان شاهد و تنش خشکی برای شاخص کلروفیل مشاهده نشد. مقدار آب نسبی و سطح ویژه برگ با افزایش شدت تنش در هر دو رقم کاهش نشان دادند، کاهش مقدار سطح ویژه برگ در طول زمان افزایش یافته و مقدار آن در بین دو پایه اختلاف معنی‌داری داشت. سطح وزنی برگ و میزان آب هر واحد سطح برگ نیز با افزایش سطح تنش کاهش یافتند و در طول زمان میزان این کاهش بیشتر گردید. نرخ فتوسنتز و نرخ تعرق در هر دو پایه گلابی به طور قابل توجهی کاهش نشان دادند که این کاهش پس از ۶۰ روز در درگزی کمتر از پیرودوارف بود. همچنین کارایی مصرف آب در ۳۰ روز اول پس از تنش، تغییر معنی‌داری نشان نداد، ولی با افزایش زمان تنش مقدار آن به طور معنی‌داری افزایش یافت و این افزایش در پایه درگزی بیشتر از پیرودوارف بود. این تفاوت نتایج بین دو پایه، بیانگر سازگاری بهتر پایه پیرودوارف در تنش متوسط و مدت زمان کمتر بود درحالی در تنش شدید و مدت زمان طولانی تنش خشکی، درگزی سازگاری بهتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پیرودوارف، تنش خشکی، درگزی، گلابی.

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که رشد و تولید گیاهان را در بسیاری از مناطق جهان محدود می‌کند (Pandey *et al.*, 2017). این تنش بسیاری از پاسخ‌های گیاهی از جمله مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بنابرین سازگاری‌های مختلفی از جمله تنظیمات سرعت رشد، استفاده بهینه از آب، اصلاح ساختار گیاه، تقویت سیستم‌های ریشه‌ای در مقابله با تنش خشکی در گونه‌های مختلف گیاهی وجود دارد (Bhusal *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2019) تنش خشکی موجب کاهش نرخ خالص فتوسنتز می‌گردد که نتیجه تلاش برگ برای کاهش مصرف آب، بستن روزنه و کاهش تعرق می‌باشد و در نهایت منجر به کاهش مصرف CO_2 می‌گردد (Losciale *et al.*, 2012). همچنین کارایی مصرف آب، شاخص مهمی است که نشان می‌دهد گیاهان چگونه با شرایط نامساعد سازگار می‌شوند و می‌تواند به بهره‌وری محصول در تنش آب کمک کند (Sun *et al.*, 2013). گلابی (*Pyrus* spp) یکی از درختان میوه مهم در مناطق معتدله می‌باشد که رشد و عملکرد آن تحت تأثیر تنش آب قرار می‌گیرد (Kuecuekyumuk, 2020). انتخاب پایه‌های متحمل در درختان میوه، یک استراتژی برای مقابله با تنش خشکی می‌باشد، چرا که پایه‌ها می‌توانند رفتارهای مورفو–آناتومیکی گیاهان را تحت تأثیر قرار داده و تأثیر تغییرات آب و هوایی بر عملکرد گیاهان را به حداقل برسانند (Berdeja *et al.*, 2015). از آنجایی که در سال‌های اخیر، استفاده از پایه‌های رویشی بیشتر مرسوم شده است، هدف از پژوهش

حاضر بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فتوسنتزی در دو پایه متداول گلابی (درگزی و پیرودوارف)، با سیستم رشدی و ریشه‌ای متفاوت، به منظور مقایسه و انتخاب پایه مناسب برای شرایط تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش خشکی، از دو پایه گلابی (*Pyrus communis*)، شامل پایه بذری درگزی و پایه کلونی پیرودوارف دوساله و یکدست استفاده شد. نهال‌های تهیه شده پس از انتقال به گلدان‌های پلاستیکی با حجم ۱۲ لیتر، حاوی بستر خاک لومی (pH: ۷/۵۹ ، EC: ۲/۳ و به ترتیب ۱۱۰ و ۷۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر و پتاسیم و ۰/۲۴ ٪ نیتروژن)، درگلخانه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، با شرایط نور طبیعی، میانگین دمای روزنه ۳۴ و شبانه ۲۴ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی، تحت سه سطح تنش شاهد (آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای)، تنش متوسط (آبیاری ۶۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای خاک) و تنش شدید (آبیاری ۳۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای) خاک قرار گرفتند. در دو بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ روز پس از اعمال تنش خشکی، میزان فتوسنتز (A_n) در واحد سطح برگ (میکرومول CO_2 بر متر مربع برثانیه) و نرخ تعرق (E) در واحد سطح برگ (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه) با استفاده از دستگاه قابل حمل فتوسنتز (LI-6400XT, LI-COR, USA)، بین ساعات ۱۱ الی ۲ ظهر به منظور استفاده از بیشترین شدت نوری گلخانه در برگ‌های کاملا توسعه یافته اندازه‌گیری شد. در نهایت کارایی مصرف آب (WUE) به عنوان نسبت بین نرخ فتوسنتز و تعرق (A_n/E) محاسبه گردید. به منظور اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی، در هر دوره نمونه‌برداری، پس از اندازه‌گیری وزن تر برگ توسط ترازو، نمونه‌های برگ به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از خشک شدن وزن خشک آن‌ها تعیین گردید. برای اندازه گیری سطح برگ، پس از تصویربرداری از سطوح برگ، از نرم‌افزار ImageJ (U. S. National Institutes of Health, Bethesda, MD) استفاده گردید. و در نهایت خصوصیات مربوط به برگ از جمله سطح ویژه برگ (SLA)[1]، میزان آب هر واحد سطح برگ (LWCA)[2] و سطح وزنی برگ (LMA)[3] با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

(SLA)(وزن ماده خشک برگ / سطح برگ در گیاه) = سطح ویژه برگ

(LWCA)(سطح برگ / وزن خشک برگ – وزن تر برگ) = میزان آب هر واحد سطح برگ

(LMA)(سطح برگ / وزن خشک برگ) = سطح وزنی برگ

ارزیابی شاخص کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل‌سنج قابل حمل (CCM-200, Opti-Sciences, Inc., Hudson, NH, USA) صورت گرفت. برای این منظور در چهار برگ از هر تکرار تیمارها، میزان کلروفیل اندازه‌گیری و در نهایت میانگین چهار عدد به عنوان میزان کلروفیل هر تکرار در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC)، دیسک‌های برگی مشابه تهیه شد و پس از اندازه‌گیری وزن تر (FW)، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در داخل آب مقطر در شرایط تاریکی قرار داده شدند تا آماس نمایند. بعد از خارج کردن برگ‌ها از آب مقطر و حذف رطوبت اضافی، وزن آماس آن‌ها اندازه‌گیری شد (TW) و سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا وزن خشک (DW) اندازه‌گیری شد (Wu *et al.*, 2008). و در نهایت میزان نسبی آب برگ از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC=\{(FW-DW)/(TW-DW)\}\times 100$$

آزمایش به صورت فاکتوریل (سه فاکتور: دو رقم، سه سطح تنش و دو دوره نمونه برداری) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به مدت ۶۰ روز اجرا گردید. و تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم افزار SAS 9.2 و مقایسه میانگین توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۱، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، اختلاف معنی‌داری بین دو پایه و دو دوره نمونه‌برداری

[1]Specific leaf area
[2]Leaf water content per unit Area
[3]Leaf mass area

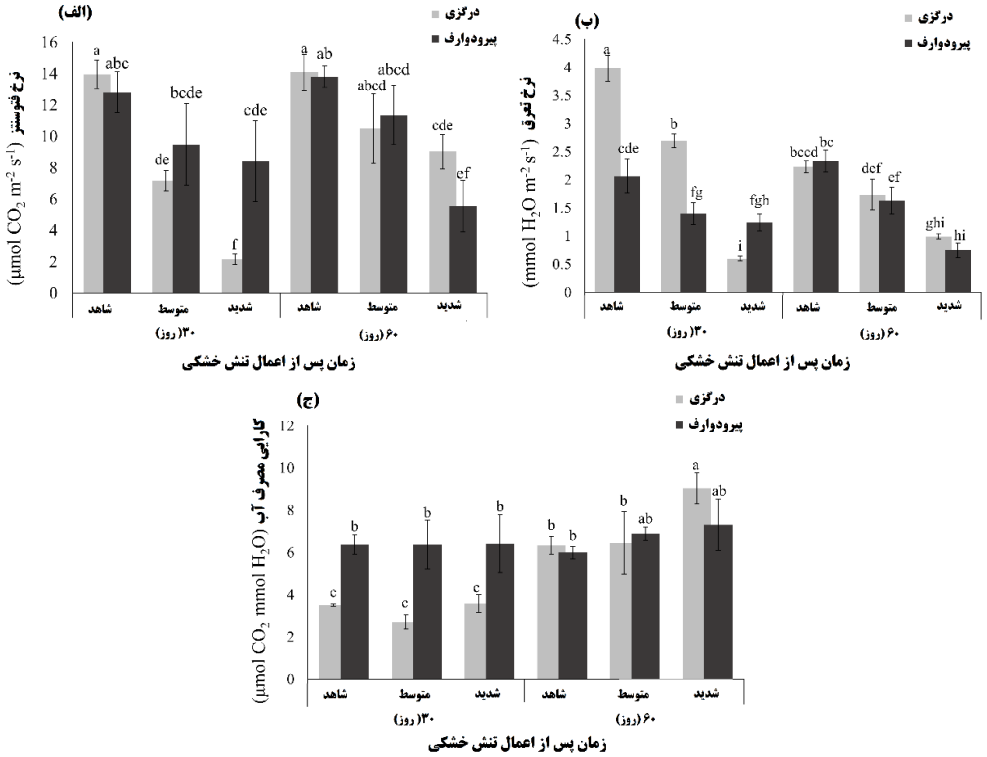
نداشت اما با افزایش سطوح تنش مقدار آب به طور معنی‌داری کاهش یافت، محتوای نسبی آب برگ، از جمله فاکتورهای مهم روابط آبی در گیاهان می‌باشد که بسیار تحت تاثیر کمبود آب قرار می‌گیرد، عدم اختلاف در مقدار RWC در پایه‌های مختلف گلابی و کاهش آن با شدت تنش خشکی در مطالعه Zohouri و همکاران (۲۰۲۰) گزارش شده است، همچنین بالا بودن مقدار RWC در پایه و ترکیب پایه و پیوندک سیب نشانگر مقاومت بیشتر به تنش خشکی بود (Liu *et al.*, 2012). شاخص کلروفیل اختلافی بین تیمارهای مختلف نشان نداد. با این حال کاهش معنی‌دار در سطح ویژه برگ (SLA) با افزایش سطح تنش در طول زمان مشاهده گردید و پایه شاهد درگزی در مقایسه با پیرودوارف، SLA بالاتری داشت، این کاهش SLA، با تشکیل برگ‌های ضخیم همراه است که جهت انجام فتوسنتز در گیاه مفید نمی‌باشد. مشابه با SLA، مقادیر سطح وزنی برگ (LMA) و میزان آب هر واحد سطح برگ (LWCA) نیز با افزایش سطح تنش کاهش یافتند و در طول زمان میزان این کاهش بیشتر گردید، اما این دو فاکتور دارای اختلاف معنی‌دار بین دو پایه مورد مطالعه نبودند، جدول ۱. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، کاهش در مقادیر وزن‌تر برگ و سطح برگ و متعاقبا سطح ویژه برگ در نتیجه تنش خشکی و متفاوت بودن مقادیر آن بین پایه‌های مختلف، در مطالعات صورت گرفته روی پایه های سیب و گلابی گزارش شده است (Bhusal *et al.*, 2019; Kuecuekyumuk, 2020). افزایش سطح ویژه برگ به دلیل افزایش سطح و کاهش وزن خشک برگ صورت می‌گیرد که سطح برگ عامل تعیین کننده نفوذ نهایی نور در گیاه می‌باشد که بر فتوسنتز، تعرق و تجمع ماده خشک اثر دارد. به طوری که با افزایش سطح تنش خشکی، نرخ فتوسنتز در هر دو پایه گلابی به طور قابل توجهی کاهش یافت. این کاهش پس از ۳۰ روز، برای پایه درگزی تحت تنش متوسط و شدید خشکی در مقایسه با شاهد، به ترتیب ۸۴ و ۸۶ درصد و پس از ۶۰ روز، حدود ۳۵ و ۳۶ درصد بود، در حالی که در پایه پیرودوارف، فتوسنتز تحت تنش متوسط و شدید خشکی در مقایسه با شاهد، پس از ۳۰ روز به ترتیب ۲۶ و ۳۴ درصد و پس از ۶۰ روز، ۱۷ و ۵۶ درصد کاهش نشان داد، شکل ۱ الف. مشابه با میزان فتوسنتز، نرخ تعرق نیز به‌طور معنی‌داری با افزایش شدت تنش، کاهش نشان داد که این کاهش پس از ۶۰ روز در درگزی کمتر از پیرودوارف بود، شکل ۱ ب، که در واقع این نتایج بیانگر سازگاری بهتر درگزی در انتهای دوره تنش خشکی بود. کارایی مصرف آب در ۳۰ روز اول پس از تنش، تغییر معنی‌داری نشان نداد، ولی با افزایش زمان تنش مقدار آن به طور معنی‌داری افزایش یافت و این افزایش در پایه درگزی بیشتر از پیرودوارف بود، شکل ۱ ج. تبادلات گازی به طوری گسترده برای تشخیص اثرات تنش بر عملکرد سیستم فتوسنتزی، و کارایی مصرف آب به عنوان شاخصی که به رشد و عملکرد گیاه مربوط می‌شود و اغلب بیانگر سازگاری گیاه با شرایط محدود آب می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Bhusal *et al.*, 2019; Sun *et al.*, 2013). کاهش در نرخ خالص فتوسنتز در طول زمان در نتیجه تنش خشکی، و متفاوت بودن شدت واکنش بین ارقام مختلف در گونه‌های مختلف گیاهی گزارش شده است (Bhusal *et al.*, 2019; Kuecuekyumuk, 2020; Sun *et al.*, 2013; Zohouri *et al.*, 2020). در ارقام مختلف سیب، مشابه با نتایج پژوهش حاضر، تحت تاثیر تنش خشکی مقدار فتوسنتز و نرخ تعرق کاهش یافته و میزان کارایی مصرف آب افزایش نشان داد. تفاوت در میزان تغییرات مربوط به تبادلات گازی در ارقام مختلف سیب بیانگر تفاوت در میزان مقاومت ارقام مختلف بود(Bhusal *et al.*, 2019; Sun *et al.*, 2013)). در ارقام مختلف گردو نیز تغییرات فتوسنتزی و کارایی مصرف آب با افزایش تنش آبی مشاهده شد (Liu *et al.*, 2019). پاسخ‌های فتوسنتزی در پایه‌های مختلف گلابی در مطالعات قبلی مورد بررسی قرار گرفته است (Kuecuekyumuk, 2020; Zohouri *et al.*, 2020). تایج پژوهش Zohouri و همکاران (۲۰۲۰)، بیانگر تاثیر تنش خشکی بر تبادلات گازی در ارقام مختلف گلابی بود، که نشان می‌داد در شدت تنش اعمال شده، پایه پیرودوارف مقاوم‌تر از درگزی می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، بین دو پایه گلابی، اگر چه این دو پایه دارای شرایط رشدی و سیستم ریشه‌ای متفاوت هستند، پاسخ‌های متفاوتی نسبت به شرایط تنش دارند، اما در صورت قرار گرفتن در شرایط یکسان، پایه رویشی پیرودوارف در مدت زمان کم و شدت متوسط تنش، واکنش‌های پاسخی بهتری نشان داد اما پایه بذری درگزی با توجه به بهبود واکنش‌های مورفولوژیکی و فتوسنتزی خود در انتهای آزمایش و تنش شدید خشکی، در مقایسه با پیرودوارف سازگاری بهتری نسبت به تنش خشکی را توانست نشان دهد.

جدول ۱: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای نسبی آب برگ (RWC)، کلروفیل، سطح ویژه برگ (SLA)، سطح وزنی برگ (LMA) و میزان آب هر وحد سطح برگ (LWCA)، تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی (شاهد، متوسط و شدید) در دو بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ روز پس از اعمال تنش خشکی.

منابع تغییر	درجه	میانگین مربعات

	آزادی		RWC	SPAD	SLA	LMA	LWCA
پایه	۱		۱۵/۹۵^{ns}	۸۸/۶۴^{ns}	۱۰۲/۵۱**	/۰۰۰۰۰۵^{ns}	۰۰۰۰۰^{ns}
					۴	۰	۰/۲
تنش	۲		۱۴/۳۷**	۱۹/۷۱^{ns}	۲۳۴/۶۵**	/۰۰۰۰۰۸*	۰۰۰۰۱**
			۵۴	۹	۳	۰	۰/۸
زمان	۱		۲۲/۸۳^{ns}	۵/۸۵۴^{ns}	۲۲۹/۵۱**	/۰۰۰۰۱۱*	۰۰۰۰۱**
					۲	۰	۰/۹
پایه× تنش	۲		۴/۲۲^{ns}	۲۳/۷۸^{ns}	۹۴۳/۲۸**	/۰۰۰۰۱۶**	۰۰۰۰۰^{ns}
						۰	۰/۱
پایه × زمان	۱		۰/۶۱۲^{ns}	۳۸/۰۹^{ns}	۹۳۷/۹۳**	/۰۰۰۰۰۶^{ns}	۰۰۰۰۰^{ns}
						۰	۰/۱
تنش×زمان	۲		۶۷/۴۱^{ns}	۵۵/۹۳^{ns}	۸۶۴/۱۷**	/۰۰۰۰۰۴^{ns}	۰۰۰۰۰**
						۰	۰/۹
پایه×تنش×زمان	۲		۷۳/۱۹^{ns}	۳۵/۷۹^{ns}	۲۵۹/۲۳^{ns}	/۰۰۰۰۰۴^{ns}	۰۰۰۰۰**
						۰	۰/۵
بلوک	۳		۱/۶۶^{ns}	۱۲/۷۰^{ns}	۲۰۹/۷۶^{ns}	۰۰۰۰۰۰^{ns}	۰۰۰۰۰^{ns}
				۹		۰/۲	۰/۱
خطا	۳	۳	۶۵/۳۱	۸۱/۴۹	۹۱/۶۵	/۰۰۰۰۰۱۵	۰۰۰۰۰۰۷
						۰	۰/
ضریب تغییرات	–		۱۶/۲۱	۲۱/۴۵	۸/۸۷	۱۲/۷۶	۶/۲۷

^{ns} عدم معنی‌داری، * معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$)، ** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$).



شکل ۱: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی (شاهد، متوسط و شدید)، بر نرخ فتوسنتز (الف)، نرخ تعرق (ب) و کارایی مصرف آب (ج)، در دو پایه گلابی (درگزی و پیرودوارف)، در دو بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ روز پس از اعمال تنش خشکی. حروف غیر مشترک بالای هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) می‌باشد.

سپاسگزاری:این پژوهش بخشی از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد که در آزمایشگاه درختان میوه (پومولوژی) و گلخانه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس در حال انجام است که بدینوسیله از حمایت‌های انجام شده، قدردانی می‌شود.

منابع

Berdeja, M., Nicolas, P., Kappel, C., Dai, Z.W., Hilbert, G., Peccoux, A., Lafontaine, M., Ollat, N., Gomes, E., Delrot, S. 2015. Water limitation and rootstock genotype interact to alter grape berry metabolism through transcriptome reprogramming. Horticulture Research, 2: 1-13.

Bhusal, N., Han, S.G., Yoon, T.M. 2019. Impact of drought stress on photosynthetic response, leaf water potential, and stem sap flow in two cultivars of bi-leader apple trees (*Malus*× *domestica* Borkh.). Scientia Horticulturae, 246: 535-543.

Kuecuekyumuk, C. 2020. Drought response of young pear trees (*Pyrus communis*). Applied Ecology and Environmental Research, 18: 7769-7781.

Liu, B., Li, M., Cheng, L., Liang, D., Zou, Y., Ma, F. 2012. Influence of rootstock on antioxidant system in leaves and roots of young apple trees in response to drought stress. Plant Growth Regulation, 67: 247-256.

Liu, B., Liang, J., Tang, G., Wang, X., Liu, F., Zhao, D. 2019. Drought stress affects on growth, water use efficiency, gas exchange and chlorophyll fluorescence of Juglans rootstocks. Scientia Horticulturae, 250: 230-235.

Losciale, P., Manfrini, L., Morandi, B., Novak, B., Pierpaoli, E., Zibordi, M., Corelli Grappadelli, L., Anconelli, S., Galli, F. 2012. Water restriction effect on pear rootstocks: photoprotective processes and the possible role of photorespiration in limiting carbon assimilation, X International Symposium on Integrating Canopy. Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems, 1058: 237-244.

Pandey, P., Irulappan, V., Bagavathiannan, M.V., Senthil-Kumar, M. 2017. Impact of combined abiotic and biotic stresses on plant growth and avenues for crop improvement by exploiting physio-morphological traits. Frontiers in plant science, 8: 537.

Sun, X., Yan, H., Kang, X., Ma, F. 2013. Growth, gas exchange, and water-use efficiency response of two young apple cultivars to drought stress in two scion-one rootstock grafting system. Photosynthetica, 51: 404-410.

Wu, F., Bao, W., Li, F., Wu, N. 2008. Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of Sophora davidii seedlings. Environmental and experimental botany, 63: 248-255.

Zohouri, M., Abdollahi, H., Arji, I., Abdossi, V. 2020. Variations in growth and photosynthetic parameters of some clonal semi-dwarfing and vigorous seedling pear (Pyrus spp.) rootstocks in response to deficit irrigation. Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus, 19(2): 105-121.

Investigation of some photosynthetic and morphological characteristics in Dargazi and Pyrodwarf rootstocks under drought stress

Zeinab Maleki Asayesh[1*], Kazem Arzani[2], Ali Mokhtassi-Bidgoli[3], Hamid Abdollahi[4]
[1]Ph.D student, Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[2]Professor, Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Agronomy, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[4]Associate Professor, Temperate Fruits Research Center, Karaj, Iran
[*]*Corresponding Author: z.malekiasayesh@modares.ac.ir*

Abstract

Drought is one of the major environmental stresses that limit plant growth and productivity. Pear (*Pyrus* spp.), is one of the most important fruit species in temperate zones that its growth and productivity are affected by drought conditions. To evaluate the effect of different levels of drought stress (control, moderate and severe) on some morphological and photosynthetic traits of two common pear rootstocks (two years old Dargzi seedlings and Pyrodwarf clones), an experiment was conducted as a factorial experiment based on a randomized complete block design (RCBD). Effects of drought on plants under stress conditions were evaluated at the end of the experiment (60 days after drought stress). The results showed that no significant difference was observed between control plants and drought stress for chlorophyll. Relative water content and Specific leaf area decreased with increasing stress intensity in both rootstocks, the amount of Specific leaf area decreased over time and its amount was significantly different between the two rootstocks. Leaf mass area and Leaf water content per unit Area also decreased with increasing stress levels and over time this amount increased. Photosynthesis and transpiration rate were significantly reduced in both pear rootstocks, this reduction in Dargazi was less than that of Pyrodwarf after 60 days. Also, Water use efficiency in the first 30 days after drought stress did not show a significant change, but with the increased stress period, its amount increased significantly and this increase was greater in Dargazi compared to Pyrodwarf. The difference in results between the two rootstocks indicates better adaptation of Pyrodwarf to moderate stress in the short duration, while in severe stress and the long period of drought stress, Dargazi was able to show better adaptation.

Keywords: Drought, Dargazi, Pear, Pyrodwarf.