ارزیابی پاسخ‌های چهار واریته دانهالی پسته اهلی به کم‌آبیاری

مژگان غلام پور شهرستانی، محمودرضا روزبان*، ساسان علی نیایی فرد، سعادت ساریخانی
گروه باغبانی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: mroozban@ut.ac.ir

چکیده

پسته به‌عنوان یک محصول ارزآور و راهبردی در کشور به‌شمار می‌رود که به دلیل تحمل بالا به تنش خشکی، سازگاری بالایی با اقلیم خشک و نیمه خشک کشور دارد. با این وجود و با توجه به تشدید تنش خشکی در سال‌های اخیر، لازم است تا برای انجام برنامه‌های اصلاحی هدفمند، مکانیسم‌های تحمل به تنش خشکی در ارقام و پایه‌های مختلف پسته مورد بررسی قرار گیرد. در همین راستا و به منظور ارزیابی پاسخ‌های رشدی چهار پایه دانهالی پسته ("اکبری"، "احمدآقایی"، "بادامی" و "کله قوچی") به تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای کم آبیاری در سه سطح شامل شاهد (آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد تبخیر تعرق)، کم‌آبیاری ملایم (آبیاری بر اساس ۷۰ درصد تبخیر تعرق) و کم آبیاری شدید (آبیاری بر اساس ۴۰ درصد تبخیر تعرق) روی دانهال‌های سه ماهه پسته تحت شرایط گلخانه در بستر هیدروپونیک اعمال گردید. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد مطالعه از پارامترهای رشدی از جمله ارتفاع دانهال، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و میزان رنگیزه‌های برگ وجود داشت. همچنین تنش خشکی به‌طور معنی داری سبب کاهش ارتفاع دانهال، وزن تر و خشک اندام هوایی و میزان کلرفیل a، b و کل برگ شد. تنش خشکی سبب افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی در پسته به عنوان یک گونه متحمل به تنش خشکی گردید. در بین وریته‌های مورد مطالعه، بیشترین نسبت ریشه به اندام هوایی مربوط به "بادامی" و "اکبری" بود که به‌عنوان ارقام متحمل به تنش خشکی معرفی شدند. بررسی شاخص تحمل به تنش خشکی نشان داد که "کله قوچی" نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه، تحمل پائین‌تری به تنش خشکی دارد. در مقابل، "بادامی" و "اکبری" جز ارقام متحمل به تنش خشکی شناخته شدند. همچنین با بررسی شاخص تحمل به تنش وزن تر و خشک به نظر می رسد که مکانیسم تحمل به تنش این دو واریته اخیر با یکدیگر متفاوت است که نیاز به انجام مطالعات بعدی و ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پسته، نیاز آبی، تنش خشکی، کلروفیل، شاخص‌های رشدی

مقدمه

پدیده تغییر اقلیم و گرم شدن کره زمین، سبب کاهش نزولات جوی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران شده است. بر اساس پیش‌بینی‌های شورای بین‌المللی تغییر اقلیم (IPCC)، در سال ۲۰۳۰، خشکی‌های ممتد و طولانی منجر به کاهش شدید تولید محصولات کشاورزی می‌شود (Rosenwig and Tubiello, 2007). بنابراین با توجه به گسترش روزافزون کم آبی و نیز پایین رفتن سطح آب زیرزمینی و کمبود بارش به ویژه در مناطق اصلی پسته کاری ایران، لزوم توجه به مسئله کم آبی و خسارت‌های فیزیولوژیک ناشی از آن، بیش از پیش بارزتر و مهم‌تر به نظر می‌رسد. خشکی، مهم‌ترین عامل محدودکننده توسعه کشاورزی به‌ویژه درمناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. گزارش شده است که بیش از ۵۰ درصد کاهش عملکرد گیاهان به طور مستقیم در نتیجه تنش‌های غیرزیستی به ویژه خشکی و شوری است (Acquaah ,2009). از بین عوامل تنش‌های غیرزیستی، خشکی به عنوان مخرب‌ترین عامل کشاورزی پایدار، درجهان در نظر گرفته شده است (Din et al., 2011). مطالعات مرتبط با خشکی از نگرانی مهم دانشمندان برای توسعه، بهبود یا جست و جوی گونه‌های گیاهی متحمل به خشکی است (Bettaieb et al., 2009; Bybordi, 2010).

پسته گونه‌ای متحمل به خشکی است که توانایی زنده ماندن در شرایط کم آبیاری را داشته و بر اساس پاسخ به به خشکی، درختی خشکی‌زی (Xerophytes) محسوب می‌شود (Behboudian et al., 1986)، البته برای تولید محصول با کیفیت و اقتصادی، آبیاری کافی درختان پسته امری کاملا ضروری است (Goldhamer and Beede, 2004). از طرفی، تنش آبی مهم‌ترین عامل ایجاد کننده تناوب باردهی و اصلی‌ترین عامل مدیریتی افت عملکرد در درختان پسته شناخته می‌شود (Bilgen, 1979). تحمل به خشکی و شوری در بین گونه‌ها و حتی واریته‌های مختلف پسته از درجات مشابهی برخوردار نمی‌باشد. مطالعه ارقام متحمل به خشکی برای شناسایی مکانیسم‌های رشدی، فیزیووژیک و مولکولی که قابلیت سازگاری گیاهان در محیط‌هایی با کمبود آب را بهبود می بخشد، ضروری است (Zhang et al., 2015). اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که مطالعات پیشین نشان داده است که ارقام و گونه‌های مختف پسته اهلی و وحشی مکانیسم‌های متفاوتی برای تعدیل

اثر تنش خشکی دارند (یوسفی، ۱۳۹۸). بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی پاسخ‌های رشدی برخی از واریته‌های پسته به تنش خشکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل (با دو فاکتور رقم و تنش خشکی) بر پایه طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در گلخانه پژوهشی گروه باغبانی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ انجام گرفت. مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش دانهال‌های سه ماهه چهار رقم پسته اهلی شامل "اکبری"، "احمدآقایی"، "بادامی" و "کله قوچی" بود که در گلدان‌های ۶ لیتری با بستر ماسه شسته‌شده + پرلیت (نسبت حجمی ۱:۱) کشت شده بودند. کم آبیاری در سه سطح شامل ۴۰ (تنش شدید)، ۷۰ (تنش ملایم) و ۱۰۰ (شاهد) درصد نیاز آبی گیاه) و به صورت روش وزنی اعمال شد. تغذیه دانهال‌ها با محلول غذایی هوگلند نیم‌غلظت انجام شد. صفات مورد مطالعه در این پژوهش شامل ارتفاع نهال، وزن تر و خشک به تفکیک ریشه، برگ و ساقه (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ و براساس گرم)، میزان کلروفیل a، b و کل و میزان کارتنوئید برگ بود. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و مجددا وزن خشک ریشه واندام هوایی توسط ترازوی دیجیتالی محاسبه گردید. میزان کلروفیل a ، b و کل و میزان کارتنوئید برگ، با استفاده از قرائت میزان جذب نور عصاره استونی برگ در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2000, Hitachi Instruments, Japan) و براساس معادلات زیر محاسبه گردید (Lichtenthaler and Buschmann, 2001):

$$V/(1000 \times W) \times Chl_a\,(mg.\ g^{-1}\ DW) = [12.25(A663) - 2.79\,(A646)]$$

$$Chl_b\,(mg.\ g^{-1}\ DW) = [21.50\,(A646) - 5.10\,(A663)] \times V/(1000 \times W)$$

$$Chl_T\,(mg.\ g^{-1}\ DW) = Chl_b + Chl_a$$

$$Carotenide = 1000(A470) - 1.8\,(Chla) - 85.02(Chlb)/198$$

تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS (Ver. 9.2) انجام و مقایسه میانگین داده‌های با استفاده از همین نرم افزار و آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری بر شاخص‌های رشدی و میزان رنگیزه‌های برگ ارقام مورد مطالعه پسته اهلی نشان داد که اثر رقم بر تمام صفات مورد مطالعه بجز شاخص تحمل به تنش خشکی وزن خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف تنش کم آبی از نظر ارتفاع گیاه، وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک ریشه، نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی، شاخص تحمل به تنش وزن تر و خشک میزان کلورفیل برگ مشاهده شد. اثر متقابل رقم × تنش خشکی بر وزن تر ساقه و ریشه، نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی، شاخص تحمل به تنش وزن تر و رنگیزه‌های برگ معنی‌دار بود (جدول ۱).

بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین و کمترین میزان ارتفاع دانهال‌ها در ارقام اکبری و بادامی مشاهده گردید. همچنین بیشترین و کمترین وزن تر برگ، ساقه و ریشه به ترتیب در ارقام اکبری و کله قوچی، اکبری و بادامی و احمدآقایی و کله قوچی گزارش شد. نتایج مشابهی از نظر وزن خشک ساقه وریشه بدست آمد. بیشترین و کمترین میزان وزن خشک برگ در ارقام اکبری و بادامی بدست آمد. بررسی اثر تنش خشکی بر ارتفاع و وزن تر و خشک ساقه، ریشه و برگ نشان داد که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری سبب کاهش این صفات شد و بیشترین میزان این صفات تحت شرایط نرمال آبیاری بدست آمد (Shanker et al., 2014). نسبت ریشه به اندام هوایی یک پارامتر مهم رشدی در تعیین تحمل به تنش خشکی در پایه‌های مختلف پسته است. به‌طور کلی گیاهان که قابلیت رشد در شرایط خشک و نیمه خشک دارند، از قبیل پسته، سیستم ریشه خوب و توسعه یافته‌ای دارند که امکان جذب بهتر آب را فراهم می‌کند (Ferguson et al., 2005; Esmaeilpour et al., 2015). بررسی نسبت ریشه به اندام هوایی در پروهش حاضر نشان داد که تحت تیمارهای کم آبیاری، نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش یافت که این افزایش از نظر وزن تر معنی‌دار و از نظر وزن خشک معنی‌دار نبود. بیشترین میزان نسبت ریشه به اندام هوایی در پایه بادامی به عنوان یک پایه مقاوم مشاهده شد که از نظر وزن تر اختلاف معنی‌داری با پایه احمدآقایی نشان نداد. کمترین میزان نسبت ریشه به اندام هوایی در رقم کله قوچی مشاهده شد که می‌توان به عنوان نسبت به سایر ارقام، به عنوان یک پایه حساس به تنش خشکی معرفی نمود (جدول ۱). مطالعات پیشین نیز حاکی از این است که ژنوتیپ‌ها و ارقام متحمل به‌دلیل برخورداری از سیستم ریشه قوی‌تر توانایی بالاتری جهت جذب آب و مواد غذایی تحت کمبود آب را دارند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Lopez et al., 1996).

جدول ۱- اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات رشدی پایه‌های مختلف پسته

منابع تغییر	ارتفاع گیاه	وزن ساقه (گرم)	وزن برگ (گرم)	وزن ریشه (گرم)	کلروفیل برگ	کاروتنوئید

	کل	b	a	شاخص تحمل به تنش وزن خشک	شاخص تحمل به تنش وزن تر	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی	نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی	خشک	تر	خشک	تر	خشک	تر
رقم													
بادامی	592.57 b	2.58 bc	3.20 a	95.58 a	91.11 b	1.19 a	1.83 b	1.52 a	4.32 c	0.06 c	0.20 ab	1.20 b	2.17 c
کله قوچی	453.81 c	2.08 c	2.33 b	94.14 a	89.81 b	0.96 b	1.41 d	1.28 c	3.7 d	0.08 b	0.17 b	1.25 b	2.49 b
احمدآقایی	589.17 b	2.89 b	3.23 a	97.31 a	97.90 a	0.98 b	1.99 a	1.44 b	5.53 a	0.09 ab	0.22 a	1.39 a	2.57 b
اکبری	648.89 a	3.08 a	3.34 a	95.86 a	97.41 a	0.99 b	1.65 c	1.42 b	5.11 b	0.11 a	0.22 a	1.32 a	2.90 a
تنش													
شاهد	595.57 a	3.01 a	3.41 a	100 a	100 a	1.02 a	1.60 b	1.47 a	4.77 a	0.09 a	0.24 a	1.35 a	2.78 a
70% FC	556.99 a	2.49 b	2.88 b	94.50 b	92.51 b	1.03 a	1.74 a	1.39 b	4.63 a	0.09 a	0.19 b	1.28 b	2.48 b
40% FC	560.77 a	2.47 b	2.78 b	92.67 b	89.66 b	1.05 a	1.83 a	1.39 b	4.60 a	0.08 a	0.18 b	1.24 b	2.33 c
S.O.V													
بلوک	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
رقم	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
تنش	**	*	*	**	**	ns	**	**	ns	ns	**	ns	**
رقم × تنش	*	**	**	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*

**، * و ns به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

برای هر منبع تغییر، در هر ستون، تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک‌اند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند.

بررسی میزان رنگیزه‌های برگ نشان داد که برخلاف میزان کارتنوئید برگ که در سطوح مختلف کم آبیاری، اختلاف معنی‌دار نشان نداد، بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل برگ مربوط به دانهاهای پسته تحت شرایط نرمال (شاهد) بود و تحت شرایط کم آبیاری ملایم و شدید، میزان کلروفیل برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که این نتایج با مطالعات پیشین روی سایر درختان میوه مطابقت داشت (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۵). ضرابی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر تنش خشکی بر ارقام مختلف زیتون گزارش کردند که میزان کلروفیل برگ تحت شرایط تنش کاهش یافته است. بررسی میزان رنگیزه‌های برگ در ارقام مورد مطالعه پسته نشان داد که کمترین میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ در پسته رقم کله قوچی مشاهده شد. بیشترین میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ مربوط به پسته رقم اکبری بود که اختلاف معنی‌داری بین این رقم با ارقام بادامی و احمدآقایی از نظر کلروفیل a و اختلاف معنی‌داری با پسته رقم احمدآقایی از نظر کلروفیل کل مشاهده نشد (جدول ۱).

بررسی اثر متقابل رقم × تنش خشکی نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین وزن تر ساقه مربوط به دانهال‌های اکبری در شرایط بدون تنش و رقم کله قوچی تحت تنش شدید و بادامی تحت تنش ۷۰ درصد ظرفیت زراعی بود. کمترین میزان شاخص تحمل به تنش وزن تر مربوط به رقم کله قوچی تحت تنش شدید بود. بیشترین وزن تر ریشه و نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی در رقم احمدآقایی مشاهده شد. بررسی اثر متقابل رقم و تنش خشکی بر رنگیزه‌های برگ پسته نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به رقم اکبری تحت شرایط تنش متوسط بود که اختلاف معنی‌داری با رقم بادامی تحت شرایط تنش شدید نشان نداد. ارقام احمدآقایی و اکبری تحت سطوح مختلف تنش کم آبی بیشترین میزان کلروفیل b را دارا بود که اختلاف معنی‌داری با ارقام بادامی و کله قوچی تحت شرایط بدون تنش نشان نداد. بیشترین میزان کلروفیل کل و کارتنوئید برگ مربوط به ارقام احمدآقایی و اکبری و کمترین میزان این رنگیزه در رقم کله قوچی بویژه تحت شرایط تنش آبی مشاهده شد (جدول ۲).

بررسی شاخص مقاومت به خشکی وزن تر کل بوته نشان داد که رقم کله قوچی نسبت به سایر ارقام به تنش خشکی حساس‌تر می‌باشد. این در حالی است که ارقام بادامی، احمدآقایی و اکبری جزء ارقام متحمل به تنش خشکی هستند. بررسی این خصوصیات به همراه سایر صفات بیوشیمایی (داده‌های ارائه نشده) نشان داد که رقم احمدآقایی جز ارقام نسبتا مقاوم به تنش خشکی بود. البته بررسی شاخص تحمل به تنش وزن تر و خشک نشان می‌دهد که احتمالا مکانیسم تحمل به تنش دو رقم بادامی و اکبری با یکدیگر متفاوت است که نیاز به انجام مطالعات بعدی می‌باشد.

جدول ۲- اثر متقابل رقم و تنش خشکی بر برخی خصوصیات رشدی و رنگیزه برگ پسته

رقم	تنش خشکی	کلروفیل برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)

		وزن تر ساقه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی	شاخص تحمل به تنش وزن تر	a	b	کل	کارتنوئید (میلی-گرم بر گرم وزن تر)
بادامی	شاهد	2.31 fgh	4.81 b	1.9 b	100 a	3.81 ab	3.2 a	7.01 ab	616.43 abc
	70% FC	2.10 h	4.13 c	1.84 b	86.88 cd	2.12 de	1.96 bc	4.08 c	543.67 c
	40% FC	2.12 gh	4.03 c	1.75 bc	86.47 de	3.68 ab	2.59 ab	6.27 ab	617.6 abc
کله قوچی	شاهد	2.97 ab	3.9 c	1.23 e	100 a	3.28 bc	3.01 a	6.29 ab	541.13 c
	70% FC	2.39 efg	3.78 c	1.48 cde	89.31 bce	2.07 de	1.86 bc	3.93 c	422.47 d
	40% FC	2.1 h	3.42 c	1.51 cd	80.13 e	1.62 e	1.37 c	2.99 c	397.83 d
احمد آقایی	شاهد	2.71 bcd	5.44 ab	1.82 b	100 a	3.27 bc	2.85 a	6.13 ab	555.88 bc
	70% FC	2.56 def	5.3 ab	1.9 b	95.13 ab	3.27 bc	2.98 a	6.25 ab	617.51 abc
	40% FC	2.42 ef	5.86 a	2.25 a	98.57 a	3.14 bc	2.82 a	5.96 ab	594.14 abc
اکبری	شاهد	3.15 a	4.92 b	1.45 de	100 a	3.28 bc	2.96 a	6.24 ab	668.83 a
	70% FC	2.89 abc	5.3 ab	1.72 bcd	98.74 a	4.07 a	3.17 a	7.23 a	644.32 a
	40% FC	2.66 cde	5.1 b	1.8 b	93.49 abc	2.67 cd	3.1 a	5.77 b	633.53 ab

– در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترک‌اند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند.

در مجموع بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش رقم کله قوچی به‌عنوان یک رقم حساس به تنش خشکی نسبت به سایر ارقام شناخته شد. همچنین ارقام بادامی و اکبری بدلیل برخورداری از خصوصیات رشدی بهتر و همچنین سیستم ریشه قوی، به عنوان ارقام متحمل به تنش خشکی معرفی شدند.

منابع

ضرابی، م.ح.، طلائی، ع.، سلیمانی، ع. و حداد، ر.۱۳۸۹. نقش فیزیولوژیکی و تغییرات بیوشیمیائی شش رقم زیتون (*Olea europaea* L.) در برابر تنش خشکی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲، شماره ۲۴، صفحه ۲۴۴-۲۳۴.

عزیزی، ف.، جوادی، ت. و قادری، ن. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی بر محتوای نسبی آب برگ، پایداری غشاء سلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی توت‌فرنگی رقم دیامنت و آروماس در شرایط کشت هیدروپونیک. اولین سمپوزیوم ملی میوه‌های ریز. صفحه ۳۳۸-۳۳۴.

قاسمی، م.، ارزانی، ک.، یدالهی، ع. و حکم آبادی، ح. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر فلورسانس، مقدار و شاخص کلروفیل چهار پایه دانهالی پسته. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۴، شماره ۲۷، صفحه ۴۸۵-۴۷۵.

Acquaah, G. 2009. Principles of plant genetics and breeding. John Wiley & Sons.

Behboudian, M., Walker, R., and Törökfalvy, E. 1986. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. Scientia Horticulturae:. 29: 251-261.

Bilgen, A.M. 1979. Pistachio growing and its associated problems in Mediterranean Region. In Scientific Congress of the Scientific and Technical Research Council of Turkey, Adana, Turkey; 548-576.

Cetinkaya, H., Kulak, M., and Ozguven A.I. 2018. Relationship between vegetative growth and nut characteristics in alternate bearing pistachio (*pistacia vera*) cultivars exposed to drought in The International Conference of the University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest,"Agriculture for Life, Life for Agriculture; 07-09.

Esmaeilpour, A., Van Labeke, M. C., Samson, R., Ghaffaripour, S., and Van Damme, P. 2015. Comparison of biomass production-based drought tolerance indices of pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings in drought stress conditions. International Journal of Agronomy and Agricultural Research; 7(2): 36-44.

Ferguson, L., Sanden, B., Grattan, S., Epstein, L., and Krueger, B. 2005. Pistachio rootstocks. In: Pistachio Production Manual 4th Edition (Ferguson L eds), University of California, Davis.

Goldhamer, D., and Beede, R. 2004. Regulated deficit irrigation effects on yield, nut quality and water-use efficiency of mature pistachio trees. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology; 79: 538-545.

Memmi, H., López, J.F.C., Gijón, C., and López, D.P. 2016. Impacts of water stress, environment and rootstock on the diurnal behaviour of stem water potential and leaf conductance in pistachio (*Pistacia vera* L.). Spanish journal of agricultural research; 14 (2).

Rosenzweig, F., and Tubiello, N. 2007. Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies. Mitigation and adaptation strategies for global change: 12: 855-873.

Tubiello, F.N. and Rosenzweig, C. 2008. Developing climate change impact metrics for agriculture. Integrated Assessment; 8.

Evaluation of Responses of 4 Pistachio Seedling Varieties to Deficit Irrigation

M. Gholampour Shahrestani, MR. Roozban *, S. Aliniaifard, S. Sarikhani
Department of Horticulture, Abureihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
**Corresponding Author:* mroozban@ut.ac.ir

Abstract

Pistachio is considered as a valuable and strategic tree in Iran according to the high compatibility with the country's climates and high tolerance to drought stress. However, due to the intensification of drought stress in recent years, it is necessary to explore the mechanisms of drought tolerance in different pistachio cultivars and rootstocks in order to run targeted breeding programs. In order to evaluate the growth and physiological responses of four pistachio seedlings ("Akbari", "Ahmad Aghaei", "Badami" and "Kaleh Ghoochi") to deficit irrigation, the experiment has been carried out as factorial based on completely randomize design with 3 replications. Deficit irrigation treatment was applied at three levels (Control, moderate (70% ET) and severe deficit irrigation (40% ET) on 3-mounthes old pistachio seedlings under greenhouse conditions. The results showed that there was a significant difference between the studied cultivars in terms of plant height, fresh and dry weight of roots and shoots, root to shoot ratio, and leaf pigments. Drought stress also significantly reduced seedling height, fresh and dry weight of shoots and leaf chlorophyll content. Drought stress increased root: shoot ratio in pistachio as a drought tolerant species. Between the studied rootstocks, the highest root: shoot ratio was related to "Badami" and "Akbari" rootstocks, which were introduced as drought tolerant rootstocks. The study of drought tolerance index showed that " Kaleh Ghoochi" had lower tolerance to deficit irrigation than other rootstocks. In contrast, "Badami" and "Akbari" were recognized as drought tolerant rootstocks. However, the study of fresh and dry weight stress tolerance index showed that the tolerance mechanism of these two rootstocks is probably different from each other, which requires further studies and evaluation of physiological and biochemical parameters.

***Keywords*:** Pistachio, Deficit Irrigation, Drought stress, Chlorophyll, Growth characteristics.