ارزیابی شاخص‌های رشدی در برخی از واریته‌های پسته اهلی و بنه تحت شرایط کم آبیاری

محمدرضا عبدالهی، محمودرضا روزبان*، سهیل کریمی
گروه باغبانی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
*نویسنده مسئول: mroozban@ut.ac.ir

چکیده

بیشتر مناطق پسته‌کاری ایران با مشکل کم‌آبی و تنش خشکی مواجه هستند. ازاین‌رو، شناسایی و معرفی پایه‌های متحمل به خشکی یک مطالبه جدی در صنعت پسته محسوب می‌شود. آزمایشی به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی در برخی از واریته‌های پسته اهلی و بنه انجام شد. در این آزمایش، دانهال‌های ۴ ماهه واریته‌های اکبری، بادامی، هیبرید قزوینی × آتلانتیکا و بنه تحت سه سطح آبیاری بر اساس ۹۰ (شاهد)، ۶۰ و ۴۵ درصد ظرفیت مزرعه قرار گرفتند و شاخص‌های رشدی دانهال‌ها در طول سه ماه مورد ارزیابی قرار گرفت. در سطح تنش شدید، ارتفاع ساقه و قطر طوقه در همه واریته‌ها کاهش یافت اما ریزش برگ‌ها در اکبری و بادامی از دیگر واریته‌های پسته اهلی کمتر بود و بنه کمترین ریزش برگ را در مواجهه با تنش خشکی به همراه داشت. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که دانهال‌های اکبری و بادامی با توجه به ریزش نسبی برگ کمتر، حجم بالاتر ریشه‌های فعال و توسعه سطح برگ بیشتر تحت شرایط کم آبیاری، توانایی بیشتری در مواجهه با تنش خشکی دارند.

کلمات کلیدی: **پسته، کم آبیاری، اکبری، بادامی، رشد.**

مقدمه

میانگین جهانی نزولات جوی، ۸۶۰ میلی‌متر در سال است حال‌آنکه میانگین بارندگی کشور ما که در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک واقع شده، کمتر از ۲۴۰ میلی‌متر در سال گزارش شده است که آن هم به‌صورت یکنواخت در طول سال و در مناطق مختلف، توزیع نشده است. تغییر پارامترهای اقلیمی و افزایش گرم شدن کره زمین سبب کاهش نزولات جوی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله کشور ما شده است. بر اساس پیش‌بینی شورای بین المللی تغییر اقلیم (IPCC)، در سال ۲۰۳۰ میلادی، خشکی‌های ممتد و طولانی، به کاهش زیادی در تولید محصولات کشاورزی منجر می‌شود (Rosenwig and Tubiello, 2007). ازاین‌رو، شناسایی و معرفی گیاهان متحمل به خشکی به‌ویژه برای مناطق خشک و نیمه‌خشک، نه‌تنها یک ضرورت ملی، بلکه یک راهبرد جهانی محسوب می‌شود. این مهم در درختان میوه و خشک‌میوه‌ها که عمدتاً از طریق پیوند تکثیر می‌شوند، بر شناسایی و معرفی پایه‌های متحمل به خشکی متمرکز شده است.

تحمل به خشکی به معنای توانایی گیاه برای رشد و نمو در شرایط کم‌آبی است (Levitt, 1980). این ویژگی به عملکرد مجموعه‌ای از صفات و برهمکنش ژن‌ها وابسته است. استفاده از تنوع ژنتیک گیاهان جهت غلبه بر تنش‌ها و تغییرات آب و هوایی از حدود هزار سال پیش در عصر نوسنگی صورت گرفته است (Altieri and Koohafkan, 2008). پسته اهلی (*Pistacia vera* L.)، یکی از مهم‌ترین خشک میوه‌های ایران محسوب می‌شود که از حدود چهار هزار سال پیش در کشور اهلی شده است. در حال حاضر سطحی بالغ بر حدود ۴۷۸ هزار هکتار از اراضی کشور زیر کشت باغ‌های بارده پسته قرار دارد که قسمت عمده آن‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است (FAO, 2013). بیشتر مناطق پسته‌کاری ایران به‌ویژه در استان کرمان که بیش از ۷۰ درصد سطح زیر کشت پسته کشور در آن واقع شده، با

مشکل کم‌آبی و تنش خشکی مواجه هستند. در این مناطق، کمیت و کیفیت آب، مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه اقتصادی منطقه نیز به شمار می‌روند (حکم‌آبادی، ۱۳۹۳).

به علت کارایی کم‌مصرف آب درختان پسته، مقدار آب مورد استفاده این درختان به‌طور قابل توجهی بالاتر از نیاز آبی واقعی آن‌ها می‌باشد. درخت پسته علاوه بر شوری، به خشکی نیز تحمل بالایی دارد (Picchioni *et al.*, 1990). استفاده از پایه‌های متحمل به تنش اسمزی، یونی و اکسیداتیو می‌تواند درختان را از بسیاری آسیب‌های مرتبط با تنش شوری و خشکی که به کاهش رشد و باردهی درختان منجر می‌شود، محافظت نماید (Satish *et al.*, 2005). در نتیجه معرفی پایه‌های متحمل به خشکی و کارآمد از نظر مصرف آب می‌تواند رهیافت مناسبی برای توسعه کشت پسته در کشور باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی این پژوهش شامل پسته واریته اکبری (*Pistacia vera* 'Akbari')، بادامی (*Pistacia vera* 'Badami')، بنه (*Pistacia atlantica* subsp. Mutica) و هیبرید بین‌گونه‌ای قزوینی×آتلانتیکا (*P. vera* 'Qazvini' × *P. atlantica* subsp. 'Atlantica') بودند که پیش‌تر برای تحمل به شوری توسعه یافته بودند.

پژوهش در اوایل آبان‌ماه سال ۱۳۹۴ با تهیه گلدان، ضدعفونی کردن محیط گلخانه و گلدان‌ها آغاز شد. بر اساس تعداد گلدان‌های موجود پرلیت و کوکوپیت به نسبت دو به یک تهیه و به گلدان‌ها منتقل گردید. سپس ظرفیت مزرعه بر اساس ظرفیت اشباع، وزن آمیخته پرلیت و کوکوپیت موجود در گلدان و وزن گلدان خالی تعیین شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. گیاهان مورد آزمایش از مرحله شش برگی به بعد توسط محلول هوگلند نیم غلظت تغذیه شدند. اعمال تیمار کم آبیاری براساس کم‌آبیاری گیاهان به‌صورت وزنی و با توجه به ظرفیت مزرعه به دست آمد. به این صورت که گیاهان شاهد، رطوبتی برابر با ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه را دریافت می‌کردند و گیاهان با سطح متوسط تنش، ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه، و گیاهانی که تحت تنش شدید بودند ۴۵ درصد ظرفیت مزرعه آبیاری می‌شدند. برای این منظور وزن گلدان‌ها یک الی دو روز در میان (بسته به گرمای هوا در هرماه) به حد ظرفیت مزرعه مورد نظر رسانده می‌شد و همچنین در هر هفته یک مرتبه گیاهان با محلول هوگلند نیم‌غلظت آبیاری شدند.

اندازه‌گیری‌های انجام شده در ارتباط با ویژگی‌های رشد گیاهان در طول آزمایش شامل ارتفاع اولیه گیاهان، قطر طوقه، تعداد برگ و همچنین وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ‌ها در مرحله قبل از تنش بود. برای این منظور تعدادی گیاه شاهد از هر تیمار، اضافه بر ظرفیت موجود به‌منظور اندازه‌گیری شرایط اولیه گیاهان کشت شد و ویژگی‌های فوق در این گیاهان اندازه‌گیری شد. در انتهای آزمایش نیز صفات فوق مجدداً اندازه‌گیری و نتایج یادداشت شد. اندازه‌گیری ارتفاع گیاه به‌وسیله خط‌کش و سطح برگ نیز با اندازه‌گیری طول و عرض برگ‌ها اندازه‌گیری شد. حجم ریشه نیز با اندازه‌گیری تغییرات سطح آب موجود در استوانه مدرج در اثر حجم ریشه موجود در هر دانهال بررسی شد. به‌منظور اندازه‌گیری تعداد برگ‌های آسیب دیده، در دوره‌های منظم تعداد برگ‌های با ۵۰ درصد نکروزگی و بیشتر شمارش شدند. ارزیابی ریزش برگ‌ها به‌صورت دوره‌ای از ابتدا تا انتهای تنش صورت گرفت و برگ‌های ریزش کرده به‌عنوان معیار جانبی تحمل به خشکی در گیاهان مورد استفاده قرار گرفتند (Pallardy and Rhoads, 1982).

تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های این آزمایش، با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. پس از تجزیه واریانس، مقایسات میانگین‌ها با استفاده آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس ویژگی‌های رشدی، ارتفاع گیاه و تفاوت رشد طولی ساقه دانهال‌ها در سطوح مختلف تنش خشکی معنی‌دار شد (جدول ۱). بر این اساس، بیشترین رشد طولی گیاهان در سطح آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه بود که گیاهان مقدار آب کافی برای رشد در اختیار داشتند.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات تنش خشکی بر ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌های پسته

ژنوتیپ	تغییرات ارتفاع گیاه (cm)	ارتفاع گیاه (cm)	تغییرات قطر طوقه (mm)	قطر طوقه (mm)	تغییرات سطح برگ (cm^2)	سطح برگ (cm^2)	تغییرات حجم ریشه (ml)	حجم ریشه (ml)
اکبری	۲/۸۸	۳۷/۲a	۱/۰۱	۳/۹۳	۱/۰۷	۵/۵۱a	۱/ ۴a	۳/۰۸a
بادامی	۲/۴۴.	۲۶/۱۱a	۰/۹۱	۳/۴۳	۰/۷۳	۴/۳۱a	۱/۳۸a	۲/۹۲a
بنه	۱/۷۷	۲۲/۳۳b	۱/۱	۳/۲۱	۰/۵	۱/۸۹b	۰/۸b	۰/۹۲b
قزوینی×آتلانتیکا	۲/۱۱	۱۹/۶۶ab	۰/۸۶	۳/۴۴	۰/۷۸	۳/۴۶ab	۰/۵۵ab	۱/۷۲ab
سطح آبیاری (درصد ظرفیت مزرعه)								
۹۰	۲/۸۳a	۳۰/۵a	۱/۱۶a	۳/۷۵	۰/۵۸	۵/۰۲	۰/۹۳	۲/۲۳
۶۰	۲/۵ab	۲۶/۲b	۱/۲۱a	۳/۶۱	۰/۶۴	۳/۴۴	۰/۹۴	۲/۰۲
۴۵	۱/۵۸b	۲۲/۲b	۰/۵۶b	۳/۱۴	۱/۰۱	۲/۹۳	۱/۲۲	۲/۲۵

براساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که تنش خشکی سبب کاهش رشد گیاه در شرایط تنش خشکی شدید نسبت به گیاهان شاهد شد. بااین‌حال، تفاوت بین رشد اولیه و ثانویه دانهال‌های ژنوتیپ‌های مختلف از نظر آماری معنی‌دار نبود. در این راستا دانهال‌های اکبری دارای بیشترین میزان ارتفاع گیاه در سطوح مختلف آبیاری بود اگرچه تفاوت معنی‌داری با دانهال‌های بادامی و هیبرید قزوینی × آتلانتیکا نداشت. در مقابل، دانهال‌های بنه نیز از نظر شاخص‌های رشدی در شرایط تنش خشکی در کمترین مقدار نسبت به سایر واریته‌ها قرار داشت (جدول ۱).

رشد گیاهان از طریق بزرگ شدن سلول و متعاقباً تقسیم سلول صورت می‌پذیرد. این ویژگی به‌طور منفی تحت تأثیر کم‌آبی قرار می‌گیرد (Farooq *et al.*, 2009). اساساً لازمه رشد سلول‌ها در گیاه، حفظ حالت تورژسانس سلول است و از این نظر، بزرگ‌شدن سلول از حساس‌ترین فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط با کاهش پتانسیل تورژسانس در گیاهان محسوب می‌شود (Taiz and Zeiger, 2006).

مباحث مربوط به رشد در گیاهان با عوامل متعددی در ارتباط است. در ارقام اهلی نظیر اکبری و بادامی، سیستم ریشه گسترده و عمیق، سبب جذب بهتر آب و مواد غذایی در این گیاهان می‌شود و از این طریق ممکن است سبب رشد و تحمل بهتر در شرایط تنش خشکی شود. تحمل به خشکی ارتباط مستقیمی با ویژگی‌هایی نظیر سیستم ریشه محوری و عمیق، حفظ بیشتر مقادیر آب موجود در گیاه به‌وسیله تنظیم اسمزی، و ویژگی‌های روزنه‌ای و برگی دارد و گیاهانی با این ویژگی‌ها می‌توانند به‌عنوان پایه مناسب باشند (Germana, 1996; Roy *et al.*, 1997; Fardooei, 2001).

آسیب‌های وارده به فرآیند میتوز سلول‌های برگ در شرایط تنش خشکی از دلایل کاهش سطح برگ و رشد عمومی گیاه است (Nonami;1998; Kaya *et al.*, 2006; Hussain *et al.*, 2008). در سایر پژوهش‌های انجام شده، تنش خشکی سبب کاهش رشد در ارقام اکبری، کله قوچی و اوحدی شد و کاهش رشد بیشتر مرتبط با کاهش سطح برگ گزارش شده بود و تنش خشکی اثرات کمتری را بر شاخساره نسبت به سطح برگ برجای گذاشت. در مقابل، رشد ریشه از کمترین حساسیت نسبت به تنش خشکی برخوردار است (Hsiao and Xu, 2000).

تفاوت قطر طوقه دانهال‌های مورد آزمایش در سطوح مختلف تنش معنی‌دار شد (جدول۱). به‌طوری‌که رشد قطر طوقه گیاهان در شرایط تنش شدید، در کمترین مقدار خود در مقایسه با سایر سطوح آبیاری قرار داشت البته این ویژگی تحت تأثیر واریته قرار نگرفت (جدول۱). در بین دانهال‌های مورد آزمون، تفاوت قطر طوقه معنی‌دار نشد ولی رقم اکبری دارای بیشترین رشد قطر طوقه در انتهای آزمایش بود و گونه بنه کمترین مقدار رشد قطر طوقه را داشت. مشابه با پژوهش‌های انجام شده توسط Gimenez و همکاران (۲۰۱۰) بر سه رقم *Pistacia integerrima* L., *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia terebinthus* L.، مشخص گردید که در دانهال‌های شاهد، قطر طوقه به‌طور مداوم با گذشت زمان افزایش یافت و در گیاهان تحت تنش، قطر طوقه کاهش یافت.

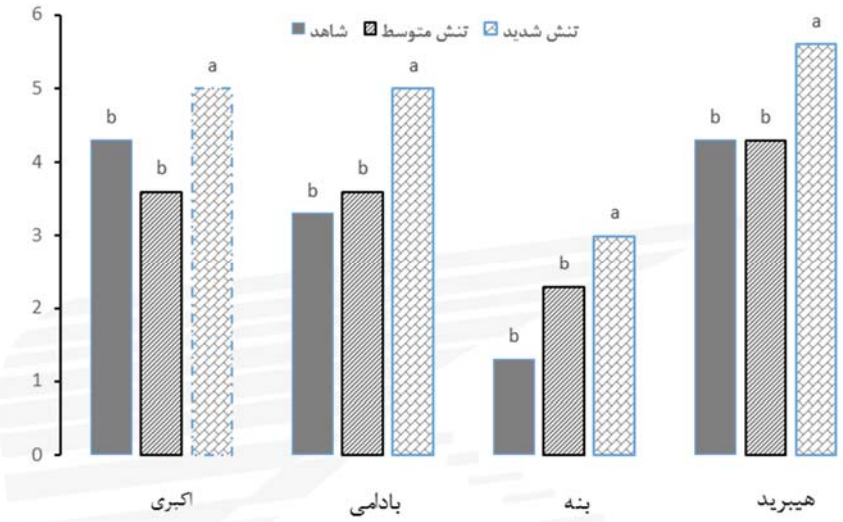
براساس پژوهش‌های Davarynejad و همکاران (۱۹۹۵) مشخص گردید که کاهش فتوسنتز و ساخت کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای در گیاه در اثر کاهش جذب آب مرتبط با تنش خشکی در گیاهان از جمله عوامل اثرگذار بر تغییرات قطر طوقه است. بررسی داده‌های مرتبط با قطر طوقه همچنین نشان داد که رشد گیاه در شرایط تنش به‌طور کامل متوقف نمی‌شود. این پژوهش‌ها مشابه با نتایج اعلام شده توسط Behboudian و همکاران (۱۹۸۶) بود.

سطح برگ کمتر در گیاه می‌تواند به تحمل بیشتر گیاهان به تنش خشکی منجر شود. Garrity و همکاران (۱۹۸۴) در گیاهان تحت تنش خشکی شدید، ۱۴ الی ۲۶ درصد کاهش سطح برگ مشاهده کردند. تحت شرایط تنش خشکی، کاهش سطح برگ و کاهش نسبت تعرق در گیاهان مشاهده شده است (Zhang, 2000; Stutzel, 2004).

در پژوهشی دیگر کاهش رشد ارقام کله قوچی، اوحدی و اکبری به کاهش سطح برگ نسبت داده شده بود که این امر می‌تواند به تحمل به خشکی در گیاهان کمک شایانی کند (Esmaeilpour *et al*., 2015). نشانه‌های ظاهری کمبود آب در برگ‌ها و کاهش سطح برگ از مشخصه‌های پیری برگ در اثر تنش خشکی می‌باشد. در ارتباط با رقم کرمان مشخص گردیده که کاهش سطح برگ از مکانیسم‌های اجتناب این گیاه در شرایط تنش خشکی می‌باشد و کاهش سطح برگ به گیاه اجازه می‌دهد تا بازگشت‌پذیری سریع‌تری به شرایط طبیعی پس از بازگشت به شرایط مطلوب داشته باشد (Gijon *et al*., 2010).

بررسی‌های انجام شده روی حجم ریشه دانهال‌ها در ابتدا و انتهای پژوهش نشان داد که در بین گیاهان مورد ارزیابی، دانهال‌های اکبری و بادامی دارای بیشترین حجم ریشه بودند و دانهال‌های هیبرید و بنه کمترین حجم ریشه را داشتند. حجم ریشه از ویژگی‌هایی است که در ارزیابی تنش خشکی با توجه به اینکه گیاهان با حجم ریشه بالاتر توانایی بیشتری را در پیدا کردن منابع آبی دارند، مورد توجه است. اساساً در مناطق کم بارش، سیستم ریشه‌ای گسترده کارایی بالاتری در پیدا کردن منابع آبی دارد. گزارش شده است که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، توانایی تولید سیستم ریشه‌ای قوی‌تر و جذب مواد غذایی بالاتر و در نتیجه تولید ماده خشک بالاتری را دارند (Lopez et al., 1996).

میزان برگ‌های نکروز گیاهان در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در بخش مواد و روش‌ها اشاره شد به‌منظور ارزیابی میزان نکروز برگ‌ها، تعداد برگ‌های نکروز شده گیاه در طول دوره تنش خشکی نسبت به تعداد کل برگ‌های موجود در هر گیاه مورد سنجش قرار گرفت. در بین دانهال‌های مورد آزمون، بنه کمترین نکروز برگی را در سطوح شاهد، تنش متوسط و تنش شدید نشان داد. تفاوت بین سایر دانهال‌ها از نظر میزان نکروز برگی معنی‌دار نبود. همچنین در سطوح آبیاری، تنش شدید دارای بالاترین میزان نکروز برگی و سطوح شاهد و تنش متوسط نیز دارای تفاوت معنی‌داری نبودند.



شکل ۱- میانگین تعداد برگ‌های نکروز شده در سطوح مختلف آبیاری

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که در بین واریته‌های موجود، دانهال‌های اکبری و بادامی با توجه به، ریزش نسبی برگ کمتر و حجم بالاتر ریشه‌های فعال، توانایی بیشتری در مواجهه با تنش خشکی دارند. بنه اگرچه قدرت رشد محدودی داشت و از سیستم ریشه‌ای محدودتری بهره می‌برد، اما کمترین میزان ریزش و نکروزگی برگی را در مواجهه با تنش خشکی نشان داد. هیبرید قزوینی × آتلانتیکا نیز که پیش‌تر برای تحمل به شوری توسعه یافته بود با وجود داشتن برخی ویژگی‌های خوب در مواجهه با تنش خشکی به علت ریزش برگ بیشتر و نیز توسعه کمتر ریشه ها در شرایط تنش خشکی، در بین واریته‌های منتخب این پژوهش قرار نگرفت.

منابع

Altieri, Miguel A., and Parviz Koohafkan.2008. *Enduring farms: climate change, smallholders and traditional farming communities*. Vol. 6. Third World Network (TWN).

Behboudian, M. H., E. Törökfalvy, and R. R. 1986. Walker. "Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchange parameters in some Citrus scion—rootstock combinations." *Scientia Horticulturae* 28.1-2 105-116.

Esmaeilpour, Ali, et al. 2015. "Osmotic stress affects physiological responses and growth characteristics of three pistachio cultivars." *Acta Physiologiae Plantarum* 37.6: 1-14.

Hsiao, Theodore C., and Liu-Kang Xu. 2000. "Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport." *Journal of experimental botany* 51.350: 1595-1616.

Hsiao, Theodore C., and LiuKang Xu (2000). "Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport." *Journal of experimental botany* 51:1595-1616.

Pallardy, Stephen G., and Julie L. Rhoads. 1997. "Drought effects on leaf abscission and leaf production in Populus clones."

Picchioni, G. A., S. Miyamoto, and J. B. Storey. 1990. "Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings." *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115.4: 647-653.

Rosenzweig, Cynthia, and Francesco Nicola Tubiello. 2007. "Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12.5: 855-873.

Taiz, L., and E. Zeiger. 2006. "Photosynthesis: the light reactions." *Plant physiology* 4. Sinuer Association, Oxford Academy Press.

Evaluation of Growth Parameters in some Varieties of Pistachio and Mastic under Deficit Irrigation

Mohammad R. Abdollahi, Mahmoud R. Roozban*, Soheil Karimi
Dept. of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran.
* *Corresponding Author: mroozban@ut.ac.ir*

Abstract

Most of the Pistachio-growing lands of Iran are faced with deficit irrigation and drought stress. Hence, introducing of drought-tolerant rootstocks is considered as a serious demand in the Pistachio industry. An experiment was conducted to evaluate relative drought-tolerance of some varieties of pistachio (*Pistacia vera* L.) and Mastic (*P. atlantica* subsp. Mutica). In the experiment, 4-month seedlings of 'Akbari', 'Badami', 'Qazvini×Atlantica' and Mastic were treated with three irrigation levels based on 90 (Control), 60 and 45% of field capacity (FC), and growth parameters of the seedlings evaluated during and after three months. In the severe stress (45% of FC), stem heights and diameter were decreased in all pistachio varieties but fall of the leaves were the least in the varieties of 'Akbari' and 'Badami';although the lowest leaf fall were observed in Mastic. In aggregate, the results of the experiment were revealed that 'Akbari' and 'Badami' regarding to low relative leaf fall, more volumes of active roots and more development of leaf area under drought stress conditions, are able to facing with deficit irrigations.

Keywords: Pistachio (*Pistacia vera* L.), Deficit Irrigation, Akbari, Badami, Growth.