

بررسی پاسخ های رشدی و تجمع پرولین در سه رقم زیتون بومی ایران به تنش خشکی

عیسی ارجی^۱ و کاظم ارزانی^۲

^۱ دانشجوی دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، آستادپار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۰/۱۱/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۱/۷/۱۵

چکیده

در راستای انتخاب ارقام مقاوم به خشکی به منظور توسعه کشت باغات در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، بررسی اثر تنش خشکی بر عکس العمل های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی قلمه های ریشه دار شده برخی از ارقام زیتون بومی ایران (زرد، روغنی و ماری طارم) مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. گیاهان جوان زیتون یکساله ارقام فوق در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی تحت تنش خشکی قرار گرفتند. تیمارهای آبیاری شامل رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه (شاهد)، تنش ملایم (پتانسیل آب خاک ۰/۵- مگاپاسگال) و تنش شدید (پتانسیل آب خاک ۱/۵- مگاپاسگال) بودند. براساس نتایج به دست آمده بطور کلی وزن خشک ریشه، شاخه و برگ بسته به رقم با افزایش تنش خشکی کاهش نشان دادند. وزن خشک ریشه، شاخه و برگ به ترتیب در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم با افزایش تنش رطوبت در مقایسه با شاهد کاهش یافتند. میزان ماده خشک اندام ها در گیاهان تحت تنش رقم ماری طارم در مقایسه با شاهد همان گونه بهتر بود. ارتفاع گیاهان ارقام ماری طارم و زرد تحت تیمار تنش ملایم در مقایسه با شاهد اختلاف معنی داری نداشتند در حالیکه در رقم روغنی بین تیمار شاهد با تیمار ۰/۵- مگاپاسگال و ۱/۵- مگاپاسگال اختلاف معنی دار بود. بطور کلی میزان پرولین برگ در تمام ارقام با افزایش تنش افزایش نشان داد. پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب در گیاهان تحت تیمار تنش ملایم (۰/۵- مگاپاسگال) و شدید (۱/۵- مگاپاسگال) در هر سه رقم با افزایش مدت تنش خشکی کاهش نشان داد و این اختلاف در مقایسه با شاهد کاملاً معنی دار بود. ارقام مختلف تحت تنش شدید اختلاف معنی داری در پتانسیل آب برگ نشان دادند. اندازه گیری میزان نسبی آب برگ نشان داد که میزان نسبی آب برگ با افزایش تنش کاهش می یابد. کاهش در میزان نسبی آب برگ به ترتیب در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم بیشتر بود. از این بررسی می توان نتیجه گیری نمود که ارقام ماری طارم، زرد و روغنی به ترتیب رشد و سازگاری بهتری با شرایط خشک نشان می دهند.

واژه های کلیدی: زیتون (*Olea europaea* L.)، تنش خشکی، ماده خشک، پرولین، پتانسیل آب برگ، میزان نسبی آب برگ



مقدمه

باعث کاهش پتانسیل آب این اندامها شده و سبب ایجاد شیب پتانسیل آب نسبت به محیط خارج می‌گردد که در چنین حالتی جذب آب بوسیله گیاه امکان‌پذیر می‌گردد. از طرفی پایین نگه داشتن پتانسیل آب برگ سبب مقاومت در برابر تنش خشکی می‌شود. درخت زیتون از جمله گیاهانی است که در هنگام خشکی با پایین نگه داشتن پتانسیل آب برگ می‌تواند در برابر تنش خشکی مقاومت نماید (کزبلویانیس و همکاران، ۱۹۹۹). چنین پاسخی بوسیله خارچولاکیز و همکاران (۲۰۰۰)، جوربا و همکاران (۱۹۸۵) و ناتالی و همکاران (۱۹۸۵) مشاهده شده است. در این راستا جهت استفاده بهینه از پتانسیل بالقوه ژنتیکی زیتون موجود در کشور و برای توسعه باغات مناسب و اقتصادی، شناسایی ارقام مقاوم یا متحمل به خشکی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. بدین منظور سه رقم بومی زیتون ایرانی مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روشها

پژوهش حاضر در طی فصل رویشی سال ۱۳۸۰ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در پیکان شهر (با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی) در ۲۰ کیلومتری غرب تهران انجام شد. در سال ۱۳۷۹ قلمه‌های ریشه‌دار شده یکساله ارقام زرد، ماری طارم و روغنی از ایستگاه تحقیقات طارم زنجان تهیه شدند و مورد استفاده قرار گرفتند. تعداد ۱۰۸ گیاه تقریباً یکسان (از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشتند) از نظر ارتفاع و تاج انتخاب و به گلدانهای ۱۴ لیتری منتقل شدند. خاک استفاده شده برای پر نمودن گلدانها سیلتی لومی (۶۲ درصد شن، ۲۴ درصد سیلت و ۱۴ درصد رس) بود. گیاهان کشت شده خارج از گلخانه تحت شرایط محیطی مزرعه قرار گرفتند. طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح

زیتون (*Olea europaea L.*) یکی از گیاهان مقاوم به شرایط خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (دای چیو و همکاران، ۲۰۰۰)، که جایگاه و اهمیت خاصی در صنعت میوه‌کاری ایران در آینده‌ای نزدیک به خود اختصاص می‌دهد (ارزانی و ارجی، ۲۰۰۲). طبق سالنامه آماری کشور حدود بیش از ۵۱ هزار هکتار از اراضی کشور زیر کشت زیتون می‌باشد که ۳۹ هزار هکتار آن زیر کشت نهال و بقیه درخت بارور می‌باشد که نشان‌دهنده توسعه روز افزون کشت این محصول است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۰). آب به‌عنوان یک منبع اقتصادی و مهم در بسیاری از نقاط جهان بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک مطرح است، از طرف دیگر نیاز به آب در جهان در همه بخش‌های اقتصادی از جمله بخش باغبانی رو به افزایش است. با توجه به شرایط خشک و نیمه خشک کشور و کاهش نزولات آسمانی در طی سالهای اخیر بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف آب باید هر چه بیشتر مد نظر قرار گیرد. یکی از راه‌های جلوگیری از مصرف نامناسب آب و صرفه‌جویی در منابع موجود آب برای کشاورزی استفاده از گیاهان مقاوم و متحمل به خشکی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران می‌باشد (ارزانی و ارجی، ۲۰۰۰).

گونه‌های مختلف گیاهی دامنه وسیعی از مکانیسم‌های مقاومت به خشکی را نشان می‌دهند که منجر به ایجاد سازگاری‌های آناتومیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی می‌گردد (خارچولاکیز و همکاران، ۲۰۰۰). اولین واکنش گیاهان در برابر تنش خشکی کاهش رشد رویشی آنها می‌باشد، که در بررسی‌های زیاد بر روی زیتون به اثبات رسیده است (شیرزاد، ۱۳۷۹؛ میکائلاکیس و همکاران، ۱۹۹۵). بسیاری از مواد آلی از جمله کربوهیدراتها و پروتئین در اندامهای گیاهان تحت تنش تجمع می‌یابند. تجمع این مواد



ارتفاع گیاهان در طی آزمایش بطور متوالی اندازه‌گیری شد. همچنین میزان وزن خشک ریشه، شاخه و برگ در انتهای آزمایش اندازه‌گیری شدند. برای استخراج پرولین ۰/۵ گرم برگ منجمد شده با نیتروژن مایع و نگهداری شده در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد توزین شد و با استفاده از ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد (دو بار برای هر نمونه) استخراج گردید. عصاره استخراج شده به مدت ۱۵ دقیقه در ۴۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید (اریگوین و همکاران، ۱۹۹۲). میزان پرولین آزاد در بخش محلول اتانول بوسیله روش رنگ‌سنجی با استفاده از نین‌هیدرین اندازه‌گیری شد (۵). پتانسیل آب برگ با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج (SK PM 1400 England) و میزان نسبی آب برگ (RWC) مطابق با روش کامرون و همکاران (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان می‌دهد که وزن خشک ریشه، شاخه و برگ بسته به رقم با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد. وزن خشک ریشه، شاخه و برگ به ترتیب در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم با افزایش تنش در مقایسه با شاهد کاهش نشان دادند، بطوریکه وزن خشک ریشه در گیاهان تحت تیمار ۱/۵- مگاپاسگال نسبت به شاهد در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم به ترتیب ۷۶/۹، ۵۹ و ۳۷/۸ درصد کاهش داشتند (شکل ۱ الف). وزن خشک شاخه‌ها در گیاهان تحت تیمار ۱/۵- مگاپاسگال نسبت به شاهد در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم به ترتیب ۷۲/۳، ۶۴/۵ و ۷۰ درصد کاهش نشان دادند (شکل ۱ ب). وزن خشک برگ در گیاهان تحت تیمار ۱/۵- مگاپاسگال نسبت به شاهد در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم به ترتیب ۷۰/۱، ۶۵/۲ و ۵۱/۲ درصد کاهش داشتند (شکل ۱ پ). در مقایسه با شاهد رقم ماری طارم

بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار مورد استفاده قرار گرفتند.

در این آزمایش سه تیمار آبیاری شامل آبیاری کامل^۱ (شاهد)، تنش ملایم^۲ (۰/۵- مگاپاسگال) و تنش شدید^۳ (۱/۵- مگاپاسگال) اعمال گردید. به منظور اعمال تیمارهای آبیاری ابتدا منحنی رطوبتی خاک در آزمایشگاه فیزیک مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور محاسبه شد. قبل از شروع آزمایش وزن خاک استفاده شده در گلدانها برای هر گلدان محاسبه و نمونه‌هایی از آن در آن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید تا وزن نمونه خاک کاملاً ثابت بماند. بدین ترتیب وزن خاک خشک هر گلدان به دست آمد. با توزین روزانه گلدانها و استفاده از منحنی رطوبتی خاک و تهیه نمونه‌هایی از خاک گلدانهای اضافی اقدام به اندازه‌گیری پتانسیل آب خاک گلدانها شد و تیمارهای مورد نظر دو ماه بعد از استقرار گیاهان اعمال گردیدند. آبیاری تیمار اول به عنوان شاهد تا حد ظرفیت مزرعه انجام گرفت و سعی بر این بود تا میزان رطوبت خاک همیشه در حد ظرفیت مزرعه باقی بماند، در تیمار دوم آبیاری زمانی که پتانسیل آب خاک به ۰/۵- مگاپاسگال رسید شروع شد و میزان رطوبت تا حد ظرفیت مزرعه در زمان آبیاری رسید. همچنین در تنش شدید اجازه داده شد تا پتانسیل آب خاک به حدود ۱/۵- مگاپاسگال برسد و سپس تا حد ظرفیت مزرعه رسانده می‌شد.

به منظور بررسی اثرات مقادیر مختلف آب در طول و انتهای دوره آزمایش پارامترهای ورفولوژیکی مانند ارتفاع نهالها و وزن خشک اندامهای مختلف، پارامتر بیوشیمیایی مانند میزان پرولین برگ و پارامترهای فیزیولوژیکی مانند پتانسیل آب برگ و میزان نسبی آب برگ (RWC) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

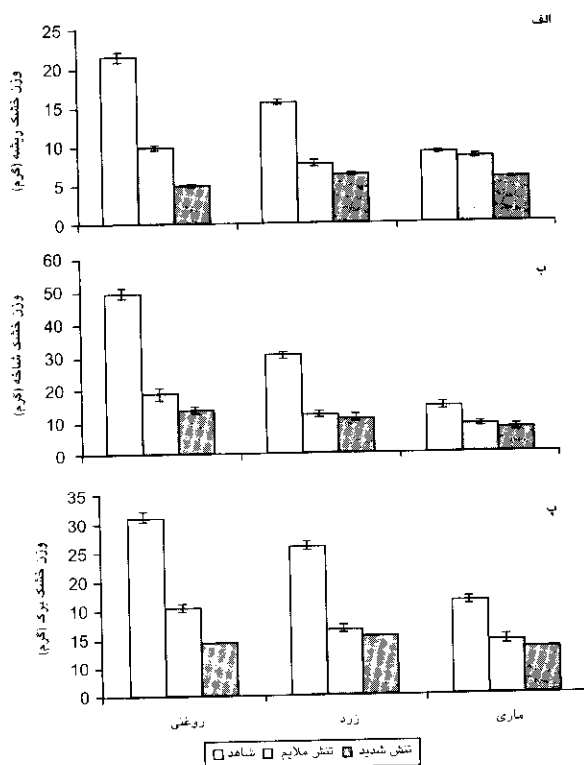
- 1 - Full Irrigation (Control)
- 2 - Medium Stress (-0.5 Mpa)
- 3 - Severe Stress (-1.5 Mpa)



گلدان در طی ماه‌های ژوئن و ژولای میزان تولید مواد هیدروکربنه آنها با افزایش تنش آب کاهش یافت و زمانیکه پتانسیل آب برگ آنها به $-4/2$ - مگاپاسگال رسید، متوقف گردید و با شروع آبیاری بعدی برگشت فتوسنتز به حالت طبیعی تنها بعد از مدت کوتاهی اتفاق افتاد که این نشان‌دهنده مقاومت این گونه به شرایط خشک می‌باشد (ناتالی و همکاران، ۱۹۹۱). از طرفی مشاهده شد که درختان زیتون رقم کوراتینا^۱ کاشته شده در مزرعه در انتهای سال دوم از تنش آب حدود ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش وزن نشان دادند (نزو و همکاران، ۱۹۹۷). توزیع مواد هیدروکربنه بطور مستقیم تحت تأثیر کمبود آب و بطور غیرمستقیم تحت تأثیر هورمونهای گیاهی قرار می‌گیرد (تومبسی و همکاران، ۱۹۸۷).

تولید و توزیع ماده خشک بهتری داشت. با توجه به اینکه ارقام مورد استفاده دارای عادت رشدی متفاوت بودند بنابراین بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

در پژوهش حاضر گیاهان هر سه رقم تحت تنش بخصوص تنش شدید کاهش چشمگیری در وزن خشک اندامها داشتند که این کاهش تا اندازه زیادی به رقم وابسته بود، بطوریکه رقم ماری طارم در مقایسه با شاهد کمترین کاهش را نشان داد و این ناشی از مقاومت بالاتر این رقم می‌باشد زیرا ارقام مقاومتر می‌توانند قدرت جذب بالاتری داشته باشند و یا اینکه بدنبال رفع تنش با آبیاری مجدد فرآیندهایی مانند فتوسنتز در مدت زمان کوتاه‌تری به حالت طبیعی خود برگردند. ناتالی و همکاران (۱۹۸۵) نشان دادند که درختان چهار ساله زیتون رقم فرانتویو کاشته شده در



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف تنش آب بر الف) وزن خشک ریشه، ب) وزن خشک شاخه و پ) وزن خشک برگ سه رقم زیتون (خطوط عمودی بر روی هر ستون نشان‌دهنده $\pm SE$ می‌باشد).

درحالیکه در رقم روغنی بین تیمار شاهد با تیمار ۱/۵- مگاپاسگال اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین تردد و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که تنش آب بطور معنی‌داری ارتفاع نهالهای سیب را کاهش می‌دهد (تردد و همکاران، ۱۹۹۷). نتایج پژوهش حاضر با نتایج آنها مطابقت دارد. تنش شدید آب (۶۵ یا ۴۰ درصد ظرفیت گلدان) سبب کاهش ۷۸-۸۴ و ۵۸-۶۶ درصد ارتفاع و وزن خشک کل کیوی فروت گلدانی شده رقم هایوارد^۱ نسبت به درختان شاهد گردید (۸). در آزمایش دیگر پارامترهای رشدی مانند ارتفاع، حجم تاج و قطر تنه درختان زیتون رقم کالامون^۲ در درختان بدون آبیاری در مقایسه با شاهد بطور معنی‌دار پایین‌تر بود (میکائلاکیس و همکاران، ۱۹۹۵).

افزایش نسبی وزن خشک در گیاهان زیتون رقم ماری طارم، زرد و روغنی نسبت به شاهد را می‌توان به ترتیب به افزایش تجمع مواد کربوهیدراتی و چوبی شدن آنها مرتبط دانست. نتایج پژوهش حاضر با نتایج به‌دست آمده توسط شیرزاد مطابقت دارد، بطوریکه افزایش تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک اندامها بسته به رقم گردید (شیرزاد، ۱۳۷۹). فرناندز و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که عکس‌العمل رشدی و رشد شاخه‌ها به کمبود آب به‌مقدار خیلی زیادی به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد. ارتفاع گیاهان ارقام ماری طارم و زرد تحت تیمارهای تنشی آبیاری در مقایسه با شاهد کاهش نشان دادند اما این کاهش اختلاف معنی‌داری نداشت،

جدول ۱- تأثیر میزان تنش خشکی بر تغییرات ارتفاع نهالهای ارقام زیتون تحت آزمایش در طی دوره آزمایش به فاصله هر ماه.

رقم	تیمار آبیاری	ارتفاع در زمان ۱	ارتفاع در زمان ۲	ارتفاع در زمان ۳	ارتفاع در زمان ۴	ارتفاع در زمان ۵
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
شاهد	۲۸/۵ ± ۵/۷*	۴۲ ± ۵/۳	۵۰/۸ ± ۴/۸	۵۹/۸ ± ۴/۵	۶۶/۳ ± ۴/۶	۷۳/۸ ± ۴/۹
ماری طارم	۲۹/۵ ± ۲/۳	۳۷ ± ۴/۹	۳۸/۳ ± ۴/۹	۵۱/۳ ± ۴/۶	۵۳/۸ ± ۴/۹	۵۲ ± ۵
تنش شدید	۲۷/۳ ± ۴/۷	۲۷ ± ۴/۹	۳۸/۳ ± ۴/۹	۴۲ ± ۵/۳	۵۱/۳ ± ۴/۶	۵۳/۸ ± ۴/۹
شاهد	۵۴/۳ ± ۵/۸	۶۶/۸ ± ۳	۷۴ ± ۲/۱	۸۳/۳ ± ۲/۱	۹۰/۸ ± ۱/۹	۹۰/۸ ± ۱/۹
زرد	۵۵/۳ ± ۴/۸	۶۵/۳ ± ۵	۶۷/۵ ± ۵/۲	۷۰/۳ ± ۴/۹	۷۳/۵ ± ۵/۴	۷۳/۵ ± ۵/۴
تنش شدید	۵۶/۳ ± ۷/۴	۶۴/۳ ± ۹/۴	۶۴/۸ ± ۹/۴	۶۵ ± ۱۰/۳	۶۵ ± ۱۰/۳	۶۵ ± ۱۰/۳
شاهد	۶۵/۳ ± ۳/۹	۸۸/۵ ± ۶/۷	۱۰۱ ± ۷/۹	۱۱۴ ± ۸/۶	۱۲۳ ± ۸/۴	۱۲۳ ± ۸/۴
روغنی	۶۷/۳ ± ۵/۸	۸۱/۸ ± ۷	۸۴/۳ ± ۶	۸۷/۳ ± ۵/۹	۸۹/۳ ± ۵/۴	۸۹/۳ ± ۵/۴
تنش شدید	۶۵/۸ ± ۲	۷۶/۵ ± ۱/۵	۷۸/۵ ± ۲/۸	۸۰ ± ۳	۷۷/۸ ± ۲/۹	۷۷/۸ ± ۲/۹

* نشان‌دهنده ± متوسط خطای استاندارد شده می‌باشد.

1 - Hayward
2 - Kalamon



بهبود سریع پتانسیل آب برگ می‌تواند ناشی از قدرت جذب خوب آب توسط گیاهان زیتون باشد. گیاهان تحت تیمارهای تنش خشکی با افزایش میزان تنش، پتانسیل آب برگ آنها کاهش نشان داد. پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب در گیاهان تحت تیمار ملایم (۰/۵- مگاپاسگال) در هر سه رقم با افزایش مدت تنش خشکی کاهش داشتند و این اختلاف در مقایسه با شاهد کاملاً معنی‌دار بود اما اختلافی بین ارقام مشاهده نگردید (شکل ۲ ب). پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب در گیاهان تحت تیمار شدید (۱/۵- مگاپاسگال) در هر سه رقم با افزایش مدت تنش خشکی کاهش نشان داد و این اختلاف در مقایسه با شاهد کاملاً معنی‌دار بود درحالی‌که اختلاف بین ارقام کاملاً مشهود بود (شکل ۲ پ). در پژوهش حاضر پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب تحت تأثیر آب قرار داشت بطوری‌که با افزایش تنش خشکی پتانسیل آب برگ کاهش نشان داد و این کاهش به ترتیب در ارقام ماری طارم، زرد و روغنی بیشتر بود (شکل ۴ ب و پ). آزمایشهای زیادی بر روی روابط آبی ارقام خارجی توسط محققین صورت گرفته است. در آزمایشی که ناتالی و همکاران (۱۹۹۱) بر روی دو رقم زیتون لچینو (حساس به خشکی) و کانینو (مقاوم به خشکی) انجام دادند، مشاهده گردید که گیاهان تحت تنش خشکی در رقم کانینو نسبت به رقم لچینو پتانسیل آب برگ پایین‌تری داشتند.

پرولین تحت تنش آب افزایش نشان می‌دهد بطوری که تجمع بیشتری از پرولین در برگ همه گیاهان ارقام مختلف تحت تیمارهای تنش نسبت به شاهد مشاهده شد. تجمع پرولین در گیاهان تحت تیمار ۱/۵- در ارقام زرد، ماری طارم و روغنی نسبت به شاهد به ترتیب ۲/۱۴، ۱/۹ و ۱/۸ برابر افزایش نشان دادند (جدول ۲). نتایج به دست آمده روی درختان هلوی گلدانی شده رقم آوریل گلو^۱ تحت تنش خشکی نشان داد که غلظت پرولین در برگ آنها افزایش می‌یابد (۲۰). در این آزمایش دیده شد که ارقام مختلف زیتون تحت شرایط طبیعی و تنش خشکی از نظر تجمع پرولین با همدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. پرولین می‌تواند یکی از تنظیم‌کننده‌های پتانسیل در طی دوره خشکی باشد ولی چون در بافتهای گیاهان در اثر تنش‌های مختلف تولید می‌گردد پس یک شاخص بسیار مناسب برای کمبود آب نمی‌تواند باشد (ناتالی و همکاران، ۱۹۹۱). روند افزایش پرولین همبستگی خاصی با دیگر خصوصیات مانند چگونگی توزیع ماده خشک در بین ارقام نداشت.

اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب^۲ نشان داد که هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین گیاهان هر سه رقم تحت تیمار شاهد (حد ظرفیت مزرعه) در زمانهای مختلف اندازه‌گیری وجود نداشت (شکل ۴ الف، ب و پ). با اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ بعد از یک سیکل تنشی (آبیاری مجدد) مشاهده گردید که هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین گیاهان تحت تنش و شاهد وجود نداشت (شکل ۲ الف). این پدیده یعنی



جدول ۲- تأثیر میزان تنش خشکی بر تغییرات میزان پرولین برگ نهالهای ارقام زیتون تحت آزمایش در طی دوره آزمایش.

رقم	تیمار آبیاری	میزان پرولین در زمان ۱ (میکرو مول در گرم وزن تازه)	میزان پرولین در زمان ۲ (میکرو مول در گرم وزن تازه)	میزان پرولین در زمان ۳ (میکرو مول در گرم وزن تازه)
ماری طارم	شاهد	۵/۰۳۳ ± ۰/۸۸۰	۴/۶ ± ۰/۳۶۱	۵/۸۳۳ ± ۰/۷۳۱
	تنش ملایم	۵/۹۳ ± ۰/۸۸۱	۸/۶ ± ۰/۳۲۱	۹/۶۶۷ ± ۰/۷۳۳
	تنش شدید	۷/۲ ± ۰/۴۷۳	۹/۲۳۳ ± ۰/۴۳۳	۱۲/۳۳ ± ۰/۲۶۷
زرد	شاهد	۴/۱۶۷ ± ۰/۴۰۶	۴/۳۶۷ ± ۰/۲۱۱	۳/۶۶۷ ± ۰/۲۶۷
	تنش ملایم	۴/۶۳۳ ± ۰/۱۷۶	۴/۹ ± ۰/۴۰۴	۵/۹۳۳ ± ۰/۸۹۷
	تنش شدید	۷/۳ ± ۰/۲۶۵	۷/۸۳۳ ± ۰/۷۶۲	۱۰/۹۳۳ ± ۰/۲۶۷
روغنی	شاهد	۷/۹۶۷ ± ۰/۳۵۳	۷/۷۶۷ ± ۰/۳۱۸	۸/۳۳۳ ± ۰/۵۷
	تنش ملایم	۹/۰۳۳ ± ۰/۸۸۱	۱۱/۶۳ ± ۰/۴۸۸	۱۲/۹۳ ± ۰/۸۹۷
	تنش شدید	۱۲/۹ ± ۰/۲۰۸	۱۴/۰۳ ± ۰/۲۶	۱۶/۰۷ ± ۰/۷۰۶

* نشاندهنده \pm متوسط خطای استاندارد شده می باشد.

پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب در درختان سه ساله رقم کرونیکی کاشته شده در گلدان بعد از ۸ روز از قطع آبیاری به میزان ۴/۸- مگاپاسگال رسید (چارتز و لاکبین، ۲۰۰۰). در آزمایش دیگری بر روی نهالهای ارقام مانزانیلا، اربوکوینا و سویلانا گلدانی شده مشاهده گردید که الگوی یکسانی از نظر پتانسیل آب برگ در طی یک دوره آبیاری نشان ندادند (جوربا و همکاران، ۱۹۸۵). در آزمایشی که بر روی درختان مزرعه‌ای زیتون رقم کالامون تحت تیمارهای صفر، ۳۳ و ۶۶ درصد تبخیر و تعرق به انجام رسید زمانیکه میزان حجمی آب خاک در تیمار صفر از ۳۰ درصد به ۲۱ درصد رسید مشاهده گردید که پتانسیل آب برگ از ۱/۵- به ۳/۴- مگاپاسگال کاهش نشان داد و روند مشابهی برای گیاهان تحت تیمار ۳۳ درصد مشاهده گردید (گیوریو و همکاران، ۱۹۹۹).

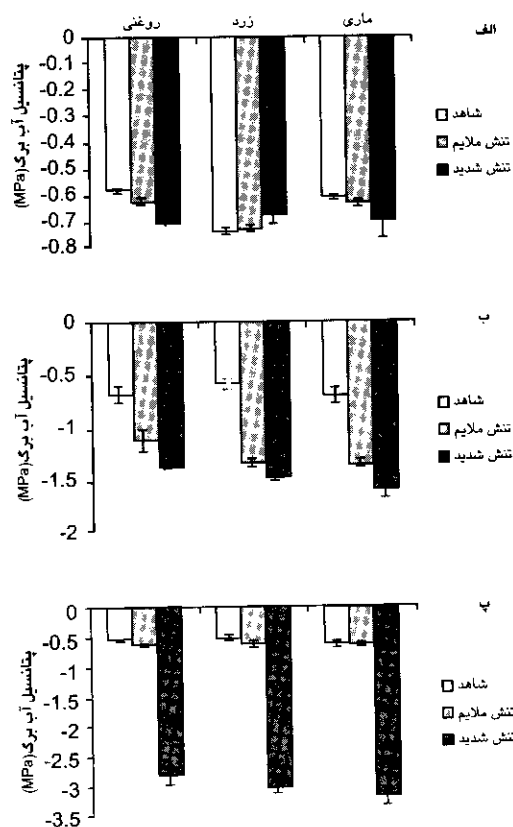
اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ نشان داد که هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین گیاهان شاهد در هر سه رقم وجود نداشت. میزان نسبی آب برگ با افزایش تنش کاهش نشان داد. کاهش در میزان نسبی

آب برگ به ترتیب در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم بیشتر بود. میزان نسبی آب برگ با افزایش میزان خشکی در هر سه رقم در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد (شکل ۳ الف) که این کاهش در گیاهان تحت تنش شدید به مراتب بیشتر از گیاهان تحت تنش ملایم بود (شکل ۳ ب) بطوریکه میزان نسبی آب برگ در گیاهان تحت تنش شدید و گیاهان شاهد در ارقام ماری طارم، زرد و روغنی به ترتیب ۶۸/۳۳، ۶۵، ۶۲/۶۷ و ۸۷، ۸۷ و ۸۵ درصد بود، از این رو ملاحظه می‌گردد که کاهش میزان نسبی آب برگ در ارقام روغنی، زرد و ماری طارم به ترتیب در مقایسه با شاهد بیشتر است. از میزان نسبی آب برگ می‌توان به عنوان یک صفت مورد اندازه‌گیری مفید از وضعیت آب گیاه تحت شرایط تنش استفاده کرد (جونز و همکاران، ۱۹۸۵). گیوریو و همکاران (۱۹۹۹) مشاهده نمودند زمانیکه میزان حجمی آب خاک از ۳۰ درصد به ۲۱ درصد کاهش یابد میزان نسبی آب برگ در درختان زیتون رقم کالامون از ۸۴ درصد به ۷۴ درصد کاهش نشان داد.



به ترتیب تحت تیمار شدید نسبت به شاهد کاهش بیشتری نشان داده بودند (داده‌ها نشان داده نشده‌اند)، پس میزان دریافت نور ارقام روغنی و زرد نسبت به ماری طارم کمتر بوده و مواد کربوهیدراتی کمتری تولید شده است. با توجه به نتایج به دست آمده بر روی وزن خشک ریشه مشاهده گردید که وزن خشک ریشه در رقم ماری طارم در گیاهان تحت تنش خشکی نسبت به ارقام دیگر در مقایسه با شاهد تغییرات کمتری نشان داد. از طرف دیگر ممکن است کارایی فتوسنتز در رقم ماری طارم بیشتر از دو رقم دیگر باشد که توانسته است تولید و توزیع مواد کربوهیدراتی بیشتری نسبت به دو رقم دیگر داشته باشد و یا اینکه این رقم ممکن است مکانیزم مقاومت به خشکی بهتری نسبت به دو رقم دیگر نشان دهد.

در پژوهش حاضر با توجه به اینکه پتانسیل آب برگ ارقام ماری طارم و زرد به ترتیب به میزان بیشتری نسبت به رقم روغنی تحت تنش خشکی کاهش نشان دادند و از طرف دیگر میزان نسبی آب برگ در گیاهان تحت تنش خشکی ارقام ماری طارم، زرد و روغنی در مقایسه با شاهد کاهش کمتری داشته است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رقم ماری طارم با کاهش پتانسیل آب برگ جهت ایجاد شیب مکشی مناسب آب بین اندامهای هوایی و ریشه‌ها بهتر از دیگر ارقام عمل می‌نماید بطوریکه ارقام مقاوم به خشکی بطور معمول در مقایسه با ارقام حساس میزان نسبی آب برگ بالاتری دارند و همین عامل هم در تولید ماده خشک و انجام عمل فتوسنتز می‌تواند بسیار مؤثر باشد. سطح برگ ارقام روغنی، زرد و ماری طارم



شکل ۲- تغییرات پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب در اوایل یک سیکل آبیاری دو روز بعد از آبیاری برای هر سه تیمار (الف)، پتانسیل آب برگ در زمانی که گیاهان تحت تیمارهای تنشی پتانسیل آب خاک آنها در حد ۰/۵- مگاپاسکال بود (ب) و پتانسیل آب برگ برای گیاهان تحت تنش متوسط در زمان بعد از آبیاری مجدد و برای گیاهان تحت تیمار شدید در اواخر دوره تنش (پ).



12. Irigoyen, J. J., D. W. Emerich, and M. Sanchez-Diaz. 1992. Water stress induce changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physio. Plantarum*, 84: 55-60.
13. Jones, H. G., A. N. Lasko, and J. P. Syvertsen, 1985. Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit trees. *Hort. Rev.* 7: 301-344.
14. Jorba, J., L. Tapia, and D. Sant, 1985. Photosynthesis, leaf water potential and stomatal conductance in *olea europaea* under wet and drought conditions. *Acta Hort.* 171: 237-246.
15. Michelakis, N., E. Vouyoukalou, and G. Clapaki. 1995. Plant growth and yield response of the olive tree cv. Kalamon for different of soil water potential and methods of irrigation. *Adv. in Horti. Sci.* 3:136-139.
16. Natali, S., C. Bignami, and A. Fusari. 1991. Water consumption, photosynthesis, transpiration and leaf water potential in *olea europaea* L. cv. "Frantoio" at different levels of available water. *Agri. Medi.* 121(3):205-212.
17. Natali, S., C. Bignami, C. Cammilli, and M. Mugann, 1999. Effects of water stress on leaf movement in olive cultivars. *Acta Horti.* 474: 445-448.
18. Natali, S., C. Xiloyannis, and P. Angellini, 1985. Water consumptive use of olive trees (*Olea europaea* L.) and effect of water stress on leaf water potential and different resistance. *Acta Hort.* 171: 341-351.
19. Nuzzo, V., C. Xiloyannis, B. Dichio, G. Montanaro, and G. Celano. 1997. Growth and yield in irrigated and non-irrigated olive trees cultivar coratina over four years after planting. *Acta Hort.* 449, Vol 1:75-82.
20. Szafran, E., Y. Levy, and S. Zilkah. 1997. Biochemical indicators for peach tree susceptibility under environmental stress. *Acta Hort.* 449, Vol 1:37-42.
21. Tombesi, A., P. Proietti, and G. Nottianil. 1987. Effect of water stress on photosynthesis, transpiration, stomata resistance and carbohydrate level in olive trees. *Olea*, 17: 48- 53.
22. Treder, W., P. Konopacki, and A. Mika. 1997. Duration of water stress and its influence on the growth of nursery apple trees planted in containers under plastic tunnel conditions. *Acct Hort.* 449, Vol 2:541-544.
23. Xiloyannis, C., B. Dichio, V. Nuzzo, and G. Celano, 1999. Defence strategies of olive against water stress. *Acta Hort.* 474: 423-426.



Evaluation of the growth responses and proline accumulation of three Iranian native olive cultivars under drought stress

Issa Arji¹ and Kazem Arzani²

¹Ph. D. student of Horticulture in Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, ²Scientific member of Tarbiat Modares University

Abstract

In order to select drought resistant olive cultivars for expansion of olive orchard cultivation in arid and semi-arid region of Iran, an experiment was conducted to evaluate the morphological, biochemical and physiological responses of some rooted cutting Iranian native olive cultivars (Zard, Mary-Tarom and Roghani) under drought stress. One-year-old olive plants of mentioned cultivars were used in a factorial experiment based on randomized complete block design. Irrigation treatments were at field capacity (control), medium stress (at -0.5 MPa) and severe stress (at -1.5 MPa). According to obtained result there were a reduction in root, shoot and leaf dry weight of all cultivars with increasing the level of stress. Decreasing of root, shoot and leaf dry weight was higher in Roghani, Zard and Mary-Tarom in comparison of control plants. Mary-Tarom had better production and distribution of dry matter under water stress than the other cultivars in compare with its control. Plant heights of Mary-Tarom and Zard cultivars under water stress showed no significant differences than control but not Roghani. In general, leaf proline content increased with increasing of water stress in all cultivars. Predawn leaf water potential in plants was exposed to medium (-0.5 MPa) and severe (-1.5 MPa) water stress decreased with increasing duration of water stress. This increasing was significant in compare with control plants. Decreasing of predawn leaf water potential of plants under severe water stress was significant among cultivars. The amount of relative water content was decreased with increasing of soil drying during the measurement period. Reduction in leaf relative water content in Roghani, Zard and Mary-Tarom was higher, respectively. We can conclude that Mary-Tarom, Zard and Roghani had better growth and adaptation to drought stress conditions, respectively.

Keywords: Olive (*Olea europaea* L.); Drought stress; Dry matter; Proline; Predawn leaf water potential; Relative water content

