

مقایسه برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک شش ترکیب پیوندی زیتون، تحت شرایط تنش خشکی

احمد داداش پور^۱، اختر شکافنده^{۲*}، علیرضا شهسوار^۲، سعید عشقی^۳ و رضا اولادی^۴
۱ و ۲. دانشجوی سابق دکتری، دانشیار و استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۳. دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
۴. تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۹

چکیده

به منظور مطالعه پاسخ‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک برخی ترکیب‌های پیوندی زیتون، آزمایش گلدانی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با شش ترکیب پیوندی زیتون، در شرایط گلخانه، در محل دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) طی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ انجام شد. آزمایش اول شامل سه تیمار شاهد (آبیاری در حد ظرفیت مزرعه)، تنش آبی (رطوبت خاک در حد نقطه پژمردگی) و بازآبی (آبیاری مجدد) با چهار تکرار بوده است، که صفات فیزیولوژیک شامل محتوای نسبی آب، شاخص پایداری غشاء سلولی، وزن خشک برگ و نسبت وزن اشباع به وزن خشک برگ مورد بررسی قرار گرفتند. در آزمایش دوم که شامل دو تیمار شاهد (آبیاری در حد ظرفیت مزرعه) و تنش آبی (رطوبت خاک در حد نقطه پژمردگی) بوده است؛ برخی صفات مورفولوژیک شامل تعداد شاخه‌های جانبی، سطح برگ، رشد شاخه اصلی، طول بلندترین ریشه و وزن تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پایه‌های مورد مطالعه، بر تمامی صفات مورد بررسی در آزمایش اول اثر معنی‌داری داشته‌اند. در آزمایش دوم، پایه کرونائیکی، دارای بیشترین سطح برگ، رشد شاخه اصلی، وزن خشک ریشه و طول بلندترین ریشه بوده است؛ در حالی که پایه آرکین، بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی را به خود اختصاص داد. در بین ترکیب‌های پیوندی مورد مطالعه، ترکیب پیوندی 'کرونائیکی بر کنسروالیا' عملکرد بهتری از سایر ترکیب‌های پیوندی، در شرایط تنش داشته است و می‌تواند مورد توجه بیشتری قرار گیرد. اگرچه و با توجه به گلدانی بودن، این پژوهش نمی‌تواند نتایج کاربردی قابل ارائه در کشور و مخصوصاً در مناطقی که همراه با تنش خشکی و همچنین سرمای زمستانه شدید است را بیان نماید؛ بنابراین نیاز به پژوهش‌های تکمیلی در شرایط مزرعه، با اندازه‌گیری صفات مرتبط با این تنش‌ها می‌باشد، تا بتوان در چنین شرایطی راه‌کار عملی در توصیه عمل پیوند، برای باغ‌های زیتون را ارائه نمود.

واژه‌های کلیدی: پایه، پایداری غشاء، پیوند.

Comparison of some morphological and physiological characteristics of six olive graft combinations under drought stress

Ahmad Dadashpour¹, Akhtar Shekafandeh^{2*}, Alireza Shahsavar², Saeed Eshghi³ and Reza Oladi⁴
1, 2, 3. Former Ph. D. Student, Associate Professor and Professor, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, P. O. Box 65186-71441, Shiraz, Iran
4. Associate Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, P.O. Box 31585-4314, Karaj, Iran
(Received: Mar. 15, 2017 - Accepted: Sep. 20, 2017)

ABSTRACT

In order to investigate morphological and physiological responses of six olive graft combinations to drought, this potting research was done in factorial experiment based on completely randomized design with four replications under greenhouse conditions in the University of Tehran, Karaj during 2015-2016. The first experiment included control (field capacity), water stress (permanent wilting point) and recovery (re-watering) with four replications that traits such as relative water content (RWC), cell membrane injury (CMI), leaf dry weight (LDW) and turgor weight/dry weight (TW/DW) were investigated. The secondary experiment included control (field capacity) and water stress (permanent wilting point) treatments that many morphological traits including lateral shoot number (LSN), leaf area (LA), main stem growth length (SL), root length (RL), root dry and fresh weight (RDW and RFW) were calculated. Variance analysis results showed that studied rootstocks had significant effect on all the investigated traits in the first experiment. In the second experiment, rootstock "Koroneiki" showed the highest LA, SL, RDW and RL whereas rootstock "Arbequina" owned the most LSN. Among the studied olive grafting combinations, Co/Ko had better performance than other grafting combinations under water deficit. Thus, that combination can be considered more. Since the current study is a pot-based research, the results presented are not applicable to the fields especially in the areas experiencing drought and cold winter tensions. Therefore, it is necessary to conduct complementary investigations on the related characteristics in the field conditions and then it might be advisable for practical grafting at olive orchards in Iran.

Keywords: Grafting, membrane stability, rootstock.

* Corresponding author E-mail: shekafan@shirazu.ac.ir

مقدمه

زیتون با نام علمی *Olea europaea* L. از گیاهان دولپه و متعلق به تیره زیتون‌سانان (Oleaceae) است. در شرایط باغ، درخت زیتون ممکن است با مشکلاتی مثل سرما، تنش خشکی، شوری و نیز خشکی ناشی از ورتیسیلیوم و سایر پاتوژن‌ها در نواحی مرطوب روبرو شود، که نیاز است سازگاری لازم به این مشکلات را داشته باشد. با اینکه درخت زیتون با ویژگی توانایی سازگاری با محیط کم‌آب، شناخته شده است، اما هدایت آبی ریشه و ساقه آن تحت شرایط تنش خشکی، کاهش می‌یابد. همچنین، تنش خشکی باعث کاهش هدایت روزه‌ای، فتوسنتز و ماده‌سازی می‌شود. پیچیدگی برگ، افتادگی برگ و کاهش سطح برگ، از نشانه‌های ظاهری تنش خشکی در زیتون است. همچنین افزایش نسبت ریشه به شاخه نیز قابل مشاهده خواهد بود به طوری که رشد شاخساره‌ها کاهش یافته، اما رشد ریشه، افزایش می‌یابد (Therios, 2009). اگرچه میزان رشد برگ، شاخه و همچنین کل تاج درختان زیتون، تحت تاثیر رقم و شرایط محیطی قرار می‌گیرد؛ که باید مورد توجه قرار گیرد (Karimi et al., 2017). رایج‌ترین و بهترین روش گیاه‌افزایی درختان زیتون، ریشه‌دار کردن قلمه‌های شاخه، به‌ویژه قلمه‌های نیمه‌چوبی برگ‌دار در زیر سیستم مه‌پاش است (Darvishian, 1997)، اما امروزه گیاهان پیوندشده، به گیاهان حاصل از قلمه ترجیح داده می‌شوند، زیرا پایه می‌تواند سازگاری بهتری به شرایط تنش‌زا نشان دهد. قلمه‌های برگ‌دار ریشه‌دار شده از ارقام کم‌رشد، می‌توانند به‌عنوان پایه پاکوتاه‌کننده به‌کار روند (Therios, 2009). در کشورهای جدید تولیدکننده زیتون، نظیر آمریکا، آرژانتین، استرالیا، مکزیک و نیوزلند؛ کاربرد قلمه‌های ریشه‌دار شده از ارقام اسپانیایی کم‌رشد مثل آربکین، آربوسانا و کرونائیکی، به‌منظور ایجاد باغ‌های با تراکم بالا، در حال گسترش می‌باشد (Tous et al., 1999). بر اساس مدل‌های جهانی آب و هواشناسی که پیش‌بینی‌کننده افزایش خشکی در آینده نزدیک است (Dai, 2013)، کمبود آب، ممکن است به اصلی‌ترین عامل محدودکننده تبدیل گردد. در این مورد، پایه‌ها

می‌توانند نقش مهمی را در جلوگیری از کاهش محصول، از طریق بهبود کارایی مصرف آب، شانس بقاء، ظرفیت رشد و نیز سازگاری پیوندک به شرایط تنش ایفا نمایند (Serra et al., 2014; Marguerit et al., 2012; Meggio et al., 2014). مطالعه دو نوع رژیم آبیاری در زیتون (Aganchich et al., 2007)، نشان داد که گرچه هر دو نوع رژیم رطوبتی، روی کاستن محتوای نسبی آب مؤثر بوده، اما میزان کاهش در رژیم شدیدتر، بیشتر بوده است. با انجام تنش خشکی در انجیر، اعلام گردید که محتوای نسبی آب به‌طور معنی‌دار، در گیاهان تحت تنش در دوره عدم آبیاری کاهش یافت؛ که منجر به کاهش پتانسیل آب گردید. همچنین نسبت وزن آماس برگ به وزن خشک آن در بیشتر رقم‌های مورد مطالعه، در دوره تنش تغییر یافت (Gholami et al., 2012). در مطالعه تنش خشکی، پایه‌های پاکوتاه سیب (Alizadeh et al., 2011)، سطح مقطع تنه و قطر ساقه در شرایط تنش، به‌طور معنی‌دار کاهش نشان داد. برخی محققین با مطالعه پیوند در پکان اعلام نمودند که خصوصیات رشدی نظیر قطر ناحیه پیوند و طول شاخه اصلی، تحت اثر پیوند قرار گرفته است (Safia et al., 2011). با مطالعه اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آناتومیک چند رقم زیتون (Zarabi et al., 2008)، اعلام شد که تعداد برگ، طول شاخه و تعداد شاخه تحت اثر تنش خشکی کاهش یافته است. اما تنش، تاثیر معنی‌داری بر سطح برگ نداشته است. در مطالعه شاخص‌های تحمل به خشکی در دوازده رقم زیتون (از جمله پایه‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر)، بیان گردید که تنش موجب کاهش محتوای نسبی آب شده و میزان کاهش با شدت تنش، همبستگی مثبت داشته است (Hosseini et al., 2013). در پژوهشی دیگر، تنش خشکی، باعث کاهش تعداد برگ‌های دو رقم زیتون شد (Memari et al., 2011). در تحقیقی دیگر در زیتون، مشخص شد که تنش کم‌آبی موجب کاهش ارتفاع درخت و تعداد شاخه‌های زیتون رقم روغنی رودبار شد (Arzani & Arji, 2002a). در تحقیقی بر روی بررسی اثرات خشکی بر خصوصیات زیتون رقم زرد، مشخص شد

آبیاری در آنها آغاز و تا زمانی که برگ‌های گیاهان دچار کاهش شدید در تورژسانس گشته و برگ‌ها بی‌رنگ و پژمرده گردیدند، ادامه یافت. آبیاری گلدان‌ها در گروه گیاهان تحت تنش، پس از رسیدن به نقطه پژمردگی دائم (رطوبت خاک برابر ۱۰٪)، دوباره تا زمانی که گیاه به حالت شاداب برگردد، به‌منظور بازیابی گیاهان تحت تنش، انجام و رطوبت آنها در حد ظرفیت زراعی حفظ شد. میزان رطوبت خاک هر گلدان توسط دستگاه رطوبت‌سنج TDR، به‌طور هفتگی اندازه‌گیری شد. محتوای نسبی آب (RWC) در هر سه سطح آبیاری آزمایش، با استفاده از برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته، از رابطه (۱) محاسبه شد (Gholami *et al.*, 2012):

$$RWC = (FW - DW) / (TW - DW) \times 100 \quad (1)$$

که FW وزن تازه نمونه برگ، DW وزن خشک آنها پس از قرارگیری در آون ۷۰ درجه سلسیوس برای ۲۴ ساعت و TW وزن آنها پس از غوطه‌ور شدن در آب مقطر برای ۲۴ ساعت است.

اندازه‌گیری شاخص نسبت وزن اشباع به وزن خشک، با تقسیم TW/DW ضربدر ۱۰۰ در هر سه سطح آبیاری حاصل شد. به‌منظور محاسبه اثر خشکی بر میزان آسیب به غشای سلولی (CMI)، در هر سه سطح آبیاری، نمونه‌های با قطر ۱ سانتی‌متر از برگ به کمک پانچ فراهم گردید. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده، سه بار با آب مقطر بدون یون، به‌منظور شستن الکترولیت‌های چسبیده به آنها، شسته شدند. سپس با انتقال نمونه‌ها به شیشه‌های درب‌دار، ۲۰ سی‌سی آب مقطر بدون یون به نمونه‌ها اضافه گردید. در مرحله بعد، شیشه‌های حاوی برگ، به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. در پایان ۲۴ ساعت، هدایت الکتریکی آنها با استفاده از EC متر اندازه‌گیری و پس از آن نمونه‌ها برای ۱۵ دقیقه در اتوکلاو با فشار ۱۱۰ بار قرار گرفته و پس از کاهش دمای آنها تا دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، هدایت الکتریکی ثانویه آنها نیز، هم برای گیاهان تحت آبیاری و هم تحت تنش اندازه‌گیری شد. CMI از رابطه (۲) به‌دست آمد (Kocheva & Georviev, 2003):

$$CMI = (1 - (T1/T2)) / (1 - (C1/C2)) \times 100 \quad (2)$$

که T و C به نمونه‌های تنش‌دیده و شاهد مربوط

که سطح برگ و تعداد برگ تحت اثر خشکی، کاهش نشان داد (Arzani & Arji, 2002b). هدف از این پژوهش، بررسی نحوه پاسخ‌گویی نهال‌های مختلف پیوندی زیتون کاشته‌شده در گلدان، به‌کمک برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک در شرایط تنش خشکی و آبیاری مجدد (بازیابی) در شرایط گلخانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام شد. قلمه‌های ریشه‌دار شده دوساله ارقام آربکین، زرد و کرونائیکی از تولیدکنندگان بخش خصوصی در شمال ایران تهیه شدند. پیوندک ارقام کنسروالیا و آمیگدالولیا نیز از ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار واقع در استان گیلان فراهم گردید. بعد از اینکه گیاهان در گلدان ۱۲ لیتری دارای ترکیب خاک باغچه، ماسه، خاکبرگ سرندشده (۱:۲:۳) مستقر شدند، یعنی دو تا چهار عدد برگ جدید تولید نمودند، پیوند اسکنه ارقام کنسروالیا (Conservalia) و آمیگدالولیا (Amygdalolia) روی پایه‌های مورد نظر شامل زرد (Zard)، آربکین (Arbequina) و کرونائیکی (Koroneiki) انجام شده و گلدان‌ها در گلخانه مجهز به سیستم خنک‌کننده، با دمای متوسط روزانه 28 ± 3 و شبانه 23 ± 3 درجه سلسیوس نگهداری شدند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل اول شامل سه پایه مختلف زیتون و عامل دوم تیمارهای آبیاری شامل شاهد (حفظ رطوبت در حد ظرفیت مزرعه)، تنش آبی (قطع آبیاری به‌مدت چهار هفته) و بازیابی (آبیاری مجدد به‌مدت سه هفته پس از اتمام قطع آبیاری) بودند. گلدان‌ها در هر ترکیب پیوندی، به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول گیاهان پیوندی بودند که در معرض تنش خشکی قرار داده شدند و گروه دوم نیز گیاهان پیوندی بوده‌اند؛ اما همچنان هر روز تا حد ظرفیت زراعی (رطوبت خاک برابر ۲۱٪) تحت آبیاری قرار گرفتند. تنش آبی در گروه اول با قطع

برگ (RWC) و در برخی ترکیب‌ها موجب افزایش وزن خشک برگ (LDW) شد. همچنین مقدار CMI طی تنش خشکی، به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد. نتایج مقایسه میانگین ترکیبات پیوندی زیتون در رابطه با صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه در سه سطح آبیاری، در جدول ۳ نشان داده شده است. در بین ترکیبات پیوندی مورد مطالعه، ترکیب کنسروالیا بر کرونائیکی در هر سه سطح آبیاری، بیشترین مقدار وزن خشک برگ (LDW) را داشت. وزن خشک برگ می‌تواند شاخصی از ماده-ساز و فتوسنتز باشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد رقم کنسروالیا روی پایه کرونائیکی شرایط بهتری از لحاظ ماده‌سازی داشته و این امر یک مزیت، بخصوص در شرایط تنش آبی، به حساب می‌آید. البته این امر ممکن است مربوط به رفتار پیوندک نیز باشد، چرا که رقم آمیگدالولیا از رقم کنسروالیا کم‌رشدتر است؛ ضمن اینکه، افزایش LDW در برخی از ترکیب‌های پیوندی مورد مطالعه نظیر Am/Z و Am/Ko در شرایط تنش، می‌تواند بدین شکل توضیح داده شود که رقم آمیگدالولیا روی پایه‌های کرونائیکی و زرد توانسته است به‌خوبی تحت شرایط کم‌آبی، ماده‌سازی را انجام دهد. در خصوص RWC نیز، بدین ترتیب است که در همه سطوح آبیاری، بیشترین مقدار متعلق به ترکیب پیوندی آمیگدالولیا بر کرونائیکی (Am/Ko) بوده است. اصولاً رقم یا ترکیب پیوندی با کاهش کمتر RWC تحت شرایط تنش، بهتر می‌تواند شرایط آبی خود را حفظ نماید؛ که با این کار، گیاه قادر خواهد بود آب‌گیری را برای مدت طولانی‌تری انجام دهد (Thakur, 2004). بنابراین از لحاظ میزان کاهش محتوای نسبی آب، ترکیب Am/Z نمی‌تواند توانایی خوبی برای نگهداری آب داشته باشد، چون به‌میزان ۳۰ درصد کاهش نشان داده است؛ اما ترکیب پیوندی Am/Ko که کمترین کاهش محتوای آب را در شرایط تنش داشته (حدود ۱۷ درصد)، می‌تواند برای باغداران قابل توجه باشد.

می‌شود و ۱ و ۲ به اندازه‌گیری اولیه و ثانویه هدایت الکتریکی برمی‌گردد. طول شاخساره (SL)، در آغاز و انتهای دوره تنش خشکی در گیاهان شاهد و تحت تنش، اندازه‌گیری و تفاوت انتهای آزمایش از ابتدای آزمایش، به‌عنوان عدد نهایی ثبت گردید. سطح برگ گیاهان با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ در انتهای آزمایش (ADC Bioscience, UK) محاسبه شد، به این ترتیب که، از هر گلدان شاهد و تحت تنش خشکی، پنج برگ کامل جدا و سطح برگ آن‌ها اندازه‌گیری و سرانجام با تقسیم بر پنج، عدد حاصل به‌عنوان شاخص سطح برگ (LA) یادداشت شد. به‌منظور محاسبه تعداد شاخه‌های جانبی (LSN)، در نمونه‌های شاهد و تحت تنش، شمارش شاخه‌ها در ابتدا و انتهای تنش، انجام شد و تفاوت عدد انتهایی از ابتدایی، به‌عنوان شاخص نام برده شده، ثبت گردید. وزن تر ریشه (RFW)، در انتهای اعمال تنش، از گیاهان شاهد و تحت تنش خشکی به کمک ترازوی دیجیتال، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه (RDW)، ریشه تر به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک گردید و سپس با ترازوی دیجیتال، وزن خشک به‌دست آمد. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در برخی از صفات، عمل نرمال کردن داده‌ها به‌دلیل پراکندگی، انجام گردید.

نتایج و بحث

صفات مرتبط با تیمارهای سه سطح آبیاری

تجزیه واریانس نشان داد که پایه‌های مورد مطالعه، بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشتند. اثر تنش بر وزن خشک برگ (LDW) در سطح ۵٪ و بر صفات محتوای نسبی آب (RWC)، نسبت وزن اشباع به وزن خشک (TW/DW) و آسیب به غشای سلولی در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. تنش خشکی در تمامی ترکیب‌های پیوندی، موجب کاهش محتوای نسبی آب

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این تحقیق

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil used in this study

Physical properties				Chemical properties					
Sand	Silt (%)	Clay	Texture	Organic Carbon (%)	Electrical conductivity (dS/m)	pH	N (%)	P (mg/kg)	K
39	38	23	Loam	1.19	2.68	7.78	0.12	28.6	360

جدول ۲. اثرات سه سطح آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی پیوندک

Table 2. Effects of three irrigation levels on physiological properties of scion

Irrigation level	LDW (gr)	RWC (%)	TD/DW (%)	CMI (%)
Control (FC4)	0.27 a	88.05 a	273.79 a	15.01 c
Water stress	0.23 a	65.68 c	293.16 a	29.29 a
Control (FC3)	0.26 a	85.36 ab	268.03 a	15.22 c
Recovery	0.29 a	83.58 b	280.07 a	19.83 b

LDW= leaf dry weight, RWC= relative water content, TW/DW= turgor weight/dry weight, CMI= cell membrane injury.

Means with similar letters are not significantly different at the 1% probability level.

LDW: وزن خشک برگ، RWC: محتوای نسبی آب، TW/DW: نسبت وزن اشباع به وزن خشک، CMI: آسیب به غشای سلولی.

میانگین های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول ۳. مقایسه میانگین شش ترکیب پیوندی زیتون در رابطه با صفات فیزیولوژیکی در سه سطح آبیاری

Table 3. Means comparison of six olive graft combinations on physiological properties in three levels of irrigation

Irrigation	Treatments	LDW (gr)	RWC (%)	TW/DW (%)	CMI (%)
Control (FC4)	Am/Ar	0.276 cde	86.50 cdefg	302.53 c	15 ghi
	Am/Ko	0.26 cdef	94 a	188.19 h	12 k
	Am/Z	0.183 efg	89 abcde	341.22 b	13.75 ghijk
	Co/Ar	0.276 cde	91 abcd	298.28 c	12.75 jk
	Co/Ko	0.46 a	88.16 bcdef	146.79 j	15.50 g
	Co/Z	0.163 fg	79.68 hijk	365.75 a	21.11 f
Water stress	Am/Ar	0.2 defg	62.50 m	279.19 d	28 c
	Am/Ko	0.29 cd	76.46 k	271.82 de	20.33 f
	Am/Z	0.223 defg	59.50 mn	335.06 b	38 b
	Co/Ar	0.193 efg	69.7 l	298.99 c	25.16 d
	Co/Ko	0.3 cd	70.25 l	229.85 g	23.25 e
	Co/Z	0.146 g	55.66 n	344.08 b	41 a
Control (FC3)	Am/Ar	0.268 cde	85.6 defg	299.38 c	15.16 gh
	Am/Ko	0.257 cdef	92.16 ab	184.5 i	13 ijk
	Am/Z	0.182 efg	86.50 cdefg	331.64 b	14.25 ghij
	Co/Ar	0.272 cde	85 efg	278.61 d	13.25 hijk
	Co/Ko	0.43 ab	84 efg	151.53 j	15.5 gh
	Co/Z	0.162 fg	78.9 jk	362.17 a	20.41 f
Recovery	Am/Ar	0.25 cdef	84.53 efghi	296.71 c	20.50 f
	Am/Ko	0.35 bc	91.50 abc	332.11 b	14.25 ghij
	Am/Z	0.256 cdef	81 ghijk	248.32 f	22 ef
	Co/Ar	0.253 cdef	83 fghij	265.69 de	21 f
	Co/Ko	0.39 ab	82.50 ghij	259.64 ef	21.25 f
	Co/Z	0.19 efg	79 ijk	277.99 d	20.03 f

LDW: وزن خشک برگ، RWC: محتوای نسبی آب، TW/DW: نسبت وزن اشباع به وزن خشک، CMI: آسیب به غشای سلولی، Am/Ar: آمیگدالولیا روی

آربکین، Am/Ko: آمیگدالولیا روی کرونائیکی، Am/Z: آمیگدالولیا روی زرد، Co/Ar: کنسروالیا روی آربکین، Co/Ko: کنسروالیا روی کرونائیکی، Co/Z: کنسروالیا روی زرد. میانگین های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

LDW= leaf dry weight, RWC= relative water content, TW/DW= turgor weight/dry weight, CMI=cell membrane injury, Am/Ar= Amygdalolia/Arbequina, Am/ Ko= Amygdalolia/Koroneiki, Am/Z= Amygdalolia/Zard, Co/Ar= Conservalia/Arbequina, Co/Ko= Conservalia/Koroneiki, Co/Z= Conservalia/Zard.

Means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level.

لحاظ کاهش RWC در شرایط تنش خشکی مطابقت دارد. با توجه به اینکه در این تحقیق به همه ترکیب های پیوندی مورد مطالعه (گیاهان شاهد) به میزان برابر آب داده شد و نیز طول دوره قطع آبیاری برای همه ترکیب های پیوندی تحت تنش، مشابه بوده است (چهار هفته)؛ بنابراین می توان گفت که میزان محتوای آب و یا میزان کاهش آن طی دوره خشکی به توانایی آن ترکیب های پیوندی در بهینه سازی مصرف آب برمی گردد، که در نتایج متبلور شده است. در

بررسی تغییرات محتوای آب، می تواند به عنوان یک شاخص قابل اعتماد در تعیین وضعیت آبی گیاه مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی، این مورد مشخص شده است که تنش خشکی معمولاً موجب کاهش ظرفیت آب گیاه می گردد (Zarabi et al., 2008) که البته این کاهش بین ترکیب های پیوندی مختلف زیتون در این تحقیق، متفاوت بوده است. نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده در زیتون (Zarabi et al., 2008; Gholami et al., 2012; Hosseini et al., 2013) از

ارتباط با نسبت وزن اشباع به وزن خشک برگ (TW/DW)، ترکیب پیوندی کنسروالیا بر زرد (Co/Z)، در تنش آبی دارای بیشترین مقدار بوده است (جدول ۳). این نتیجه به معنی بیشترین تاثیرپذیری تولید ماده خشک از تنش خشکی توسط ترکیب پیوندی مزبور است. در بیشتر ترکیبات پیوندی مورد مطالعه، نسبت TW/DW در حالت تنش نسبت به شاهد، کاهش یافته است. اصولاً در گونه‌های مقاوم، انتظار این است که نسبت مزبور کاهش بیشتری داشته باشد که این اتفاق می‌تواند ناشی از سلول‌های کوچک با دیواره ضخیم باشد که منجر به کاهش نسبت مزبور خواهد شد (Lio & Stutzel, 2002). بنابراین می‌توان گفت هرچه این نسبت بزرگتر باشد، میزان تولید ماده خشک کمتر بوده و ترکیب پیوندی خیلی حساس، ممکن است حتی در طی تنش خشکی به علت گرسنگی، به کلی نابود گردد. نتیجه حاضر، تاییدکننده نتایج حاصل در انجیر است (Gholami *et al.*, 2012). مقایسه میانگین بین ترکیبات پیوندی درباره شاخص آسیب به غشای سلولی (CMI) در سه سطح آبیاری (جدول ۳) نشان می‌دهد که ترکیب‌های پیوندی Am/Ko، Co/Z و Co/Ko دارای کمترین مقدار در حالت شاهد، تنش و بازآبی، به ترتیب، می‌باشند. در واقع، هر چقدر صفت مورد بحث در شرایط تنش آبی، کمتر باشد آن رقم یا ترکیب پیوندی، مقاوم‌تر خواهد بود. طی یک ماه قطع آبیاری، ترکیب پیوندی Am/Z دارای بیشترین افزایش شاخص CMI بوده است، به طوری که بالای ۲۰٪ افزایش نشان دادند (جدول ۳). نشت یونی از بافت‌های برگ توسط محققین بسیاری به عنوان ابزاری برای تشخیص ثبات غشاء مورد اندازه‌گیری و مطالعه قرار گرفته است (Kocheva & Georgiev, 2003; Clavel *et al.*,)

بررسی صفات اندازه گیری شده در دو سطح آبیاری اثر پایه‌ها بر سطح برگ (LA)، رشد شاخه اصلی (SL)، وزن تر ریشه (RFW)، وزن خشک ریشه (RDW) و طول بلندترین ریشه (RL) معنی‌دار بوده است. پیوندک اثر معنی‌داری بر سطح برگ و رشد شاخه اصلی داشته است. همچنین تنش روی تمامی صفات مورد بررسی، اثر معنی‌داری گذاشته است. به همین ترتیب، اثر متقابل پایه و تیمارهای آبیاری بر تمامی صفات مورد مطالعه، به استثنای تعداد شاخه‌های جانبی (LSN)، معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین اثرات پایه‌های مورد مطالعه بر خصوصیات مورفولوژیکی، نشان می‌دهد که در صفت طول بلندترین ریشه (RL)، بین پایه‌های کرونائیکی و زرد و نیز در صفت سطح مقطع عرضی تنه بین دو پایه آربکین و کرونائیکی اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد. پایه کرونائیکی دارای بیشترین سطح برگ، رشد شاخه اصلی، وزن خشک ریشه و طول بلندترین ریشه بوده است، در حالی که پایه آربکین، بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی و سطح مقطع عرضی تنه را به خود اختصاص داد. همچنین بیشترین وزن تر ریشه متعلق به پایه زرد بوده است (جدول ۴).

جدول ۴. اثرات پایه‌های مختلف بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پیوندک در شرایط تنش (دو سطح آبیاری)

Table 4. Effects of different rootstocks on morphological and physiological properties of scion under water stress (two levels of irrigation)

Rootstock	LA (cm ²)	SL (cm)	LSN	RFW (gr)	RDW (gr)	RL (cm)
Arbequina	4.24 a	4.12 ab	1.29 a	20.09 a	8.71 a	34.03 ab
Koroneiki	4.60 a	6.10 a	0.79 a	21.14 a	10.48 a	41.76 a
Zard	4.07 a	2.01 a	0.71 a	22.55 a	10.47 a	29.49 b

LA= سطح برگ، SL: رشد شاخه اصلی، LSN: تعداد شاخه‌های جانبی، RFW: وزن تر ریشه، RDW: وزن خشک ریشه، RL: طول بلندترین ریشه. میانگین‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

LA= leaf area, SL= shoot length, LSN= lateral shoot number, RFW= root fresh weight, RDW= root dry weight, RL= root length. Means with similar letters are not significantly different at the 1% probability level.

نتایج مقایسه میانگین ترکیبات پیوندی زیتون در رابطه با صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه در دو سطح آبیاری (شاهد و تنش آبی)، در جدول ۵ نشان داده شده است. کاهش رشد برگ و نیز توقف رشد، می‌توانند به‌عنوان مکانیسم‌های سازگاری، به‌منظور کاهش تعرق گیاه در مقابل کمبود آب مورد توجه قرار گیرند (Smart & Coombe, 1983). از دست دادن آب از گیاه در حالت سطح برگ بزرگ، افزایش می‌یابد. از طرفی، طی تنش خشکی، گیاه ممکن است با کاهش سطح برگ و نیز پیچیدگی برگ، به تنش آبی واکنش نشان دهد. حتی ممکن است دوره‌های کوتاه‌مدت خشکی، توسعه برگ را کاهش دهد (Aktepe Tangu, 2014). پایه کروماتیک در این تحقیق، باعث تولید بیشترین سطح برگ (۴/۶۰ سانتی‌متر مربع) شده است که نشان‌دهنده تاثیرپذیری کمتر این پایه از تنش خشکی نسبت به دو پایه دیگر می‌باشد. ممکن است ارتباط خطی بین کاهش سطح و پتانسیل آبی برگ برقرار باشد که این امر در برخی مطالعات تایید شده است. کاهش سطح برگ می‌تواند یک پاسخ فیزیولوژیکی برای کاهش اثر نور خورشید باشد. کاهش سطح برگ در این مطالعه، تاییدکننده کاهش سطح برگ در مطالعه قبلی در زیتون (Memari et al., 2011) است. یکی از تغییرات ساختاری در زیتون در شرایط تنش، افزایش نسبت ریشه به ساقه است (Therios, 2009) که در این تحقیق نیز ثابت شد؛ به‌طوری‌که با دقت در جدول ۵، به‌خوبی می‌توان دریافت که در بیشتر ترکیب‌های پیوندی مورد مطالعه، صفت طول بلندترین ریشه (RL) در شرایط تنش، افزایش نشان داده است. اصولاً خصوصیات ریشه، مخصوصاً طول ریشه و تراکم طول ریشه، برای استقرار خوب درخت در بالای زمین و به‌منظور جستجوی آب، ضروری است. اجتناب از خشکی به کمک سیستم ریشه عمیق، موجب افزایش توانایی گیاه برای دسترسی به آب می‌شود که یک مکانیسم سازگاری اساسی به خشکی است (Liu et al., 2005) که البته می‌تواند توجیه‌کننده افزایش طول ریشه تحت شرایط کم‌آبی در این تحقیق باشد. افزایش بخش ریشه، موید نتایج به‌دست‌آمده در انبه نیز می‌باشد (Shao et al., 2008). البته در برخی درختان نظیر اوکالیپتوس، شب‌خسب و صنوبر، کاهش طول ریشه گزارش شده است (Li, 2000; Marron et al., 2002; Li & Wang, 2005; Meenakshi et al., 2003). میزان رشد شاخه اصلی (SL)، در تمامی ترکیب‌های پیوندی کاهش نشان داد (جدول ۵). اختلاف بین ترکیب‌های پیوندی در صفت رشد شاخه اصلی، معنی‌دار بوده است و ترکیب Am/Ko بیشترین مقدار SL را دارا بوده است. آب، نقش اساسی را در رشد طولی دارد؛ زیرا در رشد طولی سلول اهمیت داشته و با کاهش آب، میزان توسعه سلول‌ها، به‌دلیل کاهش میزان هورمون اکسین، کاهش می‌یابد که این امر منجر به کاهش رشد میانگرم‌ها و در نهایت کاهش رشد طولی شاخه می‌گردد. میزان کاهش رشد شاخه در برخی ترکیب‌ها بیشتر بوده است. به‌نظر می‌رسد طول شاخه، فاکتور خیلی حساسی به تنش است که موید نتایج به‌دست آمده در زیتون (Tattini et al., 1995; Goreta et al., 2007) است. همچنین نتایج حاضر، در راستای نتایج به‌دست آمده قبلی در زیتون است (Zarabi et al., 2008). تنش خشکی در زیتون باعث کاهش قسمت تاج درخت می‌شود و این واکنش می‌تواند یک ساز و کار تدافعی در برابر تنش خشکی قلمداد گردد. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین برخی ترکیب‌های پیوندی مورد مطالعه در خصوص تعداد شاخه‌های جانبی (LSN) وجود دارد (جدول ۵)، به‌طوری‌که در حالت تنش، بیشترین مقدار مربوط به ترکیب Am/Ar می‌باشد. تعداد شاخه‌های جانبی می‌تواند بر تعداد برگ در گیاه، میزان ماده‌سازی توسط برگ‌ها، باردهی و نیز ساختار سایه‌انداز، اثرگذار باشد. بنابراین عدم افزایش تعداد شاخه‌ها یا افزایش کمتر آن در طی تنش خشکی، یک امتیاز منفی برای رقم یا ترکیب پیوندی محسوب می‌گردد. وزن خشک ریشه (RDW) تمامی ترکیب‌های پیوندی، در حالت تنش کاهش یافت (جدول ۵)؛ که این کاهش در ترکیب‌های پیوندی مختلف، متفاوت بوده است. پتانسیل تولید بیوماس درختان، به حفظ وضعیت فیزیولوژیکی خوب و استفاده از منابع موجود بستگی دارد.

نتایج مقایسه میانگین ترکیبات پیوندی زیتون در رابطه با صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه در دو سطح آبیاری (شاهد و تنش آبی)، در جدول ۵ نشان داده شده است. کاهش رشد برگ و نیز توقف رشد، می‌توانند به‌عنوان مکانیسم‌های سازگاری، به‌منظور کاهش تعرق گیاه در مقابل کمبود آب مورد توجه قرار گیرند (Smart & Coombe, 1983). از دست دادن آب از گیاه در حالت سطح برگ بزرگ، افزایش می‌یابد. از طرفی، طی تنش خشکی، گیاه ممکن است با کاهش سطح برگ و نیز پیچیدگی برگ، به تنش آبی واکنش نشان دهد. حتی ممکن است دوره‌های کوتاه‌مدت خشکی، توسعه برگ را کاهش دهد (Aktepe Tangu, 2014). پایه کروماتیک در این تحقیق، باعث تولید بیشترین سطح برگ (۴/۶۰ سانتی‌متر مربع) شده است که نشان‌دهنده تاثیرپذیری کمتر این پایه از تنش خشکی نسبت به دو پایه دیگر می‌باشد. ممکن است ارتباط خطی بین کاهش سطح و پتانسیل آبی برگ برقرار باشد که این امر در برخی مطالعات تایید شده است. کاهش سطح برگ می‌تواند یک پاسخ فیزیولوژیکی برای کاهش اثر نور خورشید باشد. کاهش سطح برگ در این مطالعه، تاییدکننده کاهش سطح برگ در مطالعه قبلی در زیتون (Memari et al., 2011) است. یکی از تغییرات ساختاری در زیتون در شرایط تنش، افزایش نسبت ریشه به ساقه است (Therios, 2009) که در این تحقیق نیز ثابت شد؛ به‌طوری‌که با دقت در جدول ۵، به‌خوبی می‌توان دریافت که در بیشتر ترکیب‌های پیوندی مورد مطالعه، صفت طول بلندترین ریشه (RL) در شرایط تنش، افزایش نشان داده است. اصولاً خصوصیات ریشه، مخصوصاً طول ریشه و تراکم طول ریشه، برای استقرار خوب درخت در بالای زمین و به‌منظور جستجوی آب، ضروری است. اجتناب از خشکی به کمک سیستم ریشه عمیق، موجب افزایش توانایی گیاه برای دسترسی به آب می‌شود که یک مکانیسم سازگاری اساسی به خشکی است (Liu et al., 2005) که البته می‌تواند توجیه‌کننده افزایش طول ریشه تحت شرایط کم‌آبی در این تحقیق باشد. افزایش بخش ریشه، موید نتایج به‌دست‌آمده در انبه نیز می‌باشد (Shao et al., 2008). البته در برخی درختان نظیر اوکالیپتوس، شب‌خسب و صنوبر، کاهش طول ریشه گزارش شده است (Li, 2000; Marron et al., 2002; Li & Wang, 2005; Meenakshi et al., 2003). میزان رشد شاخه اصلی (SL)، در تمامی ترکیب‌های پیوندی کاهش نشان داد (جدول ۵). اختلاف بین ترکیب‌های پیوندی در صفت رشد شاخه اصلی، معنی‌دار بوده است و ترکیب Am/Ko بیشترین مقدار SL را دارا بوده است. آب، نقش اساسی را در رشد طولی دارد؛ زیرا در رشد طولی سلول اهمیت داشته و با کاهش آب، میزان توسعه سلول‌ها، به‌دلیل کاهش میزان هورمون اکسین، کاهش می‌یابد که این امر منجر به کاهش رشد میانگرم‌ها و در نهایت کاهش رشد طولی شاخه می‌گردد. میزان کاهش رشد شاخه در برخی ترکیب‌ها بیشتر بوده است. به‌نظر می‌رسد طول شاخه، فاکتور خیلی حساسی به تنش است که موید نتایج به‌دست آمده در زیتون (Tattini et al., 1995; Goreta et al., 2007) است. همچنین نتایج حاضر، در راستای نتایج به‌دست آمده قبلی در زیتون است (Zarabi et al., 2008). تنش خشکی در زیتون باعث کاهش قسمت تاج درخت می‌شود و این واکنش می‌تواند یک ساز و کار تدافعی در برابر تنش خشکی قلمداد گردد. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین برخی ترکیب‌های پیوندی مورد مطالعه در خصوص تعداد شاخه‌های جانبی (LSN) وجود دارد (جدول ۵)، به‌طوری‌که در حالت تنش، بیشترین مقدار مربوط به ترکیب Am/Ar می‌باشد. تعداد شاخه‌های جانبی می‌تواند بر تعداد برگ در گیاه، میزان ماده‌سازی توسط برگ‌ها، باردهی و نیز ساختار سایه‌انداز، اثرگذار باشد. بنابراین عدم افزایش تعداد شاخه‌ها یا افزایش کمتر آن در طی تنش خشکی، یک امتیاز منفی برای رقم یا ترکیب پیوندی محسوب می‌گردد. وزن خشک ریشه (RDW) تمامی ترکیب‌های پیوندی، در حالت تنش کاهش یافت (جدول ۵)؛ که این کاهش در ترکیب‌های پیوندی مختلف، متفاوت بوده است. پتانسیل تولید بیوماس درختان، به حفظ وضعیت فیزیولوژیکی خوب و استفاده از منابع موجود بستگی دارد.

جدول 5. مقایسه میانگین شش ترکیب پیوندی زیتون در رابطه با صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در دو سطح آبیاری
Table 5. Means comparison of six olive graft combinations on morphological and physiological properties in two levels of irrigation

Irrigation	Treatments	LA (cm ²)	SL (cm)	LSN	RFW (gr)	RDW (gr)	RL (cm)
Control	Am/Ar	3.16 h	5.50 d	2.22 a	31.86 b	15.04 bc	30.83 bc
	Am/Ko	4.46 e	11.16 a	1.17 ab	22.53 c	11.14 e	26.10 c
	Am/Z	5.05 c	6.76 e	1.17 ab	36.15 a	17.18 ab	29 bc
	Co/Ar	6.60 a	9.53 b	1.33 ab	29.4 b	12.24 de	32.3 bc
	Co/Ko	5.63 b	4.76 e	1 ab	29.18 b	13.63 cd	28.76 bc
	Co/Z	4.01 fg	0.73 h	0.67 b	36.45 a	17.44 a	28.63 bc
Water stress	Am/Ar	2.35 i	0.46 h	0.96 ab	9.78 de	3.81 g	36 b
	Am/Ko	4.15 f	5.06 de	0.33 b	12.55 d	8.25 f	56.85 a
	Am/Z	3.91 g	0.3 h	0.67 b	10.32 de	4.59 g	28.75 bc
	Co/Ar	4.78 d	1.38 g	0.67 b	9.33 de	3.74 g	37 b
	Co/Ko	4.16 f	3.43 f	0.67 b	20.31 c	8.88 f	55.33a
	Co/Z	3.33 h	0.25 h	0.33 b	7.27 e	2.65 g	31.60 bc

LA: سطح برگ، SL: رشد شاخه اصلی، LSN: تعداد شاخه های جانبی، RFW: وزن تر ریشه، RDW: وزن خشک ریشه، RL: طول بلندترین ریشه، Am/Ar: آمیگدالولیا روی آربکین، Am/Ko: آمیگدالولیا روی کرونائیکی، Am/Z: آمیگدالولیا روی زرد، Co/Ar: کنسروالیا روی آربکین، Co/Ko: کنسروالیا روی کرونائیکی، Co/Z: کنسروالیا روی زرد.

میانگین های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال 5٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

LA= leaf area, SL= shoot length, LSN= lateral shoot number, RFW= root fresh weight, RDW= root dry weight, RL= root length, Am/Ar= Amygdalolia/Arbequina, Am/Ko= Amygdalolia/Koroneiki, Am/Z= Amygdalolia/Zard, Co/Ar= Conservalia/Arbequina, Co/Ko= Conservalia/Koroneiki, Co/Z= Conservalia/Zard.

Means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level.

پیوندی مورد مطالعه، ترکیب کنسروالیا روی کرونائیکی از لحاظ دو صفت مهم وزن خشک برگ و آسیب به غشای سلولی، عملکرد بهتری از سایر ترکیب‌های پیوندی در شرایط تنش داشته است و می‌تواند مورد توجه بیشتری قرار گیرد. با توجه به نتایج مثبت این تحقیق، به نظر می‌رسد که توسعه چنین پژوهش‌هایی در خصوص پایه‌های دیگر در زیتون نیز می‌تواند به‌عنوان ادامه این کار، مورد توجه قرار گیرد. به‌علاوه باید گفت که در برخی مناطق که مشکل کم‌آبی و سرما، با هم وجود دارند، و سرما هر چند سال یک‌بار موجب خشک‌شدن قسمت هوایی درخت می‌شود (Karimi *et al.*, 2017)، با توجه به نقش پایه‌ها در افزایش اسمولیت‌هایی نظیر پرولین و نیز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در شرایط تنش آبی در این تحقیق (داده‌ها نشان داده نشد)، این مواد اسمزی و آنزیم‌ها در شرایط سرما نیز تولید می‌شوند (Perez-Lopez *et al.*, 2010; Hashempour *et al.*, 2014). بنابراین با عنایت به مواد مشترک، که در تنش‌های مختلف ایجاد می‌شود می‌توان گفت که، کاربرد گیاهان پیوندی با پایه مقاوم به خشکی، احتمالاً می‌تواند در افزایش مقاومت به سرما هم نقش مؤثری داشته باشد. البته در خصوص مقاومت این ترکیب‌های پیوندی و یا

اصولاً کاهش مواد خشک ممکن است ناشی از زوال قابل توجه رشد گیاه، فتوسنتز و ساختار سایه‌انداز باشد که به‌عنوان پیری برگ قلمداد می‌گردد. کاهش ماده خشک در برخی گیاهان گزارش شده است (Shao *et al.*, 2008). پارامترهای مورفولوژیک نظیر وزن تر و وزن خشک، یک اثر عمیق در شرایط کم‌آبی دارند. همچنین بهره‌وری گیاه تحت شرایط تنش خشکی، شدیداً به فرایندهای توزیع ماده خشک وابستگی دارد. کاهش وزن خشک ریشه، برخلاف نتایج به‌دست‌آمده در زیتون (Dichio *et al.*, 2002) است که احتمالاً می‌تواند ناشی از تفاوت واکنش ارقام مورد مطالعه باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با بررسی حاضر می‌توان استنباط نمود که ترکیب‌های مختلف پیوندی زیتون، ممکن است واکنش متفاوتی به تنش کم‌آبی داشته باشند. در بین پایه‌های مطالعه‌شده، پایه کرونائیکی واکنش بهتری به تنش خشکی از لحاظ سطح برگ، رشد شاخه اصلی، وزن خشک ریشه و طول بلندترین ریشه نسبت به دو پایه دیگر (آربکین و زرد)، در شرایط کاشت گلدانی در گلخانه از خود نشان داد. همچنین در بین ترکیب‌های

شدید است (Karimi *et al.*, 2017) را بیان نماید؛ بنابراین نیاز به پژوهش‌های تکمیلی در شرایط مزرعه، با اندازه‌گیری صفات مرتبط با این تنش‌ها می‌باشد تا بتوان راه‌کار عملی را در توصیه عمل پیوند در چنین شرایطی، برای باغ‌های زیتون ارائه نمود.

ترکیب‌های پیوندی دیگر به سرما، پیشنهاد می‌گردد که تحقیقات با موضوع تنش سرما انجام گیرد. اگرچه و با توجه به گلدانی‌بودن، این پژوهش نمی‌تواند نتایج کاربردی قابل ارائه در کشور و مخصوصاً در مناطقی که همراه با تنش خشکی و همچنین سرمای زمستانه

REFERENCES

1. Aganchich, B., Tahsi, H., Wahbi, S., Elmodaffar, C. & Serraj, R. (2007). Growth, water relations and antioxidant defense mechanisms of olive subjected to Partial Root Drying (PRD) and Regulated Deficit Irrigation (RDI). *Plant Biosystems*, 141 (2), 252-264.
2. Aktepe Tangu, N. (2012). *Determination of development performances and plant-water relation of some standard olive varieties under deficit water applications*. Ph.D. Thesis. Institute of Natural and Applied Science. Turkey.
3. Alizadeh, A., Alizadeh, V., Nassery, L. & Eivazi, A. (2011). Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1(3), 86-94.
4. Arzani, K. & Arji, I. (2002a). The effect of water stress and deficit irrigation on young potted olive cv 'Local-Roghani Roodbar'. *Acta Horticulture*, 537, 879-885.
5. Arzani, K. & Arji, I. (2002b). The response of young potted olive plants cv. 'Zard' to water stress and deficit irrigation. *Acta Horticulturae*, 586, 419-422.
6. Bajji, M., Kinet, J. M. & Stanley, L. (2002). The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance in durum wheat. *Plant Growth Regulation*, 36, 61-70.
7. Clavel, D., Drame, N.K., Roy-Macauley, H., Braconnier, S. & Laffray, D. (2005). Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Environmental & Experimental Botany*, 54, 219-230.
8. Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*, 3, 52-58.
9. Darvishian, M. (1997). Olive. Agricultural Education Press. 295 p. (in Farsi)
10. De Silva, N. D. G., Cholewa, E. & Ryser, P. (2012). Effects of combined drought and heavy metal stresses on xylem structure and hydraulic conductivity in red maple (*Acer rubrum* L.). *Journal of Experimental Botany*, 63, 5957-5966.
11. Dichio, B., Romano, M., Nuzzo, V. & Xiloyannis, C. (2002). Soil water availability and relationship between canopy and roots in young olive trees (cv. Corotina). *Acta Horticulturae*, 586, 255-258.
12. Gholami, M., Rahemi, M. & Rastegar, S. (2012). Use of rapid screening methods for detecting drought tolerant cultivars of fig (*Ficus carica* L.). *Scientia Horticulturae*, 143, 7-14.
13. Goreta, S., Bucevic-Popovic, Pavela-Vrancic, M. & Perica, S. (2007). Salinity-induced changes in growth, superoxide dismutase activity, and ion content of two olive cultivars. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170, 398-403.
14. Hashempour, A., Ghasemnezhad, M., Fotouhi Ghazvini, R. & Sohani, M. M. (2014). Olive (*Olea europaea* L.) freezing tolerance related to antioxidant enzymes activity during cold acclimation and non acclimation. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36, 3231-3241.
15. Hosseini, S.Z., Soleimani, A., Taheri, M. & Tavakoli, A. (2013). Drought tolerance indices in some olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Seed and Plant Improvement Journal*, 29 (2), 211-226. (in Farsi)
16. Karimi, B., Arzani, K. & Pedram, M. (2017). Top to root ratio and dry matter partitioning in some mature olive (*Olea europaea* L.) trees in relation to the root volume and possible existence of harmful nematodes in the soil. *1 international Horticultural Science Conference of Iran (IrHC2017)*, September 4-7, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran, Abstracts Book, Page: 150.
17. Kocheva, K. & Georgiev, G. (2003). Evaluation of the reaction of two contrasting barley cultivars in response to osmotic stress with PEG 6000. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, Special issue, 290-294.
18. Li, C. (2000). Population differences in water use efficiency of Eucalyptus microtheca seedling under different watering regimes. *Physiologia Plantarum*, 108 (2), 134-139.
19. Li, C. & Wang, K. (2003). Differences in drought responses of three contrasting *Eucalyptus microtheca* F. Muell. populations. *Forest Ecology and Management*, 179 (1), 377-385.
20. Liu, F., Christian, R., Shahanzari, J.A., Anderson, M.N. & Jacobson, E.E. (2005). ABA regulated stomata control and photosynthetic water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) during progressive soil drying. *Plant Science*, 168, 831-836.

21. Liu, F. & Stutzel, H. (2002). Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to soil drying. *European Journal of Agronomy*, 16, 137-150.
22. Marguerit, E., Brendel, O., Lebon, E., Van Leeuwen, C. & Ollat, N. (2012). Rootstock control of scion transpiration and its acclimation to water deficit controlled by different genes. *The New Phytologist*, 194, 416-429.
23. Marron, N., Delay, D., Petit, J. M. Dreyer, E., Kahlem, G., Delmotte, F. M. & Brignolas, F. (2002). Physiological traits of two *populus × euramericana* clones, *Luisa avanzo* and *dorskamp*, during water stress and re-watering cycle. *Tree Physiology*, 22, 849-858.
24. Meenakshi, S. V., Paliwal, K. & Ruckmani, A. (2005). Effect of water stress on photosynthesis, protein content and nitrate reductase activity of *Albizia* seedlings. *Journal of Plant Biology*, 32, 13-17.
25. Meggio, F., Prinsi, B., Negri, A. S., Di Lorenzo, G. S., Lucchini, G., Pitacco, P. & Espen, L. (2014). Biochemical and physiological responses of two grapevine rootstock genotypes to drought and salt treatments. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20(2), 310-323.
26. Memari, H. R., Tafazoli, E., Kamgar Haghghi, A. A., Hassanpour, A. & Yarmi, N. (2011). Effect of drought stress and cycocel growth retardant on growth of two olive cultivars. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 15 (55), 1-11. (in Farsi)
27. Perez-Lopez, D., Gijon, M. C., Marino, J. & Moriana, A. (2010). Water relation response to soil chilling of six olive (*Olea europaea* L.) cultivars with different frost resistance. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (3), 780-789.
28. Safia, A.A., El-Taweel, A.A. & Ali, A.A. (2011). Studies on vegetative propagation of pecan b. pecan grafting by cleft grafting method under white tunnels system. *Journal of Agricultural Research of Kafer El-sheikh Univ*, 37 (1), 162-182.
29. Serra, I., Strever, A., Myburgh, P. A. & Deloire, A. (2014). Review: the interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 20, 1-14.
30. Shao, H. B., Chu, L. Y., Jaleel, C. A. & Zhao, C. X. (2008). Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *C. R. Bilologies*, 331, 215-225.
31. Smart, R. E. & Coombe, B. G. (1983). Water relations of grapevines. In water deficits and plant growth, (Ed. T.T. Kozlowski), VII, Academic Press, New York. 137-196 pp.
32. Tattini, M., Gucci, R., Coradeschi, M., Ponzio, C. & Everard, J. D. (1995). Growth, gas exchange and ion content in *Olea europaea* plants during salinity stress and subsequent relief. *Physiologia Plantarum*, 95, 203-210.
33. Thakur, A. (2004). Use of easy and less expensive methodology to rapidly screen fruit crops for drought tolerance. *Acta Horticulturae*, 662, 231-235.
34. Therios, I. N. (2009). Olives. Crop production science in Horticulture series. CABI, UK.
35. Tous, J., Romero, A., Plana, J. & Baiges, F. (1999). Planting density trial with arbequina olive cultivar in Catalonia. *Acta Horticulturae*, 474, 177-179.
36. Zarabi, M. M., Talaie, A. R. & Lesani, H. (2008). Effect of drought stress on morphophysiological and anatomical properties in some olive cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 39 (1), 109-117. (in Farsi)