

Yield stability and Pomological Characteristics of Commercial Cultivars Konservolia, Zard and Amphis Olive under Deficit Irrigation Stress and Salicylic Acid Foliar Application

Rahmatollah Gholami^{1*}, Issa arji², Aboalmahsan Hadjiamiri³

Received: January 25, 2021 Accepted: July 26, 2021

1- Assist. Prof., Crop and Horticultural Science Research Dept., Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran.

2- Assoc. Prof., Department of Production Engineering and Plant Genetics, Campus of Agriculture and Natural Resources, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

3- Crop and Horticultural Science Research Dept., Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran.

*Corresponding Author Email: gholami.rahmat@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: In order to investigate the effects of salicylic acid foliar application under water stress on yield stability and pomological characteristics of some olive cultivars in Dalahoo research station in Kermanshah province, an factorial experiment based on randomized complete block design with three replications and three factors (salicylic acid concentrations, Irrigation regimes and olive cultivars) was carried out During the year 2018.

Materials and Methods: This experiment was conducted in Dallaho Olive Research Station (Geographical characters was longitude of 45°, 51' E and latitude of 34°, 30' N and the height of sea level 571m) located in Kermanshah province. Experimental material of this study was 17-year-old olive trees including Konservolia, Zard and Amphis were studied in preset research. Salicylic acid were applied at 3 concentrations; 0 (water spraying) and 1.5 and 3 mmol, before flowering and before the rapid growth of fruit. Irrigation treatments, including irrigation of 100% of the water requirement of olive trees (control), irrigation of 75% of the water requirement of olive trees and irrigation of 50% of the water requirement of olive trees during the season, were applied with drip irrigation system. 17-year-old olive trees of three cultivars; Konservolia, Zard and Amphis were studied in preset research. The Each experimental unit consisted of two trees. The effects of salicylic acid and water stress on the yield stability and pomological characteristics of the olive cultivars were evaluated one year period. Fruit traits including yield, fruit weight, fruit length and diameter, pulp fresh and dry weight, fruit moisture percent, pulp/pit ratio and pulp percent were measured.

Results: The results showed that the different cultivars, salicylic levels and irrigation regime had a significant effect ($p < 0.01$) on the yield stability and pomological characteristics compared control. 50% irrigation treatment compared with other irrigation treatments reduced the fresh and dry weight of the fruit, length and diameter of the fruit. In general, the response tested of olive cultivars to the applied treatments was different. The highest fruit weight and dimensions, flesh fresh and dry weight, fruit water percent, ratio of flesh dry weight to seed, flesh percent and fruit yield per hectare were observed in Konservolia cultivar and the lowest amount of these traits was indicated in Amphis cultivar. Foliar application of salicylic acid on fruit weight and dimensions, flesh fresh and dry weight, fruit water percent and fruit yield per hectare were increased and drought stress reduced the amount of these characteristics. Only the dry matter percent decreased under influence of salicylic acid application and elevated under drought stress. Amphis cultivar had the highest and Konservolia cultivar had the lowest dry matter. According to the obtained results, the reproductive traits measured in the three olive cultivars were associated to the amount of irrigation water.

Conclusion: According to the obtained results, Konservolia cultivar could be recommended as elite cultivars to use under deficit irrigation.

Keywords: Cultivars, Foliar Application, Irrigation, Olive (*Olea europaea* L.), Yield Stability

پایداری عملکرد و ویژگی پومولوژیکی ارقام تجاری زیتون کنسروالیا، زرد و آمفی سیس در شرایط تنش کم آبیاری و محلول پاشی سالیسیلیک اسید

رحمت اله غلامی*^۱، عیسی ارجی^۲، ابوالمحسن حاجی امیری^۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۴

۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳- مربی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

*: مسئول مکاتبه: E-mail: gholami.rahmat@yahoo.com

چکیده

اهداف: به منظور بررسی اثرات محلول پاشی سالیسیلیک اسید تحت تنش آبی بر پایداری عملکرد و ویژگی پومولوژیکی برخی ارقام زیتون در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو استان کرمانشاه، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه فاکتور (غلظت‌های سالیسیلیک اسید، رژیم‌های آبیاری و ارقام زیتون) در سال باغی ۱۳۹۷ اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو شهرستان سرپل‌ذهاب انجام گرفت. این منطقه دارای طول جغرافیائی ۴۵ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی است. ارتفاع آن از سطح دریا ۵۷۱ متر می‌باشد. مواد آزمایشی این تحقیق درختان ۱۷ ساله سه رقم از ارقام زیتون شامل ارقام کنسروالیا، زرد و آمفی سیس بودند. دو مرحله محلول پاشی کامل درختان زیتون با اسید سالیسیلیک در غلظت‌های صفر به عنوان شاهد (محلول پاشی با آب)، ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار، در قبل از گلدهی و قبل از شروع رشد سریع میوه، انجام گردید. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون (شاهد)، آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی درختان زیتون و آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون در طول فصل، با سیستم آبیاری قطره‌ای اعمال گردید. هر واحد آزمایشی شامل دو درخت بود. عملیات مراقبت و نگهداری از درختان به‌طور یکسان در همه تیمارها اعمال شد. یادداشت‌برداری‌های عملکرد میوه و صفات پومولوژیکی شامل وزن میوه، ابعاد میوه (طول و قطر میوه)، وزن تر و خشک گوشت، درصد ماده خشک، درصد رطوبت میوه، نسبت وزن خشک گوشت به هسته و درصد گوشت در تیمارهای مختلف و ارقام مختلف ثبت گردید.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی سالیسیلیک اسید در غلظت ۳ میلی‌مولار در دو مرحله رشدی قبل از گلدهی و قبل از شروع رشد سریع میوه ارقام زیتون باعث تعدیل اثرات تنش آبی در ارقام زیتون مورد مطالعه گردید.

بیشترین میزان وزن میوه با ۳/۲۵ گرم و بیشترین میزان عملکرد میوه در هکتار به میزان ۱۳۸۹۰/۹۰ کیلوگرم در هکتار در غلظت ۳ میلی مولار حاصل گردید. بیشترین وزن و ابعاد میوه، وزن تر و خشک گوشت، درصد رطوبت میوه، نسبت وزن خشک گوشت به هسته، درصد گوشت و عملکرد میوه در هکتار در رقم کنسروالیا و کمترین مقدار این صفات در رقم آمفی سیس مشاهده شد. با مصرف سالیسیلیک اسید بر میزان وزن و ابعاد میوه، وزن تر و خشک گوشت، درصد رطوبت میوه و عملکرد میوه در هکتار افزوده شد و تنش خشکی از میزان این صفات کاست. تنها درصد ماده خشک در شرایط کاربرد سالیسیلیک اسید کاهش و در تنش خشکی افزایش یافت. رقم آمفی سیس دارای بیشترین و رقم کنسروالیا دارای کمترین مقدار ماده خشک بودند. با توجه به نتایج بدست آمده صفات زایشی اندازه گیری شده در سه رقم زیتون با میزان آب آبیاری ارتباط داشتند.

نتیجه گیری: در این پژوهش، واکنش ارقام به تنش آبیاری پایین متفاوت بوده به طوری که رقم کنسروالیا با کاهش میزان آب آبیاری، پایداری عملکرد بالایی داشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، ارقام، پایداری عملکرد، زیتون، محلول پاشی برگی

مقدمه

درخت زیتون، یکی از درختان همیشه سبز بومی منطقه مدیترانه است، در فصل تابستان، در مناطق زیتون خیز، اغلب در معرض کمبود آب همراه با درجه حرارت بالا و شدت نور زیاد قرار می‌گیرد. اگرچه درخت زیتون به خوبی با شرایط نامساعد محیطی سازگار است، اما در شرایط تنش، منابع انرژی آن در مکانیسم‌های دفاعی استفاده شده و رشد گیاه و بهره‌وری آن کاهش می‌یابد (غلامی و همکاران ۲۰۲۰).

کمبود آب و تنش خشکی ناشی از آن یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر کشور می‌باشد. خشکسالی هر ساله خسارت‌های زیادی به محصولات زراعی و باغی در جهان بالاخص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد، وارد می‌نماید. اگرچه برای مقابله با خشکی در درختان میوه راهکارهای مختلفی پیشنهاد شده است که هر یک بنوبه خود کارایی موثر را دارند (غلامی و همکاران ۲۰۱۹)، استفاده از تنظیم کننده‌های رشد یکی

از راهکارهای موثر در مقابله با تنش‌های محیطی از

جمله خشکی و گرماست

سالیسیلیک اسید در گیاهان با تنظیم عملکردهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در مکانیسم‌های دفاعی نقش دارد و اثرات متنوعی بر مقاومت گیاه به عوامل زیستی و غیر زیستی دارد. فعال‌سازی سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، تولید متابولیت‌های ثانویه، سنتز اسمولایت‌ها، بهینه‌سازی وضعیت مواد معدنی و حفظ تعادل مناسب بین فتوسنتز و رشد از نقش‌های سالیسیلیک اسید در گیاهان می‌باشد که به تحمل شرایط تنش کمک می‌کند. (نظر و همکاران ۲۰۱۵).

نتایج پژوهش بریتو و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که تیمار سالیسیلیک اسید در درختان زیتون تحت تنش خشکی سبب افزایش تجمع اسمولایت‌ها، بهبود فتوسنتز، افزایش محتوای رطوبت نسبی و کلروفیل شده و از این طریق تحمل گیاه نسبت به شرایط تنش را افزایش داد. همچنین گزارش شده است که تجمع ترکیبات فنلی در گیاهان با استفاده از تیمار سالیسیلیک اسید می‌تواند به تحمل شرایط تنش توسط گیاه کمک کند (خان و همکاران ۲۰۱۵). بنابراین کاهش آثار منفی تنش خشکی

میوه‌ها به حداکثر رشد نرسیده و از طرفی میزان عملکرد در ارقام زیتون پایین باشد. با توجه به شرایط گرم و خشک مناطق پرورش زیتون در مناطق زیتون-خیز استان کرمانشاه بررسی اثرات اسید سالیسیلیک و تنش آبی در درختان زیتون و نیز افزایش و پایداری عملکرد ارقام زیتون در باغ‌های زیتون از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. هدف از اجرای این پژوهش، کاهش اثر تنش آبی با استفاده از محلول‌پاشی برگ‌های اسید سالیسیلیک بر عملکرد و خصوصیات میوه در سه رقم تجاری زیتون در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو (طول جغرافیائی ۴۵ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۵۷۱ متر) واقع در استان کرمانشاه، در سال باغی ۱۳۹۷ انجام گرفت. نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

و افزایش عملکرد گیاهان با استفاده از تیمارهای سالیسیلیک اسید نشان‌دهنده مؤثر بودن این تیمارها در افزایش تحمل تنش در گیاهان می‌باشد.

اسید سالیسیلیک با نام شیمیائی ۲- هیدروکسی بنزوئیک اسید، یک ترکیب فنلی طبیعی و از تنظیم‌کننده‌های درون‌زای رشد بوده که در اکثر گیاهان حضور دارد و امروزه به عنوان تعدیل‌کننده تنش‌های محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ترکیب تنظیم‌کننده بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک مانند باز و بسته شدن روزنه‌ها، القای گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن است و در تنفس نقش دارد و می‌تواند سبب ایجاد تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاهان گردد (هاروات و همکاران ۲۰۰۷؛ راشکین ۱۹۹۲).

وجود شرایط گرم و خشک مناطق پرورش زیتون در مناطق زیتون‌خیز (گرم و نیمه‌گرم) استان کرمانشاه باعث شده که در بیولوژی ارقام زیتون موجود در این مناطق اخلاص ایجاد شده و باعث کاهش میزان عملکرد ارقام زیتون در این مناطق گردد. دمای بالای منطقه و تنش آبی در طی مراحل رشد میوه باعث شده که در آن

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در ایستگاه دالاهو (آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه)

عمق خاک (سانتی‌متر) (cm)	درصد سیلت (%)	درصد شن (%)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	ازت کل (%)	کربن آلی (%)	کربناتکلسیم (%)	اسیدیته خاک
۳۰-۰	۴۴	۲۵	۳۲۰	۱۱/۸۰	۰/۱۷	۱/۹۵	۲۳	۷/۳۰
۶۰-۳۰	۳۷	۲۸	۱۰۰	۶	۰/۰۵	۱/۲۰	۳۵	۷/۵۰

درختان زیتون با اسید سالیسیلیک در غلظت‌های صفر به عنوان شاهد (محلول‌پاشی با آب) و ۱/۵ و ۳ میلی-مولار، در قبل از گلدهی و قبل از شروع رشد سریع میوه، انجام گرفت. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون (شاهد که در

این پژوهش از اول اردیبهشت‌ماه سال باغی ۱۳۹۷ تا اول آبان‌ماه به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه فاکتور (غلظت‌های سالیسیلیک اسید، رژیم‌های آبیاری و ارقام زیتون) انجام گردید. دو مرحله محلول‌پاشی کامل

درصد رطوبت میوه در تیمارهای مختلف و ارقام مختلف ثبت گردید. صفات زایشی در ارقام با استفاده از دیسکریپتور (I.O.O.C) اندازه‌گیری شدند (I.O.O.C ۲۰۰۲). در پایان تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

وزن و ابعاد میوه

وزن و ابعاد میوه تحت تاثیر رقم، سطوح سالیسیلیک و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی-دار گردید (جدول ۲). در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان وزن و ابعاد میوه، بیش‌ترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا و کم‌ترین مقدار مربوط به رقم آمفی-سیس بود (جدول ۳). با افزایش غلظت سالیسیلیک میزان وزن و ابعاد میوه نیز افزایش یافت از طرفی تنش خشکی باعث کاهش وزن و ابعاد میوه شد (جدول ۳).

طول مدت اجرای آزمایش به مقدار ۸۲۱۰/۰۴ متر مکعب در هکتار بود، آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی درختان زیتون و آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون در طول فصل، با سیستم آبیاری قطره‌ای اعمال گردید (فائو، ۲۰۰۸). مواد آزمایشی این تحقیق درختان ۱۷ ساله سه رقم زیتون شامل کنسروالیا، زرد و آمفی‌سیس و هر واحد آزمایشی شامل دو درخت بود. اثرات اسید سالیسیلیک و تنش آبی بر عملکرد میوه و خصوصیات میوه ارقام زیتون مورد آزمایش ارزیابی شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی و شیمیایی انجام گردید. طوری که بین ردیف‌ها با تراکتور شخم و روی ردیف‌ها با علف‌کش گراماکسون (پاراکوات) با غلظت ۲ در هزار سم‌پاشی شد. کلیه مراقبت‌های زراعی شامل آبیاری، وجین، کود-دهی به‌طور یکنواخت در مورد همه درختان اجرا شد. یادداشت‌برداری‌های صفات عملکردی و میوه شامل عملکرد میوه، وزن میوه، ابعاد میوه (طول و قطر میوه) وزن تر و خشک گوشت، درصد ماده خشک و

جدول ۲ - تجزیه واریانس صفات وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، وزن تر و خشک گوشت ارقام زیتون

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
وزن خشک گوشت	وزن تر گوشت	قطر میوه	طول میوه	وزن میوه		
۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۱	۰/۰۲	۰/۲۲	۲	تکرار
۳/۴۷**	۹۴/۳۴**	۲/۶۵**	۱/۰۲**	۱۰۵/۷۵**	۲	رقم
۰/۰۳**	۰/۸۲**	۰/۲۷**	۰/۱۱*	۰/۶۳**	۲	غلظت سالیسیلیک اسید
۰/۴۵**	۱۱/۵۵**	۰/۶۵**	۰/۴۷**	۱۵/۶۷**	۲	رژیم آبیاری
۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۲ ns	۴	رقم × غلظت سالیسیلیک اسید
۰/۰۰۱ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۵ ns	۴	رقم × رژیم آبیاری
۰/۰۰۰۸ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۱ ns	۴	غلظت سالیسیلیک اسید × رژیم-آبیاری
۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۲ ns	۸	رقم × غلظت سالیسیلیک اسید × رژیم آبیاری
۰/۰۰۳	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۸	۵۲	خطای آزمایشی
۷/۹۵	۱۰/۶۶	۱۳/۳۰	۹/۴۷	۹/۱۲	-	ضریب تغییر (درصد)

ns، * و ** به ترتیب فاقد تفاوت معنی‌دار و دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

سطوح سالیسیلیک و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). در ارقام زیتون مورد

وزن تر و خشک گوشت

وزن تر و خشک گوشت میوه تحت تاثیر اثر رقم،

درصد ماده خشک کاهش یافت از طرفی تنش خشکی باعث افزایش درصد ماده خشک شد (جدول ۵).

درصد رطوبت میوه

درصد رطوبت میوه تحت تاثیر اثر رقم، سطوح سالیسیلیک و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی- دار گردید (جدول ۴). در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان درصد رطوبت میوه، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا و کمترین مقدار مربوط به رقم آمفی-سیس بود (جدول ۵). با افزایش غلظت سالیسیلیک، درصد رطوبت میوه افزایش یافت از طرفی تنش خشکی باعث کاهش درصد رطوبت میوه شد (جدول ۵).

مطالعه، از نظر میزان وزن تر و خشک گوشت، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا و کمترین مقدار مربوط به رقم آمفیسیس بود (جدول ۳). با افزایش غلظت سالیسیلیک میزان وزن تر و خشک گوشت نیز افزایش یافت. از طرفی تنش خشکی باعث کاهش صفات نامبرده گردید (جدول ۳).

درصد ماده خشک

درصد ماده خشک تحت تاثیر اثر رقم، سطوح سالیسیلیک و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی- دار گردید (جدول ۴). در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان درصد ماده خشک، بیشترین مقدار مربوط به رقم آمفیسیس و کمترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا بود (جدول ۵). با افزایش غلظت سالیسیلیک

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر رقم، غلظت سالیسیلیک اسید و رژیم آبیاری بر صفات میوه ارقام زیتون

تیمار	وزن میوه (g)	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن تر گوشت (g)	وزن خشک گوشت (g)
ارقام زیتون					
کنسروالیا	۵/۳۷ ^a	۲/۱۷ ^a	۱/۷۷ ^a	۴/۸۳ ^a	۱/۱۰ ^a
زرد	۲/۴۰ ^b	۱/۸۶ ^b	۱/۲۹ ^b	۲/۰۴ ^b	۰/۵۹ ^b
آمفیسیس	۱/۶۲ ^c	۱/۸۱ ^b	۱/۱۸ ^c	۱/۲۹ ^c	۰/۴۰ ^c
غلظت سالیسیلیک اسید					
صفر	۲/۹۶ ^b	۱/۸۷ ^b	۱/۳۱ ^b	۲/۵۳ ^b	۰/۶۶ ^b
۱/۵ میلی مولار	۳/۱۸ ^a	۱/۹۵ ^{ab}	۱/۴۲ ^a	۲/۷۷ ^a	۰/۷۱ ^a
۳ میلی مولار	۳/۲۵ ^a	۲/۰۱ ^a	۱/۵۱ ^a	۲/۸۶ ^a	۰/۷۳ ^a
رژیم‌های آبیاری					
۱۰۰ درصد	۳/۸۴ ^a	۲/۰۵ ^a	۱/۴۴ ^b	۳/۳۴ ^a	۰/۸۳ ^a
۷۵ درصد	۳/۲۱ ^b	۱/۹۸ ^a	۱/۵۵ ^a	۲/۷۸ ^b	۰/۷۱ ^b
۵۰ درصد	۲/۳۳ ^c	۱/۸۰ ^b	۱/۲۴ ^c	۲/۰۴ ^c	۰/۵۶ ^c

میانگین‌های دارای حروف مشترک دارای اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن نیستند.

نسبت وزن خشک گوشت به هسته

نسبت وزن خشک گوشت به هسته تحت تاثیر رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). از

نظر نسبت وزن خشک گوشت به هسته، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا بود و کمترین مقدار مربوط به رقم آمفیسیس بود (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات درصد ماده خشک، درصد رطوبت میوه، نسبت وزن خشک گوشت به هسته، درصد گوشت و عملکرد میوه در هکتار ارقام زیتون

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد ماده خشک	درصد رطوبت میوه	نسبت وزن خشک گوشت به هسته	درصد گوشت
تکرار	۲	۱/۰۷	۰/۴۱	۱۵۵/۸۸	۲۴۳۲۴۸۴
رقم	۲	۴۱۴/۱۸**	۱۳/۲۵**	۲۸۸۶/۶۵**	۹۲۷۲۷۹۵۶۰**
غلظت سالیسیلیک اسید	۲	۷۳۷/۶۹**	۰/۹۴ ^{ns}	۵۱۹/۵۴ ^{ns}	۱۱۵۳۵۱۹۸**
رژیم آبیاری	۲	۵۵۵/۳۱**	۲/۲۶ ^{ns}	۲۸/۰۳ ^{ns}	۱۳۵۶۷۲۷۶۵**
رقم × غلظت سالیسیلیک اسید	۴	۳/۷۴ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۱۵۱/۸۴ ^{ns}	۳۱۷۵۵۰ ^{ns}
رقم × رژیم آبیاری	۴	۳/۷۰ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۴۸۰/۱۵ ^{ns}	۲۸۶۱۴۵ ^{ns}
غلظت سالیسیلیک اسید × رژیم آبیاری	۴	۰/۹۲ ^{ns}	۱/۵۳ ^{ns}	۳۰۲/۳۹ ^{ns}	۳۵۹۱۰۱ ^{ns}
رقم × غلظت سالیسیلیک اسید × رژیم آبیاری	۸	۳/۷۵ ^{ns}	۰/۳۲ ^{ns}	۱۴۶/۹۶ ^{ns}	۳۱۷۵۵۰ ^{ns}
خطای آزمایشی	۵۲	۵/۰۵	۰/۹۱	۲۴۶/۳۵	۳۷۵۴۷۴
ضریب تغییر (درصد)	-	۶/۴۱	۲۹/۹۷	۱۹/۵۱	۴/۵۴

ns، * و ** به ترتیب فاقد تفاوت معنی دار و دارای تفاوت معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۵ - مقایسه میانگین اثر رقم، غلظت سالیسیلیک اسید و رژیم آبیاری بر صفات درصد ماده خشک، درصد رطوبت میوه، نسبت وزن خشک گوشت به هسته، درصد گوشت و عملکرد میوه در هکتار ارقام زیتون

تیمار	درصد ماده خشک	درصد رطوبت میوه	نسبت وزن خشک گوشت به هسته	درصد گوشت	عملکرد میوه در هکتار (kg.ha ⁻¹)
ارقام زیتون					
کنسروالیا	۳۱/۷۶ ^c	۶۸/۲۳ ^a	۳/۲۴ ^a	۸۷/۱۲ ^a	۲۰۱۸۱/۶۰ ^a
زرد	۳۴/۰۲ ^b	۶۵/۹۷ ^b	۲/۷۴ ^a	۸۵/۶۱ ^a	۱۱۰۸۴/۷۰ ^b
آمفی سیس	۳۹/۳۹ ^a	۶۰/۶۰ ^c	۱/۸۵ ^b	۶۸/۵۰ ^b	۹۲۳۲/۸۰ ^c
غلظت سالیسیلیک اسید					
صفر	۴۱/۰۵ ^a	۵۸/۹۴ ^c	۲/۴۸ ^a	۷۷/۴۵ ^a	۱۲۷۴۵/۱۰ ^b
۱/۵ میلی مولار	۳۲/۶۹ ^b	۶۷/۳۰ ^b	۲/۵۳ ^a	۷۸/۳۴ ^a	۱۳۸۶۳/۱۰ ^a
۳ میلی مولار	۳۱/۴۳ ^c	۶۸/۵۶ ^a	۲/۸۲ ^a	۸۵/۴۵ ^a	۱۳۸۹۰/۹۰ ^a
رژیم های آبیاری					
۱۰۰ درصد	۳۰/۲۱ ^c	۶۹/۷۸ ^a	۲/۵۳ ^{ab}	۸۱/۳۲ ^a	۱۵۷۶۶/۵۰ ^a
۷۵ درصد	۳۵/۷۷ ^b	۶۴/۲۲ ^b	۲/۳۷ ^b	۸۰/۶۰ ^a	۱۳۴۴۸/۴۰ ^b
۵۰ درصد	۳۹/۲۰ ^a	۶۰/۸۰ ^c	۲/۹۳ ^a	۷۹/۳۱ ^a	۱۱۲۸۴/۱۰ ^c

میانگین های دارای حروف مشترک دارای اختلاف آماری معنی دار بر اساس آزمون دانکن نیستند.

درصد گوشت

درصد گوشت تحت تاثیر اثر رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان درصد گوشت، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا و رقم زرد بود و کمترین مقدار مربوط به رقم آمفی‌سیس بود (جدول ۵).

عملکرد میوه در هکتار

عملکرد میوه در هکتار تحت تاثیر اثر ساده رقم، سطوح سالیسیلیک و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان عملکرد میوه در هکتار، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا و کمترین مقدار مربوط به رقم آمفی‌سیس بود (جدول ۵). با افزایش غلظت سالیسیلیک، عملکرد میوه در هکتار افزایش یافت از طرفی تنش خشکی باعث کاهش عملکرد میوه در هکتار شد (جدول ۵).

با توجه به نتایج بدست‌آمده صفات میوه اندازه‌گیری شده در سه رقم زیتون بسته به نوع رقم با همدیگر متفاوت می‌باشند. واکنش ارقام زیتون به تنش خشکی، بستگی به ویژگی‌های ژنتیکی دارد. زیتون از نظر تحمل به خشکی شناخته شده است، با این حال از نظر پاسخ به کمبود آب در بین ارقام تفاوت وجود دارد. تحت شرایط تنش، انتخاب ارقام متحمل به خشکی برای موفقیت تولید تجاری یک مزرعه بسیار با اهمیت است. بنابراین، استفاده از ارقامی که از نظر صفات عملکردی و میوه دارای صفات مرتبط با مقاومت به خشکی می‌باشند جهت تولید و فرآیند انتخاب بسیار مفید می‌باشند (بوسابالیدیس و کوفیدیس ۲۰۰۲؛ باسلور و همکاران ۲۰۰۶؛ انچه و همکاران ۲۰۰۹). در این راستا فرناندز (۱۹۹۷) گزارش کرد که عکس‌العمل ارقام زیتون به کمبود آب به مقدار زیادی به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد. همچنین گزارشات متعددی در مورد نقش ژنوتیپ و

شرایط محیطی در واکنش ارقام زیتون به تنش آبی وجود دارد (غلامی و همکاران ۲۰۱۹؛ گلدهر و همکاران ۱۹۹۳؛ ماگلیلیو و همکاران ۱۹۹۹). دو رقم زیتونی که به طور گسترده در تونس کاشته می‌شوند از نظر مقاومت در برابر تنش آب متفاوت می‌باشند به نحوی که رقم شمالی نسبت به خشکی مقاوم، در حالی که مسکی حساس به خشکی است (انچه و همکاران ۲۰۰۶، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹). ارقام گوناگون طیف وسیعی از مکانیزم مقاومت به خشکی را نشان می‌دهند این واکنش‌ها به مرحله فنولوژی آنها، شدت تنش، ژنوتیپ و دیگر عوامل محیطی بستگی دارد (پیرانتوزی و همکاران، ۲۰۱۳). ارقام مقاوم به تنش خشکی در زیتون با ویژگی‌های خاص مورفولوژیکی نظیر برگ‌های کوچک‌تر، مزوفیل ضخیم‌تر، کوتیکولی ضخیم، مخفی‌ماندن روزنه‌ها توسط تریکوم‌ها، قطر کم آوند چوبی، سیستم ریشه فشرده و نزدیک به تنه، تغییر الاستیسیته دیواره سلولی سبب کنترل تعرق و کاهش هدایت بخار آب داخلی می‌شوند (چارترولاکیس و همکاران ۱۹۹۹). علاوه بر سازگاری‌های مورفولوژیکی ارقام مقاوم درخت زیتون با کاهش پتانسیل آبی بافت‌ها سیستم گرادیانی خاص را بین برگ‌ها و ریشه‌ها به وجود می‌آورند و با تنظیم اسمزی و تجمع مواد محلول (همچون پرولین و گلاسیسین بتائین) در برگ‌ها و ریشه‌ها آب را از خاک در پتانسیلی زیر نقطه پژمردگی هم جذب می‌کنند (دیچیو و همکاران ۲۰۰۶). علاوه بر این، رقم مقاوم درخت زیتون به تنش خشکی با افزایش فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانت‌های غیرآنزیمی با شرایط خشکی مقابله می‌کند (باسلار و همکاران ۲۰۰۶). در این تحقیق نیز رقم کنسروالیا با داشتن وزن و ابعاد میوه، وزن تر و خشک گوشت، درصد رطوبت میوه، نسبت وزن خشک گوشت به هسته، درصد گوشت و عملکرد میوه در هکتار بیشتر، مقاوم‌ترین رقم عمل کرد. اصولاً

آزمایش نیز سالیسیلیک اسید سبب افزایش در وزن و ابعاد میوه، وزن تر و خشک گوشت، رطوبت میوه، نسبت وزن خشک گوشت به هسته، درصد گوشت و عملکرد میوه در هکتار در شرایط تنش خشکی گردید.

بر اساس جداول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های بدست‌آمده بین تیمارهای آبیاری از نظر صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری که تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد باعث افزایش میزان عملکرد، وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، وزن تر گوشت، وزن خشک گوشت، درصد رطوبت میوه درختان زیتون گردید. با توجه به نتایج بدست‌آمده صفات زایشی اندازه‌گیری شده در سه رقم زیتون با میزان آب آبیاری ارتباط داشته و این افزایش در میزان رشد اندام‌های مختلف به علت آب کافی جهت رشد و تقسیم سلول‌ها می‌باشد. به عبارتی گیاهانی که تحت تنش آبی قرار می‌گیرند به علت کاهش تورژسانس سلولی و عدم آب کافی جهت رشد و تقسیم سلول‌ها، میزان رشد و نمو اندام‌های مختلف در آنها کاهش می‌یابد.

در پژوهش حاضر وزن میوه و ابعاد آن تحت تاثیر تنش آبیاری قرار گرفت که در پژوهش‌های متعدد به اثبات رسیده است. معمولاً تنش خشکی و کم‌آبیاری در زیتون منجر به کاهش اندازه میوه می‌گردد. به‌طوری که راپوپرت و کاستاگلی (۲۰۰۴) نشان دادند اعمال تنش بین چهار تا نه هفته بعد از مرحله تمام گل در زیتون رقم لچینو منجر به کاهش وزن میوه، حجم میوه و تعداد سلول شد. برینگور و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی اثرات آبیاری در رقم آرکین، با اعمال هفت تیمار آبیاری ۱۵، ۲۵، ۴۰، ۵۷، ۷۱، ۸۹ و ۱۰۷ درصد تبخیر و تعرق، در طول فصل رشد، مشاهده کردند که با افزایش میزان آب آبیاری، اندازه میوه و وزن میوه به طور خطی افزایش یافتند. پژوهشی به منظور مطالعه واکنش ارقام بومی و خارجی زیتون به نام‌های شتویی، شمالی، کوراتینا، پیکوال و مانزانیا در شرایط آب و

ژنوتیپ‌های مقاوم زیتون بومی مناطق خشک هستند. اسید سالیسیلیک یا اورتویدروکسی بنزوئیک اسید، یک تنظیم‌کننده رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژی گیاه نقش دارد. القای گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تاثیر در باز و بسته‌شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم اسید سالیسیلیک به شمار می‌روند (راشکین ۱۹۹۲). اسید سالیسیلیک در گیاهانی که تحت تنش هستند نقش حفاظتی دارد. این ترکیب سبب افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی مختلف در گیاهان از جمله تنش خشکی در زیتون شده است. در پژوهشی که به‌منظور بررسی نقش سالیسیلیک اسید بر تحمل تنش خشکی در زیتون انجام گرفت، نتایج نشان داد که کاربرد این هورمون به عنوان سیگنال گیاهی سبب بهبود فتوسنتز در گیاه شده و قدرت تحمل تنش در گیاه زیتون را بالا می‌برد. همچنین بریتو و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی نقش کائولین و اسید سالیسیلیک بر تحمل شرایط بی‌آبی در زیتون گزارش کردند که با کاربرد اسید سالیسیلیک و کائولین میزان عملکرد به ترتیب ۷۲ و ۹۷ درصد نسبت به عدم کاربرد آنها افزایش یافت. کاربرد این تیمارها تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی روغن نداشت. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر رقم کردستان توت‌فرنگی در شرایط تنش خشکی سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ، کربوهیدرات‌های محلول کل و پرولین شد (نورمحمدی و همکاران ۲۰۱۱). برخی محققین علت تاثیر مثبت سالیسیلیک اسید را بر شاخص‌های رشد، بهبود فتوسنتز و بالابردن میزان محتوای نسبی و پتانسیل آب می‌دانند (سینگ و یوشا ۲۰۰۳). برخی محققین نیز باور دارند که سالیسیلیک اسید از طریق جلوگیری از اثر منفی تنش اکسیداتیو در غشا و افزایش فتوسنتز و جلوگیری از تجزیه کلروفیل، جلوگیری از تخریب اکسین و افزایش پرولین و کاهش اکسایش پروتئین‌ها و آنزیم‌ها باعث پایداری غشا و ایجاد تحمل به شرایط تنش می‌شود (نظار و همکاران ۲۰۱۵). در این

ماهیت آنزیم روبیسکو ایجاب می‌کند که در شرایط تنش خشکی به دلیل افزایش تنفس نوری از میزان اسیمیلسیون کربن‌دی‌اکسید کاسته شود (تایز و زایگر ۲۰۰۶). خشکی شدید سبب آسیب به آنزیم روبیسکو و از هم‌پاشیدن رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود (باسلار و همکاران ۲۰۰۶). از طرف دیگر خشکی سبب کاهش پتانسیل آب خاک شده و انتشار عناصر غذایی را بین محیط خاک و سطح ریشه کند می‌سازد و میزان مواد غذایی را با معدنی‌کردن آن‌ها کم می‌کند (فاروق و همکاران ۲۰۰۹). خشکی میزان پروتئین‌های جذب‌کننده مواد غذایی را در ریشه کم می‌کند و به فعالیت آنزیم‌های درگیر در اسیمیلسیون مواد غذایی آسیب وارد می‌کند (راموس و همکاران ۲۰۱۸).

افزایش درصد ماده خشک در تیمارهای تنش خشکی در مقایسه با آبیاری کامل نیز می‌تواند به محتوای آب در سلول‌ها ارتباط داشته باشد (سופا و همکاران ۲۰۰۸). گیاهان مختلف مکانیسم‌های متفاوتی مانند تغییر در محتوای ترکیبات فیتوشیمیایی درون سلول‌ها را برای ایجاد مقاومت به خشکی دارند (بوقلب و محمدی ۲۰۱۱). بین سه رقم مورد بررسی از لحاظ ویژگی‌های میوه و هسته اختلاف معنی‌داری وجود دارد که این موضوع سبب واکنش متفاوت این ارقام به تیمارهای آبیاری شده است.

نتایج این پژوهش با نتایج روزکارنس و همکاران (۲۰۱۵) در مورد افزایش عملکرد میوه و درصد رطوبت میوه در اثر افزایش میزان آب آبیاری، با نتایج برینگور و همکاران (۲۰۰۲)، مزگانی و همکاران (۲۰۱۲) در مورد افزایش ابعاد میوه و وزن آن با افزایش میزان آب آبیاری مطابقت دارد.

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که ارقام زیتون مورد آزمایش واکنش‌های متفاوتی نسبت به تیمارهای سالیسیلیک اسید و آبیاری داشتند. از آنجایی که هدف از این تحقیق بررسی اثرات سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و آبیاری روی سه رقم زیتون و

هوایی تونس تحت تاثیر تنش خشکی شامل مقادیر ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق بودند که طی دو سال زراعی مورد مطالعه قرار گرفت که در این پژوهش پارامترهایی مانند تشکیل میوه، عملکرد، ویژگی‌های میوه و نیز کارایی مصرف آب (نسبت عملکرد به مقدار آب) برای دو فصل پیاپی تعیین گردید. رژیم‌های آبیاری به طور قابل‌توجهی روی تشکیل میوه و ویژگی‌های ظاهری میوه (طول، قطر و وزن میوه) اثر گذاشتند (مزگانی و همکاران ۲۰۱۲).

در پژوهش حاضر میوه و ابعاد آن علاوه بر رقم، تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفتند که در آزمایش‌های قبلی نیز این موضوع به اثبات رسیده است. در آزمایش روی رقم زیتون چملیک مشخص شد تاثیر تیمارهای آبیاری ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با تیمار بدون آبیاری (دیم) بر صفات وزن میوه، قطر میوه، نسبت گوشت به هسته معنی‌دار بود. به‌طوری که در شرایط آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نسبت به دیم افزایش معنی‌دار داشتند و از طرفی بین تیمارهای ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد نیز تفاوت معنی‌دار بود (توپلو و همکاران ۲۰۰۹).

کاهش ابعاد، وزن، رطوبت و عملکرد میوه زیتون در پی تنش خشکی در این آزمایش به دلیل کاهش رشد بوده است. به طور کلی کمبود آب اثری منفی بر عملکرد، وزن خشک گوشت و میزان روغن دارد ولی بلوغ میوه را تسریع می‌کند (بارتولینی و همکاران ۲۰۱۴). با ایجاد تنش خشکی محتوای آب گیاه کم می‌شود فشار تورژسانس از روی دیواره سلولی برداشته می‌شود و کاهش تقسیم و بزرگ‌شدن سلول روی می‌دهد و همین مسئله منطقه فعال فتوسنتزی را محدود می‌سازد و سبب کاهش فتوسنتز کل کنوپی می‌گردد (تایز و زایگر ۲۰۰۶). طی تنش خشکی منافذ روزنه‌ای کاهش می‌یابند و فشردگی مزوفیلی بالا می‌رود که این عوامل تامین دی‌اکسیدکربن را برای مکان‌های اسیمیلسیون کربن محدود می‌کند (توماس و همکاران ۲۰۱۳). از طرفی

منظور تعدیل تنش خشکی در ارقام زیتون از اسید سالیسیلیک با غلظت ۳ میلی‌مولار استفاده گردد.

سپاسگزاری

این پژوهش حاصل نتایج پروژه تحقیقاتی بررسی اثر سالیسیلیک اسید و تنش آبی بر ویژگی‌های رویشی، پومولوژیکی و عملکرد برخی ارقام زیتون به شماره مصوب ۲۵۱-۹۷۰۲۶-۰۳۳-۵۵-۲ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می‌باشد. بدین وسیله از همکاران ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو به‌ویژه آقایان مهندس ترابی و پیرمرادی به خاطر کمک در انجام آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

معرفی متحمل‌ترین آنها و یافتن ارقام دارای پتانسیل بالاتر از نظر رشد زایشی بود، نتایج بدست‌آمده نشان داد که رقم کنسروالیا از نظر میزان عملکرد و صفات میوه وضعیت مناسب‌تری داشت. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که تحت تنش خشکی پارامترهای عملکردی ارقام زیتون کاهش یافت در حالی که این پارامترها در ارقام تیمار شده با اسید سالیسیلیک نسبت به ارقام تیمار نشده در شرایط تنش کم‌آبی از مقادیر بالاتری برخوردار بودند. همچنین مشخص شد که در ارقام تحت تنش آبیاری تیمار ۳ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک سبب بهبود و افزایش پارامترهای عملکردی در طی تنش خشکی گردید، لذا پیشنهاد می‌گردد که به

منابع مورداستفاده

- Bacelar EA, Santos DL, Moutinho-Pereira JM, Goncalves BC, Ferreira HF and Correia CM. 2006. Immediate responses and adaptative strategies of three olive cultivars under contrasting water availability regimes: Changes on structure and chemical composition of foliage and oxidative damage. *Plant Science*, 170: 596-605.
- Bartolini S, Leccese A and Andreini L. 2014. Influence of canopy fruit location on morphological, histochemical and biochemical changes in two oil olive cultivars. *Plant Biosystem*, 148: 1221-1230.
- Berenguer MJ, Gratten S, Connel J, Polito V and Vossen P. 2002. Optimizing olive oil production and quality through irrigation management, University of California Cooperative Extension and UC Davis. cesonoma.ucdavis.edu/files/51774-pdf.
- Bosabalidis AM and Kofidis G. 2002. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Science*, 163: 375-379.
- Boughalleb F and Mhamdi, M. 2011. Possible involvement of proline and the antioxidant defense systems in drought tolerance of three olive cultivars grown under increasing water deficit regimes. *Agricultural Journal*, 6(6): 371-391.
- Brito C, Dinis LT, Meijon M, Ferreira H, Pinto G, Moutinho-Pereira J and Correia, C. 2018. Salicylic acid modulates olive tree physiological and growth responses to drought and rewatering events in a dose dependent manner. *Journal of Plant Physiology*, 230: 21-32.
- Chartzoulakis K, Patakas A and Bosabalidis AM. 1999. Changes in water relations, photosynthesis and leaf anatomy induced by intermittent drought in two olive cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 42: 113-120.
- Dichio B, Xiloyannis C, Sofò A and Montanaro G. 2006. Osmotic regulation in leaves and roots of olive trees during a water deficit and rewatering. *Tree Physiology*, 26: 179-185
- Ennajeh M, Tounekti T, Vadel AM, Khemira, H and Cochard, H. 2008. Water relations and drought-induced embolism in two olive (*Olea europaea* L.) varieties Meski and Chemlali under severe drought conditions. *Tree Physiology*, 28: 971-976.
- Ennajeh M, Vadel, AM and Khemira, H. 2009. Osmoregulation and osmoprotection in the leaf cells of two olive cultivars subjected to severe water deficit. *Acta Physiologia Plantarum*, 31: 711-721.

- Ennajeh M, Vadel AM, Khemira H, Benmimoun M and Hellali R. 2006. Defense mechanisms against water deficit in two olive (*Olea europaea* L.) cultivars Meski and Chemlali. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81: 99-104.
- FAO. 2008. <http://www.fao.org/nr/water/ETo.html>. Accessed 27 November, 2017.
- Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D and Basra SMA. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 185–212.
- Fernandez JE, Moreno F, Giron IF and Blazquez OM. 1997. Control of water consumption by the olive tree. *Acta Horticulturae*, 449: 83-89.
- Gholami R and Zahedi SM. 2019. Identifying superior drought-tolerant olive genotypes and their biochemical and some physiological responses to various irrigation levels. *Journal of Plant Nutrition*, 42 (17): 2057-2069.
- Gholami R and Zahedi SM. 2020. Effects of Deficit Irrigation and Mulching on Morpho-physiological and Biochemical Characteristics of Konservolia Olives. *Gesunde Pflanzen*, 72(1): 49-55.
- Goldhamer DA, Dunai J and Ferguson LF. 1993. Water use requirements of Manzanillo olives response to sustained deficit irrigation. *Acta Horticulturae*, 335: 365-371.
- Horvath E, Szalai G and Janda T. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26: 290-300.
- I.O.O.C. 2002. Methodology for the secondary characterization (agronomic, phenological, pomological and oil quality) of olive varieties held in collection. Project on conservation, characterization, collection of Genetic Resources in olive. International Olive Oil Council, 23p.
- Khan MIR, Fatma M, Per TS, Anjum NA and Khan NA. 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in Plant Science*, 462: 1-17.
- Magliulo VD, Adria R, Morelli G and Fragnito F. 1999. Growth traits of five olive cultivars, grown under different irrigation regimes. *Acta Horticulturae*, 474: 395-398.
- Mezghani MA, Charfi CM, Gouiaa M and Labidi F. 2012. Vegetative and reproductive behavior of some olive tree varieties (*Olea europaea* L.) under deficit irrigation regimes in semi-arid conditions of Central Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 146: 143-152.
- Motilva MJ, Tovar MJ, Romero MP, Alegre S and Girona J. 2000. Influence of regulated deficit irrigation strategies applied to olive trees (*Arbequina* cultivar) on oil yield and oil composition during the fruit ripening period. *Journal of Agricultural and food Chemistry*. 80(14): 2037-2043.
- Nazar R, Umar S, Khan NA and Sareer O. 2015. Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. *South African Journal of Botany*, 98: 84–94.
- Normohamadi S. 2011. Effect of salicylic acid application on some physiological traits of strawberry under drought stress. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Kordestan University, Kordestan, Iran. (In Persian).
- Pierantozzi P, Torres M, Bodoira R and Maestr D. 2013. Water relations, biochemical - physiological and yield responses of olive trees *Olea europaea* L. cvs. Arbequina and Manzanilla under drought stress during the preflowering and flowering period. *Agricultural Water Management*, 125: 13–25.
- Ramos A, Rapoport HF, Cabello D and Rallo L. 2018. Chilling accumulation, dormancy release temperature, and the role of leaves in olive reproductive budburst: Evaluation using shoot explants. *Scientia Horticulturae*, 231: 241–252.
- Rapoport HF and Costagli G. 2004. The effect of water deficit during early fruit development on olive fruit morphogenesis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(1): 121-127.

- Raskin I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Journal of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43: 439-463.
- Rosecrance RC, Krueger WH, Milliron L, Bloese J, Garcia C and Mori B. 2015. Moderate regulated deficit irrigation can increase olive oil yields and decrease tree growth in super high density Arbequina olive orchards. *Scientia Horticulturae*, 190: 75-82.
- Sofo A, Manfreda S, Fiorentino M, Dichio B and Xiloyannis C. 2008. The olive tree: A paradigm for drought tolerance in Mediterranean climates. *Hydrology and Earth System Sciences*, 12: 293-301.
- Singh B and Usha K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regulation*, 39(2): 37-141.
- Taiz L, Zeiger E. 2006. *Plant Physiology*, 4th ed.; Sinauer Associates, Inc.: Sunderland, MA, USA.
- Tomas M, Flexas J, Copolovici L, Galmes J, Hallik L, Medrano H, Ribas-Carbo M, Tosens T, Vislap V and Niinemets U. 2013. Importance of leaf anatomy in determining mesophyll diffusion conductance to CO₂ across species: Quantitative limitations and scaling up by models. *Journal of Experimental Botany*, 64: 2269–2281.
- Toplu C, Onder D, Onder S and Yildiz E. 2009. Determination of fruit and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L. cv. *Gemlik*) in different irrigation and fertilization regimes. *African Journal of Agricultural Research*, 4(7): 649-658.