

Effects of Regulated Deficit Irrigation Regime on Vegetative and Pomological Characteristics and Yield of Table Olive *Konservolia* Cultivar in Field Condition

Rahmatollah Gholami^{1*}, Aboalmahsan Hadjiamiri² and Marzban Najafi³

- 1- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran (gholami.rahmat@yahoo.com)
- 2- Instructor, Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran
- 3- Expert, Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran

Received: 1 August, 2017

Accepted: 25 April, 2018

Abstract

Background and Objectives

Olive (*Olea europaea* L.) is one of the every green trees that tolerance to Drought. Olive is an economically important species of the Mediterranean area, so understanding the mechanisms by which olive plants face drought stress under environmental conditions is essential for the improvement of olive yield and oil quality. Olive (*Olea europaea* L.) is one of the fruit trees which become important in the Iranian fruit industry at the near future. It seems that olive tree has potential for resistance to drought conditions of semi-arid regions of Iran. There is a high production potential for olive tree in many regions of Iran. Regulated deficit irrigation is an optimizing strategy under which crops are allowed to sustain some degree of water deficit and yield reduction. During regulated deficit irrigation the crop is exposed to certain level of water stress either during a particular period or throughout the growing season. The main objective deficit irrigation of is to increase water use efficiency (WUE) of the crop by eliminating irrigations that have little impact on yield, and to improve control of vegetative growth (improve fruit size and quality). The resulting yield reduction may be small compared with the benefits gained through diverting the saved water to irrigate other crops for which water would normally be insufficient under conventional irrigation practices. This study was aimed to investigate the effect of regulated deficit irrigation regime on vegetative and pomological characteristics and yield of table olive *konservolia* cultivar in field condition.

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 581m) located in Kermanshah province. An experiment was used based on a randomized complete block design with three replications. Adult table olive *Konservolia* cultivar was used. Each experiment unit consists of Three trees. Vegetative and reproductive traits were evaluated according to I.O.O.C. descriptors. Six irrigation regimes including of full irrigation (as control), regulated deficit irrigation (100% of full irrigation during growing season plus 25% irrigation during pit hardening, regulated deficit irrigation (100% of full irrigation during growing season plus 75% irrigation from



Start pit hardening to harvesting), irrigation in three stage (before flowering, pit hardening and before Harvesting , 60% of full irrigation (continuous deficit irrigation) and no irrigation (Rainfed). To elevate the effect of irrigation regimes, some growth vegetative traits measured at the end of growth season including current-season shoot growth and current-season shoot diameter as well as some fruit traits including fruit and oil yield, fruit weight, fruit length and diameter, pulp fresh and dry weight, fruit moisture percent, pulp percent were measured. Collected data were analyzed with SAS program.

Results

Obtained results showed that the highest fruit yield, oil yield, fruit weight, fruit diameter, pulp fresh and dry weight, pulp percent were observed at full irrigation and regulated deficit irrigation (100% of full irrigation during growing season plus 25% irrigation during pit hardening, but the lowest one found at Rainfed. There was no significant difference between deficit irrigation in three stage and 60% of full irrigation (continuous deficit irrigation) in fruit yield, oil yield, fruit weight, fruit diameter, pulp fresh and dry weight. The water use efficiency of fruit yield of T₄ and T₂ was higher than 100ETc and other treatments. Overall, the results showed that RDI during fruit pit hardening could increased water use efficiency, whitout reduce fruit yield, oil yield, fruit weight, fruit diameter and pulp fresh and dry weight.

Discussion

In the arid and semi arid as well as sub-tropical regions, water shortage is a normal phenomenon and seriously limits the agricultural potential. Therefore, under irrigation or rain-fed conditions, it is important for the available water to be used in the most efficient way. Regulated deficit irrigation is an optimizing strategy under which crops are allowed to sustain some degree of water deficit and yield reduction. During regulated deficit irrigation the crop is exposed to certain level of water stress either during a particular period or throughout the growing season. The main objective deficit irrigation of is to increase water use efficiency (WUE) of the crop by eliminating irrigations that have little impact on yield, and to improve control of vegetative growth (improve fruit size and quality). According to the results of this research, it can be concluded that that RDI during fruit pit hardening could increased water use efficiency, whitout reduce fruit yield, oil yield, fruit weight, fruit diameter, pulp fresh and dry weight.

Keywords: Deficit irrigation, Reproductive characteristics, Yield

اثر رژیم‌های آبیاری تنظیم‌شده بر ویژگی‌های رویشی، پومولوژیکی و عملکردی زیتون کنسروالیا در شرایط مزرعه

رحمت‌اله غلامی^{۱*}، ابوالحسن حاجی امیری^۲ و مرزبان نجفی^۳

۱- *نویسنده مسئول: استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. (gholami.rahmat@yahoo.com)

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

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

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۰

چکیده

این پژوهش به منظور شناخت مراحل حساس رشدی زیتون در برابر تنش خشکی و ارزیابی اثر تنش کم‌آبی بر ویژگی‌های درخت زیتون رقم کنسروالیا در شرایط مزرعه در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اجرا گردید. درختان ۱۶ ساله زیتون رقم کنسروالیا تحت شش رژیم آبیاری قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به انجام رسید. تیمارها شامل: آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی درختان (شاهد)، آبیاری ۲۵ درصد در طول مدت سخت شدن هسته و ۱۰۰ درصد در سایر مراحل رشد میوه، آبیاری به میزان ۷۵ درصد از سخت شدن هسته تا برداشت محصول و ۱۰۰ درصد در سایر مراحل رشد میوه، آبیاری فقط در سه مرحله قبل گل‌دهی، شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول، آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون طی کل فصل و شرایط دیم، بودند. پس از انجام تیمارها خصوصیات رویشی از جمله رشد و قطر شاخه سال جاری، خصوصیات میوه مانند وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، وزن تر و خشک گوشت، درصد ماده خشک، درصد رطوبت میوه، درصد گوشت و نیز عملکرد و کارآیی مصرف آب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که آبیاری به میزان ۲۵ درصد در طول مدت سخت شدن هسته باعث افزایش عملکرد میوه و روغن، ابعاد میوه و درصد گوشت شد و آبیاری در سه مرحله رشدی میوه و تیمار ۶۰ درصد آبیاری از نظر ابعاد میوه، وزن تر گوشت، عملکرد میوه و روغن در هکتار برابر بودند. بازده مصرف آب در تیمار آبیاری در سه مرحله رشدی میوه و نیز کسر آبیاری در طول مدت سخت شدن هسته بالاتر از آبیاری کامل و دیگر تیمارها بود به طوری که میزان آن به ترتیب ۱۴/۳۰ و ۴/۲۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود. به طور کلی نتایج نشان داد که کم آبیاری در مرحله سخت شدن هسته بدون تاثیر منفی بر عملکرد کل، سبب افزایش کارایی مصرف آب در زیتون رقم کنسروالیا می‌شود.

کلیدواژه‌ها: خصوصیات زایشی میوه، کم‌آبیاری تنظیم‌شده، عملکرد

مقدمه

دهه گذشته توسعه کشت زیتون در مناطق مختلف ایران آغاز شده است. خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده می‌باشد که هر ساله خسارت‌های زیادی به محصولات کشاورزی در جهان و به ویژه در ایران که

زیتون (*Olea europaea* L.) یکی از درختان مهم میوه در مناطق گرمسیری بوده که میوه آن به خاطر تهیه روغن و نیز کنسرو مورد توجه اکثر کشورها است. از دو

به‌عنوان کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد، وارد می‌نماید (Arzani and Arji, 2000). از طرفی درک بهتر اثرات تنش خشکی بر ژنوتیپ‌ای برتر زیتون جهت بهبود شیوه‌های مدیریت باغات در شرایط آب و هوایی مختلف ضروری می‌باشد (Gholami and Gholami, 2019). یکی از تکنیک‌های موثر مقابله با خشکی، اعمال شیوه‌های صحیح آبیاری و کنترل و برنامه ریزی آب موجود است که تحت عنوان کم آبیاری تنظیم شده شناخته می‌شود (Jafari and Mahlooji, 2005). کم آبیاری تنظیم شده یکی از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب در باغات می‌باشد که معمولاً عملکرد محصول را کاهش داده، ولی در مصرف آب صرفه جویی می‌شود (Kheirabi et al., 1996). کم آبیاری تنظیم شده به معنی استفاده از مقدار آب کم‌تر نسبت به مقداری که برای تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی لازم است، در طول دوره‌های مشخصی از رشد میوه که تولید و کیفیت محصول کمتر تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد، می‌باشد (Ruiz-Sanchez et al., 2010).

لذا تعیین مراحل غیرحساس رشدی میوه به کمبود آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از کم آبیاری تنظیم شده استراتژی‌های مناسب برای کاهش مصرف آب در درختان میوه است که کاربرد آن در مناطق خشک از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (Costa et al., 2009). در واقع، استراتژی کم آبیاری یک راه حل مناسب در باغبانی بوده تا کارآیی مصرف آب را بهبود بخشد. مصرف زیاد آب آبیاری باعث می‌شود که مزیت استفاده از این تکنیک، از میان رفته و باعث افزایش هزینه آب مصرفی، تسریع رشد رویشی، افزایش هزینه‌های مربوط به هرس و نگهداری باغ گردد (Berenguer et al., 2002).

پژوهشی توسط D' Andria et al (2000) روی تأثیر تیمارهای آبیاری بر میزان محصول و کیفیت روغن درختان زیتون انجام گرفت. نتایج نشان داد که افزایش میانگین وزن میوه و تعداد میوه در هر درخت در ارتباط با افزایش میزان آب آبیاری بود. در این رابطه گزارش شده

است که، روش کم آبیاری تنظیم شده در شرایط محدودیت آب سب کاهش رشد رویشی، ایجاد تاج مناسب و کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری باغ (Costa et al., 2009; Moriana et al., 2012) بهبود ویژگی‌های میوه و درآمد اقتصادی در مقایسه با حداکثر تولید بر اساس میزان تولید بر واحد آب مصرفی گردد (Dell'Amico et al., 2012; Chai et al., 2015; Tognetti et al., 2006).

با توجه به کمبود آب در کشور به خصوص در مناطق گرم و خشک، هدف از این پژوهش بررسی واکنش رویشی و زایشی زیتون کنسروی رقم کنسروالیا به شش رژیم آبیاری در شرایط دیم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و شش رژیم‌های آبیاری در سال زراعی ۹۵-۹۴ در ایستگاه تحقیقات زیتون در دالاهو، استان کرمانشاه انجام شد. مواد آزمایشی این پژوهش درختان ۱۶ ساله زیتون کنسروالیا بودند. شش تیمار آبیاری شامل ۱- آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون در طول فصل (شاهد)، ۲- تأمین آبیاری به میزان ۲۵ درصد در طول مدت سخت شدن هسته و ۱۰۰ درصد در سایر مراحل رشد میوه، ۳- تأمین آبیاری به میزان ۵۰ درصد از سخت شدن هسته تا برداشت محصول و ۱۰۰ درصد در سایر مراحل رشد میوه، ۴- آبیاری فقط در سه مرحله حساس قبل از گل‌دهی، در شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول به منظور تهیه کنسرو، ۵- آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون طی کل فصل و ۶- شرایط دیم (جدول ۱)، با سیستم آبیاری قطره‌ای بر روی درختان ۱۶ ساله زیتون رقم کنسروالیا اعمال گردید. فاصله درختان ۶ × ۶ متر بود و برای هر واحد آزمایشی سه درخت انتخاب شد. با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی ایستگاه سینوپتیک سرپل ذهاب و با استفاده از معادله پنمن مانیتث (نرم افزار ETo calculator)، تبخیر و تعرق بالقوه و نیاز آبی درختان از اوایل اردیبهشت ماه زمان توقف

بارندگی تا اواسط شهریورماه زمان برداشت میوه جهت کنسرو محاسبه گردید (جدول ۲). مراحل فنولوژی گل و میوه زیتون کنسروالیا در جدول ۳ آورده شده است. آبیاری هر سه روز یکبار بر اساس اندازه گیری تبخیر و تعرق روزانه و حجم آب مورد نیاز با در نظر گرفتن ضرایب گیاهی زیتون (FAO, 2008) و به روش آبیاری قطره‌ای انجام گرفت. بر روی ردیف‌های کاشت برای احتساب آب مصرف شده یک کنتور قرار گرفت. تمام عملیات نگهداری و مراقبت از درختان بر اساس عرف منطقه به صورت یکسان انجام شد.

جدول ۱- شرح تیمارهای آزمایشی
Table 1. Description of experimental treatments

تیمار	شرح تیمار
Treatment	Description of treatment
T ₁	۱۰۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون در طول فصل رشد (شاهد)
Full irrigation (control)	
T ₂	تأمین آبیاری به میزان ۲۵ درصد در طول مدت سخت شدن هسته و ۱۰۰ درصد در سایر مراحل رشد میوه
Regulated deficit irrigation (100% of full irrigation during growing season plus 25% irrigation during pit hardening)	
T ₃	تأمین آبیاری به میزان ۷۵ درصد از سخت شدن هسته تا برداشت محصول و ۱۰۰ درصد در سایر مراحل رشد میوه
Regulated deficit irrigation (100% of full irrigation during growing season plus 75% irrigation from start pit hardening to harvesting)	
T ₄	آبیاری در سه مرحله قبل از گل دهی، در شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول
Irrigation in Three stage (before flowering, pit hardening and before Harvesting)	
T ₅	آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی درختان زیتون
60% of full irrigation (continuous deficit irrigation)	
T ₆	شرایط دیم
No irrigation (Rainfed)	

جدول ۲- برآورد حجم آب آبیاری مورد نیاز بر اساس تبخیر و تعرق در سال ۱۳۹۴
Table 2. Estimated irrigation volume based on crop evapotranspiration in 2015

ماه	تبخیر و تعرق (میلی‌متر)	نیاز آبی ماهیانه (لیتر در درخت)	نیاز آبی ماهیانه (متر مکعب در هکتار)
Month	Evapotranspiration (mm)	Month irrigation requirment (Liter/tree)	Month irrigation requirment (M ³ /ha)
اردیبهشت	185.80	3145.90	873.80
May			
خرداد	225.60	4207.70	1168.80
June			
تیر	237.10	4650.50	1291.80
July			
مرداد	249.70	4897.60	1360.40
August			
۲۰ شهریور	129.40	2530.05	702.77
20 September			
کل	1027.60	19431.80	5397.57
Total			

جدول ۳- مراحل فنولوژی گل و میوه زیتون کنسروالیا
Table 3. Flowering and fruit Phenological stages of Konservolia olive

تاریخ برداشت محصول Time of harvesting	طول مدت سخت شدن هسته (روز) Time of pit hardening (days)	تاریخ سخت شدن کامل هسته End pit hardening	تاریخ شروع سخت شدن هسته Start pit hardening	تاریخ شروع گل‌دهی Start of flowering
20.6.94	27	29.3.94	3.3.94	3.2.94
13.9.2015	27	19.6.2015	24.5.2015	23.4.2015

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 (Naor, 2006). نتایج پژوهش Perez-Lopez *et al.* (2007) نشان داد تأثیر کم آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) در درختان زیتون رقم کورنیکابرا باعث کاهش میزان رشد بر اساس میزان شدت کم آبیاری گردید. نتایج حاصله در این پژوهش حاکی از تأثیر شدت کم آبیاری بر کاهش رشد داشت. در تحقیقی که Mezghani *et al.* (2012) به منظور مطالعه واکنش برخی ارقام زیتون در شرایط آب و هوایی تونس تحت تأثیر تنش خشکی شامل مقادیر ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق بودند، انجام گرفت. در این تحقیق پارامترهای رشدی مانند طول و قطر شاخه تعیین گردید. رژیم‌های آبیاری به‌طور قابل توجهی روی قطر و طول شاخه اثر گذاشت. نتایج پژوهش حاضر با نتایج Rosecrance *et al.* (2015) در مورد کاهش طول و قطر شاخه در اثر تنش کم آبیاری در درختان زیتون مطابقت دارد.

ویژگی‌های میوه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد ابعاد میوه تحت تیمارهای مختلف آبیاری در سطح احتمال آماری پنج درصد معنی دار بود. بیشترین وزن و قطر میوه در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد و کم آبیاری T₂ مشاهده شد. کمترین ابعاد میوه در شرایط دیم مشاهده گردید. بیشترین وزن تر و خشک گوشت در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری و کم آبیاری T₂ مشاهده شد و کمترین مقدار مربوط به تیمار دیم بود (جدول ۵).

صفات رویشی و زایشی (I.O.O.C., 2002a) با استفاده از شاخص‌های ارزیابی و تمایز زیتون بعد از پایان تنش کم آبی اندازه‌گیری شد. طول و قطر میوه‌ها برای حداقل ۴۰ میوه در هر واحد آزمایشی استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. سپس گوشت از هسته جدا گردید و توزین شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک و درصد ماده خشک، نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون قرار گرفتند. درصد روغن با استفاده از سوکسله استخراج و اندازه‌گیری شد (I.O.O.C., 2002b). میوه‌های برداشت‌شده از هر درخت برای تعیین مقدار عملکرد میوه در هر درخت استفاده شد.

تجزیه آماری داده‌ها به روش مدل خطی عمومی (GLM) به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱ کارولینای شمالی) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

رشد و قطر شاخه سال جاری

نتایج مقایسه میانگین صفت رشد و قطر شاخه نشان داد بین تیمارهای آبیاری از نظر صفات رویشی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد باعث افزایش رشد و قطر شاخه سال جاری گردید و شرایط دیم باعث کاهش رشد و قطر شاخه سال جاری گردید (جدول ۴).

با توجه به نتایج به‌دست آمده از جداول مربوطه صفات رویشی اندازه‌گیری‌شده 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

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر رشد و قطر شاخه جاری، وزن میوه، طول و قطر میوه

Table 4. Mean comparison effect of different irrigation regimes on Shoot and current season growth, fruit weight and fruit length and Diameter

قطر میوه (گرم)	طول میوه (گرم)	وزن میوه (گرم)	قطر سال جاری (سانتی‌متر)	رشد سال جاری (سانتی‌متر)	رژیم آبیاری Irrigation regimes (% of ETC)
Fruit Diameter (g)	Fruit Length (g)	Fruit Weight (g)	Current season diameter (cm)	Current season growth (cm)	
2.15 ^a	2.59 ^a	7.42 ^a	0.47 ^a	25.93 ^a	T ₁
2.06 ^a	2.36 ^b	7.30 ^a	0.45 ^{ab}	17.75 ^c	T ₂
1.91 ^b	2.32 ^{bc}	4.88 ^b	0.40 ^{abc}	21.14 ^b	T ₃
1.62 ^c	2.21 ^c	2.72 ^c	0.34 ^{cd}	12.67 ^d	T ₄
1.72 ^c	2.22 ^{bc}	3.23 ^c	0.37 ^{bcd}	17.10 ^c	T ₅
1.33 ^d	1.81 ^d	1.26 ^d	0.29 ^d	9.00 ^e	T ₆

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر صفت، در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

Means with the same letter in traits are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5%.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر وزن تر و خشک گوشت، درصد گوشت، درصد ماده خشک گوشت و درصد رطوبت میوه

Table 5. Mean comparison effect of different irrigation on pulp fresh and dry weight, Pulp percent, Mass percent and fruit moisture percent

رطوبت میوه (درصد)	درصد ماده خشک	درصد گوشت	وزن خشک گوشت (گرم)	وزن تر گوشت (گرم)	رژیم آبیاری Irrigation regimes (% of ETC)
Fruit moisture (%)	Dry matter (%)	Pulp (%)	Pulp dry weight (g)	Pulp fresh weight (g)	
68.01 ^a	31.99 ^d	87.07 ^{ab}	1.57 ^a	6.55 ^a	T ₁
66.46 ^{ab}	33.53 ^{cd}	89.62 ^a	1.42 ^a	6.46 ^a	T ₂
63.46 ^{bc}	36.53 ^{bc}	83.70 ^{ab}	0.97 ^b	4.11 ^b	T ₃
61.55 ^c	38.44 ^b	72.75 ^c	0.79 ^b	1.98 ^c	T ₄
63.33 ^c	36.67 ^b	79.55 ^{bc}	0.84 ^b	2.57 ^c	T ₅
58.40 ^d	41.60 ^a	49.36 ^d	0.49 ^c	0.64 ^d	T ₆

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر صفت، در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

Means with the same letter in traits are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5%.

گردید.

در پژوهش حاضر وزن میوه و ابعاد آن تحت تأثیر تنش کم آبیاری قرار گرفت که در پژوهش‌های متعدد به اثبات رسیده است. معمولاً تنش خشکی شدید در زیتون منجر به کاهش اندازه میوه می‌گردد. به طوری که (Rapoport and Costagli, 2004) نشان دادند اعمال تنش بین چهار تا نه هفته بعد از مرحله تمام گل در زیتون رقم لیچینو منجر به کاهش وزن میوه، حجم میوه و تعداد سلول شد.

نتایج Li *et al.* (1989) نشان داد که تنش آبی در مرحله اول رشد میوه در درختان هلو باعث افزایش اندازه میوه می‌گردد. بر اساس نظر (Chalmers *et al.*, 1986)

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد درصد گوشت، درصد ماده خشک، درصد رطوبت میوه تحت تأثیر تیمار آبیاری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بین رژیم‌های آبیاری، بیشترین درصد گوشت مربوط به تیمار کم آبیاری T₂ و بعد از آن شاهد بود و کمترین مقدار مربوط به شرایط دیم بود. از نظر مقدار درصد ماده خشک بیشترین مقدار در شرایط دیم مشاهده گردید و کمترین مقدار در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد که بیشترین درصد رطوبت میوه در تیمار شاهد و تیمار کم آبیاری T₂ مشاهده شد و کمترین مقدار در شرایط دیم مشاهده

عملکرد میوه و روغن

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۶) نشان داد که بیشترین میزان عملکرد میوه و روغن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری شاهد و تیمار کم آبیاری T₂ بود و کمترین میزان عملکرد میوه و روغن مربوط به تیمار دیم بود. عملکرد روغن تحت تأثیر درصد روغن و همچنین عملکرد میوه در هکتار می‌باشد بالا بودن عملکرد روغن در تیمار شاهد و تیمار کم آبیاری T₂، بالاترین میزان عملکرد روغن در هکتار را داشت که ناشی از عملکرد بالای میوه در هکتار بوده است در حالی که تیمار دیم به علت پایین بودن میزان عملکرد میوه، میزان روغن کمتری در هکتار داشتند. در شرایط کم آبیاری کاهش در عملکرد روغن می‌تواند به کاهش در عملکرد میوه مربوط باشد.

تنش کم آبیاری متوسط می‌تواند به دو روش مستقیم و غیرمستقیم عملکرد روغن را در درختان زیتون تحت کم آبیاری افزایش دهد که در روش مستقیم ممکن است ژن‌هایی در این مورد فعال شده و تولید روغن افزایش پیدا کند و در روش غیرمستقیم تنش کم آبیاری باعث کاهش رشد رویشی، بهبود نفوذ نور به داخل تاج درخت و تسریع در رسیدن میوه می‌گردد که این موارد به طور غیرمستقیم باعث افزایش روغن می‌گردند (Rosecrance et al., 2015). نتایج این پژوهش با نتایج فوق در مورد افزایش عملکرد میوه با افزایش تنش کم آبی مطابقت دارد.

بهره‌وری میزان آب آبیاری

میزان مصرف آب و بهره‌وری مصرف آب آبیاری محاسبه شده در تیمارهای مختلف در (جدول ۶) نشان داده شده است. نتایج (جدول ۶) نشان می‌دهد که بین رژیم‌های مختلف آبیاری، بیشترین میزان بهره‌وری آب مصرفی در هکتار مربوط به شرایط دیم و تیمارهای کم آبیاری T₂ و T₄ بود و کمترین میزان بهره‌وری آب آبیاری مربوط به تیمار ۶۰ درصد کم آبیاری مداوم در طول فصل بود.

در طول دوره تنش متوسط، میوه فشار اسمزی خود را تنظیم می‌کند و با از بین رفتن تنش آبی، در واقع وضعیت آبی بهتری نسبت به میوه‌هایی که آبیاری به‌طور معمول داشته‌اند، خواهد داشت. در بررسی اثرات آبیاری در زیتون رقم آربکین، با اعمال هفت تیمار آبیاری در طول فصل رشد، مشاهده گردید که با افزایش میزان آب آبیاری، اندازه میوه و وزن میوه به‌طور خطی افزایش یافت (Berenguer et al., 2002).

در این پژوهش درصد گوشت میوه که در ارقام کنسروی حائز اهمیت می‌باشد در تیمار کم آبیاری T₂ بیشتر از تیمار آبیاری شاهد بود و از طرفی وزن میوه در تیمار کم آبیاری T₂ بیشتر از بقیه تیمارهای آبیاری بود که در این راستا (Giron et al., 2015) اظهار داشتند در درختان زیتون رقم سویلانا در شرایط مزرعه اعمال کم آبیاری متوسط در طول مدت سخت شدن هسته که در آن پتانسیل آب تنه درختان زیتون ۲/۵- مگاپاسکال بود، رشد میوه را افزایش داد در حالی که کم آبیاری شدید که در آن پتانسیل آب تنه درخت ۳- مگاپاسکال بود، رشد میوه را کاهش داد. کم آبیاری متوسط به‌طور معنی داری پتانسیل اسمزی را در مقایسه با آبیاری کامل کاهش می‌دهد و باعث افزایش انتقال قند به میوه می‌شود.

افزایش درصد ماده خشک در تیمارهای کم آبیاری شدید و شرایط دیم در مقایسه با آبیاری کامل نیز می‌تواند به محتوای آب در سلول‌ها ارتباط داشته باشد (Sofa et al., 2008). گیاهان مختلف مکانیسم‌های متفاوتی مانند تغییر در محتوای ترکیبات فیتوشیمیایی درون سلول‌ها را برای ایجاد مقاومت به خشکی دارند (Boughalleb and Mhamdi, 2011).

نتایج این پژوهش با نتایج (Rosecrance et al., 2015) در مورد افزایش درصد رطوبت میوه در اثر افزایش میزان آب آبیاری، با نتایج (Berenguer et al., 2002) و (Mezghani et al., 2012) در مورد افزایش ابعاد میوه و وزن آن با افزایش میزان آب آبیاری مطابقت دارد.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد میوه و روغن در هکتار و نیز میزان مصرف آب و بهره‌وری مصرف آب در میوه درختان زیتون

Table 6. Mean comparison effect of irrigation regimes on fruit yield and oil yield, water consumption and water use efficiency in olive fruit

بهره‌وری مصرف آب در میوه (کیلوگرم بر متر مکعب) water use efficiency (kg/m ³)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) Water consumption (m ³ /hectare)	عملکرد روغن در هکتار (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg/hectar)	عملکرد میوه در هکتار (کیلوگرم در هکتار) Fruit yield (kg/hectar)	رژیم آبیاری Irrigation regimes (% of ETc)
3.85 ^{cd}	5397.57	1402.86 ^a	20833 ^a	T ₁
4.29 ^c	4631.37	1322.01 ^a	19907 ^a	T ₂
2.98 ^d	4532.24	996.21 ^b	13518 ^b	T ₃
14.30 ^b	330.10	223.46 ^{cd}	4722 ^c	T ₄
1.80 ^e	3238.54	352.80 ^c	5833 ^c	T ₅
28.72 ^a	39	56.73 ^d	1120 ^d	T ₆

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر صفت، در سطح پنج درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

Means with the same letter in traits are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5%.

نتیجه‌گیری

عملکرد میوه و ابعاد میوه درختانی که ۲۵ درصد نیاز آبی تبخیر و تعرق را در مرحله سخت شدن هسته دریافت کردند (T₂)، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با شاهد (T₁) نداشت. عملکرد روغن تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار گرفت، کمترین عملکرد روغن مربوط به تیمار دیم و بیشترین عملکرد روغن در تیمار شاهد و رژیم آبیاری (T₂) و بعد از آن رژیم آبیاری (T₃)، یعنی اعمال ۷۵ درصد از نیاز آبی از سخت شدن کامل هسته تا برداشت محصول مشاهده گردید. در میان تیمارهای کم آبیاری تنظیم‌شده تیمار کم آبیاری (T₄)، بالاترین بهره‌وری مصرف آب در تولید میوه را داشت و بعد از آن تیمار کم آبیاری (T₂) که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد و کمترین بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۶۰ درصد کم آبیاری مداوم مشاهده شد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاران ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو به ویژه آقایان مهندس پیرمادی و بابایی به خاطر کمک در انجام آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

بهره‌وری مصرف آب آبیاری یکی از عوامل مؤثر برای ارزیابی کارایی مدیریت مصرف آب آبیاری (Feres and Soriano, 2007) است. نتایج تحقیقات گذشته نشان داد بهره‌وری مصرف آب بر اساس عملکرد با افزایش مصرف آب کاهش یافت (Correa-Tedesco *et al.*, 2010). در این پژوهش نیز، بهره‌وری آب تیمار کم آبیاری T₄ و T₂ بالاتر از درختان شاهد بود. نتایج این پژوهش موافق با پژوهش‌های قبلی در خصوص افزایش بهره‌وری مصرف آب با تیمار کم آبیاری می‌باشد (Iniesta *et al.*, 2009). در یک پژوهش، بهره‌وری میزان عملکرد روغن درختان زیتون کم آبیاری شده با ۵۰ درصد نیاز آبی درختان مورد آزمایش از نظر میزان عملکرد روغن، بالاتر از درختان زیتون شاهد بود (Caruso *et al.*, 2014).

بهره‌وری آب برای تولید محصول در درختان زیتون با استفاده از آب مصرف‌شده محاسبه گردید که همیشه در تیمارهای کم آبیاری بالاتر از شاهد بود (Iniesta *et al.*, 2009). افزایش کارایی مصرف آب تحت تنش کم آبیاری در درختان زیتون (Bacelar *et al.*, 2009) و نیز در درختان بادام (Rouhi *et al.*, 2007) گزارش شده است.

References

- Ahmadipour, S. and Arji, I. (2012). Evaluation on "Zard" and "Roghani" olive cultivars responses in different region of Kermanshah. *Plant Productions*, 35(1), 113-126. [In Farsi]

- Arzani, K. and Arji, I. (2000). The effect of water stress and deficit irrigation on young potted olive cv. Local-RoghaniRoodbar. *Acta Horticulture*, 537, 879-885.
- Bacelar, E. A., Moutinho-Pereira, J. M., Goncalves, B. C., Lopes, J. I. and Correia, C. M. (2009). Physiological responses of different olive genotypes to drought conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31(3), 611-621.
- Berenguer, M. M. J., Gratten, S., Conne, J., Polito, V. and Vossen, P. (2002). *Optimizing olive oil production and quality through irrigation management, university of California cooperative Extension and UC Davis*. Retrieved from <http://www.cesonoma.ucdavis.edu/files/51774-pdf>.
- 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.
- Caruso, G., Gucci, R., Urbani, S., Esposito, S., Taticchi, A., Di Maio, I., Selvaggini, R. and Servili, M. (2014). Effect of different irrigation volumes during fruit development on quality of virgin olive oil of cv. Frantoio. *Agricultural Water Management*, 134, 94-103.
- Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H. L., Waskom, R. M., Niu, Y. and Siddique, K. H. M. (2015). Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(3), 1-21.
- Chalmers, D. J., Burge, G., Jerie, P. H. and Mitchell, P. D. (1986). The mechanism of regulation of Bartlett Pear fruit and vegetative growth by irrigation withholding and regulated deficit irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111(6), 904-907.
- Correa-Tedesco, G., Rousseaux, M. C and Searles, P. S. (2010). Plant growth and yield responses in olive (*Olea europaea* L.) to different irrigation levels in an arid region of Argentina. *Agricultural Water Management*, 97(11), 1829-1837.
- Costa, J. M., Ortuno, M. F. and Chaves, M. M. (2009). Deficit irrigation as a strategy to save water: Physiology and potential application to horticulture. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(10), 1421-1434.
- D' Andria, R., Morelli, G., Patiumi, M and Fontanazza, G. (2000). *Irrigation regime affects yield and oil quality of olive trees*. 4th International Symposium on olive Growing, Valenzano (Bari) Italy.
- Dell'Amico, J., Moriana, A., Corell, M., Giron, I. F., Morales, D., Torrecillas, A. and Moreno, F. (2012). Low water stress conditions in table olive trees (*Olea europaea* L.) during pit hardening produced a different response of fruit and leaf water relations. *Agricultural Water Management*, 114, 11-17.
- FAO. (2008). *Food and agriculture organization*. Retrieved from <http://www.fao.org/nr/water/eto.html>.
- Fereres, E. and Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58, 147-159.
- Gholami, R. and Gholami, H. (2019). The effect of drought stress on some vegetative and physiological characteristics of superior local olive genotypes (*Olea europaea* L.) in pot conditions. *Plant Productions*, 41(4), 15-29. [In Farsi]
- Giron, I.F., Corell, M., Galindo, A., Torrecillas, E., Morales, D., Dell'Amico, J., Torrecillas, F., Moreno, A. and Moriana, A. (2015). Changes in the physiological response between leaves and fruits during a moderate water stress in table olive trees. *Agricultural Water Management*, 148, 280-286.
- I.O.O.C. (2002a). *Methodology for the primary characterization of olive varieties*. Project on conservation, characterization, collection of Genetic Resources in olive, International Olive Oil Council, Madrid, Spain.
- I.O.O.C. (2002b). *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, Madrid, Spain.

- Iniesta, F., Testi, L., Orgaz, F. and Villalobos, F. J. (2009). The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. *European Journal of Agronomy*, 30, 258-265.
- Jacobsen, S. E., Jensen C. R., Liu, F. (2012). Improving crop production in the arid Mediterranean climate. *Field Crops Research*, 128, 34-47.
- Jafari, A. and Mahlooji, M. (2005). future strategy in retrospect, the lessons of the recent drought in Isfahan. *Journal of Drought and Agricultural Drought*, 17, 34-30. [In Farsi]
- Kheirabi, J., Tavakoli A., Entesari M. and Salamat A. (1996). *Deficit irrigation guidelines*. The Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, Tehran. [In Farsi]
- Li, S. H., Huguet, J. G., Schoch, P. G. and Orlando, P. (1989). Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development. *Journal of Horticulture Science*, 64(5), 541-552.
- Mezghani, M. A., Charfi, C. M., Gouiaa, M. and Labidi, F. (2012). Vegetative and reproductive behaviour of some olive tree varieties (*Olea europaea* L.) under deficit irrigation regimes in semi-arid conditions of Central Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 146, 143-152.
- Moriana, A., Perez-Lopez, D., Prietoc, M.H., Ramirez-Santa-Pau, M. and Perez-Rodriguez, J. M. (2012). Midday stem water potential as a useful tool for estimating irrigation requirements in olive trees. *Agricultural Water Management*, 112, 43-54.
- Naor, A. (2006). Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. *Horticultural Reviews*, 32 111-165.
- Perez-Lpez, D., Ribas, F., Moriana, A., Olmedilla, N. and de Juan, A. (2007). The effect of irrigation schedules on the water relations and growth of a young olive (*Olea europaea* L.) orchard. *Agricultural Water Management*, 89(3), 297-304.
- Rapoport, H. F. 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.
- Rosecrance, R. C., Krueger, W. H., 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*, 19(16), 75-82.
- Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R. and Van Damme, P. (2007). Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 117-129.
- Ruiz-Sanchez, M.C., Domingo, R. and Castel, J. R. (2010). Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2), 5-20.
- Sofa, 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(1), 293-301.
- Tognetti, R., D., Andria, R., Lavivi, A. and Morelli, G. (2006). The effect of deficit irrigation on crop yield and development of *olea europaea* L., (cvs Frantoio and Leccino). *European Journal of Agronomy*, 25(4), 356-364.