Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 51, No 1, Spring 2020 (67-77)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.217386.1094

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص ۷۷-۶۷)

اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده بر عملکرد و کیفیت روغن زیتون (*Olea europea* L.) رقم 'زرد'

رویا نظامیوند چگینی[۱]، محمود قاسم نژاد[۲*] و محمد حسن بیگلوئی[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۲۵)

چکیده

دراین پژوهش، اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده از زمان تشکیل میوه تا رسیدن میوه زیتون بررسی شد. تیمارها شامل تیمار شاهد (تأمین۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه)، کم‌آبیاری تنظیم‌شده‌ی نوع یک (تأمین ۱۰۰٪ نیاز آبی از مرحله تشکیل میوه نهایی تا آغاز رسیدن و ۵۰٪ نیاز آبی پس از آن تا برداشت)، نوع دو (تأمین۱۰۰٪ نیاز آبی از مرحله تشکیل میوه نهایی تا سخت‌شدن هسته و ۵۰٪ نیاز آبی بعد از آن تا برداشت)، نوع سه (تأمین ۵۰٪ نیاز آبی در مرحله سخت‌شدن هسته و ۱۰۰٪ نیاز آبی در سایر مراحل رشد میوه) و دیم بودند. ارزیابی لازم در زمینه عملکرد میوه، روغن و خصوصیات کیفی روغن انجام گردید. نتایج نشان داد بالاترین عملکرد میوه (۳۰/٤۱ کیلوگرم در درخت) و روغن زیتون (۵/۸٦ کیلوگرم در وزن‌خشک)، کمترین ارزش پراکسید (۸/۳۳ میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) و K_{270} (۰/۱٦۳) و همچنین بالاترین کارایی مصرف آب برای تولید میوه و روغن (به‌ترتیب ۲٤/۱۰ و ٤/٦٤ کیلوگرم بر مترمکعب) در کم‌آبیاری نوع سه مشاهده شد. کمترین عملکرد میوه (۸/۹٦ کیلوگرم در درخت) و روغن (۱/۱۸ کیلوگرم در وزن‌خشک) و بالاترین عدد پراکسید (۲۳ میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) را تیمار دیم نشان داد. در مجموع، تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده در مرحله سخت‌شدن هسته بدون کاهش عملکرد میوه، کیفیت و عملکرد روغن نسبت به تیمار شاهد کارایی مصرف آب را نیز افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: ارزش پراکسید، اسیدیته، بهره‌وری مصرف آب، سخت‌شدن هسته.

Effect of deficit irrigation during growth and development of fruit on yield and quality of olive cv. Zard

Roya Nezamivand Chegini[1], Mahmood Ghasemnejad[2*] and Mohammad Hassan Biglouee[3]
1, 2, 3. Former M.Sc.Student, Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
(Received: Dec. 28, 2016 - Accepted: Aug 16, 2017)

ABSTRACT

In this study, effect of deficit irrigation from olive fruit set to ripening stage was investigated. Treatments were control (100ETc), the first one regulated deficit irrigation (RDI1); 100% ETc from fruit set to beginning of fruit ripening and 50% ETc after that to harvesting, the second one regulated deficit irrigation (RDI2); 100% ETc from fruit set to pit hardening and 50% ETc thereafter to harvest, the third one (RDI3); 100% ETc during fruit set to the pit hardening and the beginning of ripening to harvest and 50% ETc at pit hardening, and no irrigation (rainfed). Fruit and oil yield and oil quality characteristics were evaluated. Results showed that the highest yield of fruit (30.41 kg per tree) and olive oil (5.86 kg in dry weight), the least peroxide value (8.33 meq O2/kg) and K_{270} (0.164), also the highest water use efficiency for fruit and oil production (24.24 and 64.4 kg/m^3 , respectively) were in RDI3. The least yield of fruit (8.96 kg per tree) and oil (18.1 kg dry weight) and the highest peroxide value (23 meq O_2/kg) was observed in rainfed. Overall, results showed that RDI during fruit pit hardening could increase water use efficiency, whitout reducing fruit yield, quality and oil percentage.

Keywords: Acidity, peroxide value, pit hardening, water productivity.

* Corresponding author E-mail: sana1385@yahoo.com

مقدمه

درخت زیتون یکی از سودمندترین درختان در مناطق نسبتاً خشک دنیاست. سطح زیر کشت زیتون در ایران ۸۲۲۰۵/۲ هکتار است که ۳۷۴۰۲/۲ هکتار آن بارور می‌باشد. میزان کل تولید زیتون سال ۱۳۹۳ کشور ۹۵/۱۴۹ هزار تن گزارش شده است. استان گیلان از نظر سطح زیرکشت رتبه چهارم و از نظر عملکرد، رتبه اول را در بین سایر استان‌ها داراست (Anon, 2015). بر اساس آمار انجمن بین‌المللی زیتون، ایران رتبه دوازدهم را در بین کشورهای تولیدکننده زیتون، دارا می‌باشد (IOC, 2016).

کم‌آبیاری تنظیم‌شده یکی از راهکارهای اساسی و مناسب در بهینه‌سازی مصرف آب در باغ‌های میوه است. در کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI)، استفاده از مقدار آب کمتر، نسبت به مقداری‌که برای تأمین ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه لازم است، در طول دوره‌های معینی از چرخه تولید و رشد میوه مورد توجه می‌باشد (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2010). در گزارشی اثر کم‌آبیاری بر کیفیت میوه در زمان برداشت و در طول دوره رشد روی زردآلوی رقم بولیدا[1] بررسی شد. نتایج نشان داد تیمار کم‌آبیاری باعث افزایش میزان مواد جامد محلول کل و اسیدیته قابل تیتر نسبت به میوه‌های شاهد شد، در حالی‌که سفتی بافت و مقدار شاخص بلوغ آنها شبیه به میوه‌های شاهد بود (P´erez-Pastor *et al.*, 2007). همچنین چگونگی استفاده از کم‌آبیاری تنظیم‌شده به‌همراه تیمارهایی چون پاکلوبوترازول و هرس ریشه در کاهش رشد رویشی و افزایش کیفیت میوه زردآلو رقم ساندراپ و در شرایط پرباران نیوزیلند قبلاً گزارش شده است (Arzani, 1994; Arzani, 2000a &2000b). همین‌طور Cue *et al.* (2008) نشان دادند که با اعمال تیمار کم‌آبیاری در زمان تشکیل میوه، رشد و رسیدن میوه، سفتی بافت، مواد جامد محلول، نسبت قند به اسید و میزان ویتامین ث افزایش یافتند (Tovar *et al.* 2002). تأثیر کم‌آبیاری تنظیم‌شده بر کیفیت روغن زیتون رقم 'آربکین' را بررسی کردند و نشان دادند تیمار کم‌آبیاری تأثیر منفی معنی‌دار بر کیفیت روغن نمی‌گذارد. اما کم‌آبیاری، بیشتر بر عملکرد میوه تازه تأثیر می‌گذارد تا درصد روغن، چرا که مقدار روغن در این شرایط افزایش می‌یابد (Iniesta *et al.*, 2009). کیفیت روغن زیتون رقم کورنیکابرا[2] زمانی‌که کم‌آبیاری تنظیم‌شده هم‌زمان با تجمع روغن در میوه زیتون اعمال شد مشابه تیمار شاهد بود (Gomez-Rico *et al.*, 2007). همچنین تأثیر کم‌آبیاری تنظیم‌شده بر عملکرد و کیفیت روغن زیتون رقم آربکین بررسی شد. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری بین عملکرد روغن در تیمارهای کم‌آبیاری که در مرحله سخت‌شدن هسته تا زمان برداشت انجام شده است، با شاهد وجود نداشت، اما در تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده، رسیده‌گی میوه‌ها زودتر اتفاق افتاد (Motilva *et al.*, 2000). در گزارش دیگر درصد روغن در تمام تیمارهای کم‌آبیاری به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد (آبیاری کامل) بود، به گونه‌ای که در تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده، درصد روغن استحصالی در حدود ۳۰ درصد افزایش یافت (Goldhamer, 1999). به‌طورکلی، در درختان زیتون در مرحله سخت‌شدن هسته‌ها، درختان در مقابل کمبود آب مقاوم‌تر هستند چرا که در این مرحله رشد میوه کند بوده و بنابرین نیاز آبی کمتر می‌باشد و جمع‌شدن روغن در میوه زیتون همراه با پایان زمان سفت‌شدن هسته آغاز می‌شود (Iniesta *et al.*, 2009). بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر کم‌آبیاری تنظیم‌شده در طی دوره رشد و نمو میوه زیتون بر عملکرد و کیفیت روغن زیتون رقم 'زرد' بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در باغ زیتون تجاری واقع در شهرستان رودبار، بر روی درختان ۱۲ ساله زیتون رقم زرد که فاصله بین درختان زیتون در روی ردیف‌ها و بین ردیف‌ها ۷ متر بوده و از ابتدای کاشت تا زمان اجرای آزمایش با سیستم آبیاری قطره‌ای موضعی آبیاری می‌شدند، انجام گرفت. درختان عاری از هرگونه بیماری بوده و در راستای کشاورزی ارگانیک، طی ۵

1. Bulida

2. Cornicabra

سال گذشته، هیچ‌گونه کود شیمیایی دریافت نکرده و با کودهای دامی تغذیه شدند.

اعمال تیمار آبیاری

نیاز آبی درختان زیتون براساس روش پنمن‌مانتیث FAO با استفاده از برنامه کراپ‌وات[1] محاسبه و داده‌های هواشناسی از آرشیو ایستگاه هواشناسی منجیل تهیه شدند. آمار دما و بارش ماهانه در طول دوره انجام آزمایش نیز در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. آمار دما و بارش ماهیانه در طول مدت انجام آزمایش

Table 1. Monthly temperature and precipitation statistics during the period experiment

	Month				
Weather statistics	June	July	Aug	Sep	Oct
Temperature (°C)	26	27.4	29.8	24.7	17.3
Precipitation (mm)	2	24.3	0	1.2	35.2

خاک در هر نوبت آبیاری تا حد ظرفیت زراعی آبیاری گردید. مقدار آب آبیاری که در هر نوبت آبیاری به تیمارها داده می‌شد با استفاده از کنتور آب با دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد.

درصد خیس‌شده سطح زمین با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Se<0.8w) (Alizadeh, 2006).

$$P_w = \frac{N_p \times S_e \times W}{S_p \times S_r \times P_d} \times 100$$ رابطه ۱)

در این رابطه؛ Pw: درصد خیس‌شده زمین (درصد)، Np: تعداد قطره‌چکان برای هر گیاه، Sp: فاصله گیاهان (متر)، Sr: فاصله ردیف‌ها (متر)، Pd: سطح سایه‌انداز (درصد)، W: عرض خیس‌شده زمین (متر) و Se: فاصله بین قطره‌چکان‌ها در طول لاترال (متر) می‌باشد.

عمق خالص آب آبیاری که در هر نوبت آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای به‌کار گرفته شد با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید (Alizadeh, 2006).

$$dn = MAD \times Pw \times (Fc - PWP) \times Dr$$ رابطه ۲)

در این رابطه؛ Dn: عمق خالص آب آبیاری بر حسب میلی‌متر، MAD: ضریب مدیریت آبیاری که برای زیتون ۰/۶۵ در نظر گرفته می‌شود (Alizadeh, 2006)، (Fc – PWP): ظرفیت نگه‌داری رطوبتی خاک و Dr: عمق مفید ریشه گیاه بر حسب متر می‌باشد. بر اساس محاسبات انجام‌شده مقدار آب مصرفی هر تیمار در هر دور ۲۷۷/۲ لیتر به‌دست آمد.

آبیاری به‌صورت قطره‌ای سطحی صورت گرفت. انتقال آب از منبع تا تیمارهای آزمایشی بدون اتلاف آب صورت گرفت (انتقال توسط لوله). مدیریت آبیاری مورد نظر از مرحله تشکیل میوه نهایی تا زمان رسیدن میوه اعمال شد و شامل:

۱. تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در کل دوره رشد و نمو میوه (100% ETc: ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه).

۲. کم‌آبیاری تنظیم‌شده نوع اول (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله تشکیل میوه نهایی تا شروع رسیدن میوه و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از شروع رسیدن میوه تا برداشت)، (RDI1).

۳. کم‌آبیاری تنظیم‌شده نوع دوم (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله تشکیل میوه نهایی تا سخت‌شدن هسته و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله سخت‌شدن هسته تا برداشت میوه)، (RDI2).

۴. کم‌آبیاری تنظیم‌شده نوع سوم (تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه در مراحل تشکیل میوه نهایی تا سخت‌شدن هسته و از آغاز شروع رسیدن میوه تا مرحله برداشت و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله سخت‌شدن هسته تا شروع رسیدن میوه)، (RDI3).

۵. بدون آبیاری از مرحله تشکیل میوه نهایی تا برداشت آن (دیم)، (Rainfed).

ارزیابی صفات

درصد روغن

ابتدا ۲۰ عدد میوه به‌طور تصادفی از میان نمونه‌های برداشت‌شده انتخاب و پس از آسیاب‌شدن در داخل آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت تا حصول وزن ثابت، خشک شدند. پس از آن، روغن‌کشی با استفاده از دستگاه سوکسله، توسط حلال استون، انجام شد (Rostami Ozumchuluei *et al.*, 2016). روغن زیتون استخراج‌شده وزن گردید و در نهایت درصد روغن محاسبه شد.

1. CROPWAT8.0

عملکرد میوه و عملکرد روغن در وزن‌خشک میوه

برای به‌دست‌آوردن عملکرد میوه پس از برداشت، میوه هر درخت توزین و میانگین محصول ۹ درخت موجود در هر تیمار بر حسب کیلوگرم به‌ازای هر درخت محاسبه گردید. سپس با توجه به در دست‌داشتن وزن کل میوه (کیلوگرم)، وزن خشک میوه (گرم) و هم‌چنین درصد روغن هر تیمار، عملکرد روغن هر تیمار نسبت به وزن خشک میوه آن محاسبه گردید.

روغن‌کشی

روغن‌کشی از میوه‌ها توسط دستگاه روغن‌کشی مکانیکی آزمایشگاهی مدل (Oliomio GOLDFrance) انجام شد. این دستگاه از سه قسمت آسیاب، همزن و سانتریفیوژ تشکیل شده است و کاربرد آن، روغن‌کشی در مقیاس آزمایشگاهی است. روغن‌های حاصل در شیشه‌های تیره در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان ارزیابی کیفی نگهداری شدند. شاخص‌هایی از جمله اسیدیته، درجه پراکسید و شاخص‌های اسپکتوفتومتری (K_{270}, K_{232}) روغن بر اساس قوانین اتحادیه اروپا (EEC/2565/91) تعیین شدند.

اسیدیته یا اسید چرب آزاد (FFA)

تعیین اسید چرب آزاد (FFA) طبق قوانین جامعه اقتصادی اروپا (EEC/2568/91) انجام گرفت. بدین منظور ابتدا یک گرم روغن زیتون در ۱۲/۵میلی لیتر کلروفرم خالص حل شد، سپس ۱ میلی‌لیتر از این نمونه با ۱۲/۵ میلی‌لیتر الکل اتانول ۹۵ درجه خنثی‌شده مخلوط شد. پس از آن ۳ قطره فنیل‌فتالین ۱ درصد به این مخلوط اضافه شد و در نهایت روی هیتر با حرارت ملایم توسط سود تیترازول ۰/۱ نرمال، تیتر شد. مقدار سود مصرفی خوانده شد و سپس اسیدیته آزاد بر حسب اولئیک‌اسید در ۱۰۰ گرم روغن زیتون محاسبه شد.

ارزش پراکسید(PV)

میزان PV طبق قوانین جامعه اقتصادی اروپا (EEC/2568/91) انجام گرفت. برای این منظور ۱ گرم روغن در ۳ میلی‌لیتر محلول استیک‌اسید- کلروفرم (۳:۲) حل شد. سپس ۰/۲۵ میلی‌لیتر محلول یدیدپتاسیم اشباع به آن افزوده شد، پس از یک دقیقه نگهداری در تاریکی ۳ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۲۵ میلی‌لیتر محلول یک درصد نشاسته افزوده شد، ید آزادشده با محلول ۰/۱ نرمال سدیم‌تیوسولفات تیتر شد (پایان تیتراسیون آغاز بی‌رنگ‌شدن یا کدر شدن نمونه است). میزان PV بر حسب میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون (میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) محاسبه شد.

ضریب خاموشی مخصوص در دو طول موج ۲۳۲ و ۲۷۰ نانومتر (K_{232} و K_{270})

شاخص‌های اسپکتروفتومتری K_{232} و K_{270} بر اساس روش قوانین جامعه اقتصادی اروپا (EEC/2568/91) به روش زیر انجام گرفت. مقدار ۰/۱ گرم نمونه روغن در ۱۰ میلی‌لیتر حلال ایزواکتان خالص حل شد، سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/Vis Spectrometer T80+ PG Instrumennt) در دو طول موج ۲۳۲ و ۲۷۰ نانومتر میزان جذب قرائت شد.

کارایی مصرف آب در طول مراحل رشد و نمو میوه

یکی از اهداف اعمال کم‌آبیاری، افزایش کارایی مصرف آب می‌باشد. با توجه به این موضوع که مصرف میوه زیتون به دو صورت مستقیم و روغن استحصالی از آن می‌باشد، بهره‌وری آب در تولید دو مورد فوق محاسبه گشت. مقدار آب مصرف‌شده برای هر تیمار در طول مراحل رشد و نمو میوه، از مجموع حجم‌های آب محاسبه‌شده در برنامه‌ریزی آبیاری و کنترل آن با کنتور نصب‌شده در ابتدای لوله‌های آبرسان به‌دست آمد.

کارایی مصرف آب برای تولید میوه (WP_Y)

از تقسیم متوسط کیلوگرم (kg) میوه برداشت‌شده از درختان هر تیمار به مقدار مترمکعب (m^3) آب مصرف‌شده در طول مراحل رشد و نمو میوه برای همان تیمار، کارایی مصرف آب برای تولید میوه تیمار مورد نظر به‌دست آمد (Taheri *et al.*, 2011).

$$WPf = Yf / Wf \qquad \text{رابطه ۳)}$$

WPf: بهره‌وری آب برای تولید میوه بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب

Yf: میانگین میوه به‌دست‌آمده از درختان هر تیمار برحسب کیلوگرم
Wf: مقدار آب مصرف‌شده برای هر تیمار در طول مراحل رشد و نمو میوه بر حسب مترمکعب

کارایی مصرف آب برای تولید روغن (WP_O)

با تقسیم متوسط روغن استحصال‌شده از درختان هر تیمار به مقدار آب مصرف‌شده در طول مراحل رشد و نمو میوه برای همان تیمار، کارایی مصرف آب برای تولید روغن تیمار مورد نظر محاسبه گشت (Taheri *et al.*, 2011).

رابطه ۴) $WPo = Yo / Wo$

WPo: بهره‌وری آب برای تولید روغن بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب
Yo: میانگین روغن به‌دست آمده از درختان هر تیمار بر حسب کیلوگرم
Wo: مقدار آب مصرف‌شده برای هر تیمار در طول مراحل رشد و نمو میوه بر حسب مترمکعب

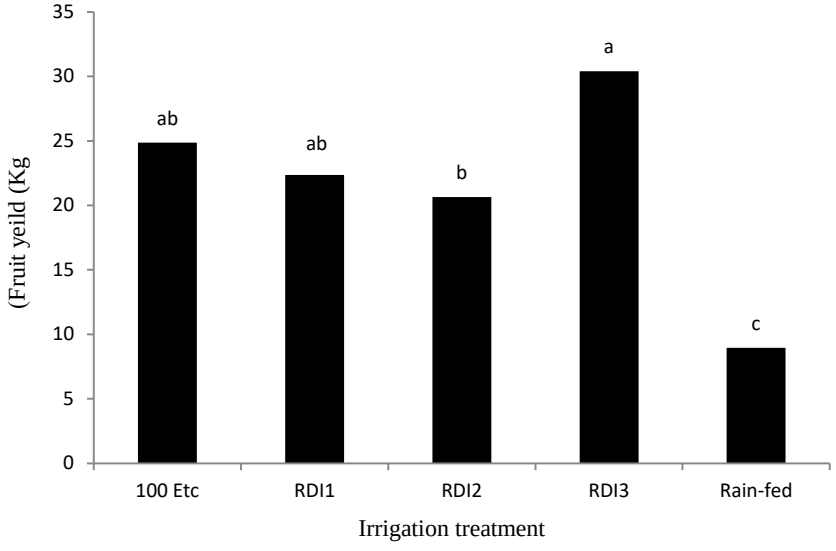
نوع طرح آماری و آنالیز داده‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار و سه درخت (مشاهده) برای هر تکرار اجرا گردید. تجزیه و تحلیل داده با کمک نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و رسم نمودارها با کمک Microsoft Office Excel انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد میوه و عملکرد روغن درختان زیتون

مقایسه میانگین (شکل ۱) نشان داد عملکرد کل میوه درختانی که کم‌آبیاری تنظیم‌شده نوع یک، یعنی تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله تشکیل میوه نهایی تا شروع رسیدن میوه و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از شروع رسیدن میوه تا برداشت، همچنین کم‌آبیاری تنظیم‌شده نوع سه، یعنی درختانی که ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در مرحله سخت‌شدن هسته و۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه در مراحل دیگر رشد میوه را دریافت کردند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با شاهد، یعنی تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در طول دوره رشد و نمو میوه نداشتند. کمترین عملکرد میوه مربوط به تیمار دیم و بعد از آن، کم‌آبیاری تنظیم‌شده نوع دو، یعنی تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله تشکیل میوه نهایی تا سخت‌شدن هسته و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله سخت‌شدن هسته تا برداشت میوه مشاهده شد. در واقع تیمار کم‌آبیاری علی‌رغم کاهش مصرف آب، تأثیر منفی بر عملکرد میوه نداشته است.

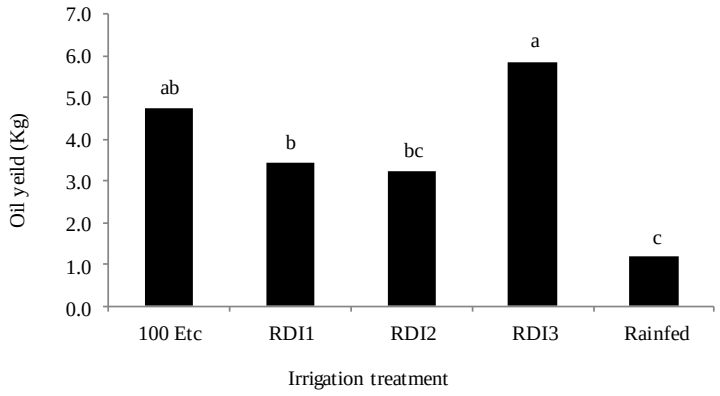


شکل ۱. مقایسه میانگین اثر آبیاری بر میانگین عملکرد میوه زیتون رقم 'زرد'
Figure 1. Mean comparison effect of irrigation on the olive fruit yield in *cv. zard*

نتایج نشان داد انجام آبیاری در منطقه لوشان، جایی که اقلیم نیمه‌خشک است، برای تولید عملکرد اقتصادی ضروری است و کشت دیم به‌شدت عملکرد میوه را کاهش می‌دهد. در این پژوهش عملکرد میوه درختانی که ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله سخت‌شدن هسته (کم‌آبیاری نوع سه) را دریافت کردند، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد (۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه) نداشت و حتی کمی هم بیشتر بود. این نتایج با یافته‌های Chalmers *et al.* (1981) و Fernandez & Moreno (1999) که گزارش کردند کم‌آبی جزئی باعث افزایش عملکرد از طریق بهبود تقسیط کربوهیدرات‌ها به میوه می‌شود، همخوانی دارد. به‌طورکلی، تیمارهای کم‌آبیاری نوع یک، دو، سه و دیم به‌ترتیب ۸۹/۹۸، ۸۳/۰۶، ۱۲۲/۳۲ و ۳۲/۰۴ درصد از عملکرد میوه‌ی تیمار شاهد (۱۰۰٪ تبخیر و تعرق گیاه) را نشان دادند. همان‌طور که نتایج نشان داد عملکرد تیمار کم‌آبیاری نوع سه، ۲۲/۳۲ درصد بیشتر از عملکرد تیمار شاهد بوده و کلیه‌ی تیمارهای کم‌آبیاری عملکرد بالاتری از تیمار دیم نشان دادند. تیمار کم‌آبیاری نوع یک نسبت به تیمار شاهد ۱۰/۰۲ درصد و تیمار کم‌آبیاری نوع دو، ۱۶/۹۴ درصد افت عملکرد داشتند، هرچند از لحاظ آماری تفاوت بین آنها معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد عملکرد کل روغن درختانی که کم‌آبیاری نوع یک، یعنی ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه از تشکیل میوه نهایی تا شروع رسیدن میوه و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از شروع رسیدن میوه تا مرحله برداشت دریافت کردند و یا کم‌آبیاری نوع سه، یعنی ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در مراحل تشکیل میوه نهایی تا سخت‌شدن هسته و از آغاز شروع رسیدن‌میوه تا مرحله برداشت و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در مرحله سخت‌شدن هسته را دریافت کرده بودند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. کمترین عملکرد روغن مربوط به تیمار دیم و بعد از آن کم‌آبیاری نوع دو، یعنی تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله تشکیل میوه نهایی تا سخت‌شدن هسته و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه از مرحله سخت‌شدن هسته تا برداشت میوه مشاهده شد.

Lavee *et al.* (2007) نشان دادند درختانی که نیمی از مقدار آبیاری کامل را بعد از سخت‌شدن هسته دریافت کردند، به‌ترتیب ۸۳ و ۸۸ درصد از میوه و روغن تیمار آبیاری کامل را تولید کردند. در مطالعه دیگر، زمانی که درختان زیتون رقم 'لچینو' ۵۰ درصد از آب مورد نیاز خود را در طول دوره‌ای حدود دو و نیم ماه دریافت کردند، عملکرد میوه و روغن آنها ۱۹ درصد کمتر از درختان کامل آبیاری شده بود (Gucci *et al.*, 2007). افزایش مشابه درصد روغن درختان کم‌آبیاری شده قبلاً نیز گزارش شده است (Iniesta *et al.*, 2009). در این پژوهش نیز تیمار کم‌آبیاری تنظیم شده نوع سه، ۲۳/۴۱ درصد بیش از عملکرد شاهد را نشان داد. تیمار کم‌آبیاری نوع یک ۲۷/۴۳ درصد و کم‌آبیاری نوع دو ۳۱/۶۵ درصد کاهش عملکرد روغن نسبت به شاهد را نشان دادند. تیمار دیم در مقایسه با شاهد ۷۵/۱۱ درصد افت عملکرد روغن داشت.



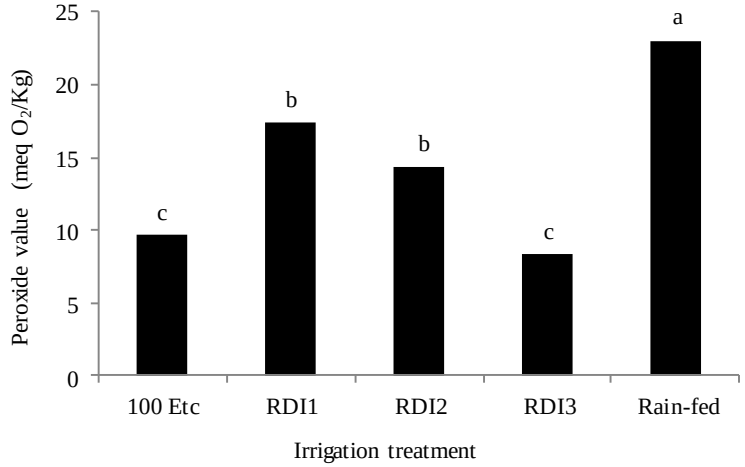
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد روغن زیتون به ازای هر درخت در رقم 'زرد'

Figure 2. Mean comparison Effects of irrigation treatments on olive oil yield per tree in *cv. zard*

ارزش پراکسید، محتوای اسید چرب و ضرایب خاموشی K_{232} و K_{270} روغن

مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳) نشان داد تیمار دیم با ارزش پراکسید ۲۳ (میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) با تفاوت قابل‌توجهی بالاترین عدد پراکسید را به خود اختصاص داد، تیمارهای کم‌آبیاری نوع یک با ۱۷/۳۳ (میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) و نوع دو با ۱۴/۳۳ (میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) در یک رده قرار گرفتند، اما بین تیمارهای شاهد با عدد پراکسید ۹/۶۶ (میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) و کم‌آبیاری نوع سه با عدد پراکسید ۸/۳۳ (میلی‌اکی‌والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

بالاتر بودن عدد پراکسید روغن استخراج‌شده از میوه‌های درختان زیتون رقم کراتینا آبیاری‌نشده قبلاً گزارش شد (Palese *et al.*, 2010). در مقابل، Berenguer *et al.* (2006) گزارش کردند تفاوت‌های جزئی در عدد پراکسید، آن هم تنها زمانی که تیمارهای شدید (یعنی تیمارهایی که با کمترین و بیشترین مقدار آب، آبیاری شدند) مقایسه شدند، پیدا کردند. آنها بیان کردند این شاخص کیفیت میوه بیشتر توسط آسیب آفات و پس از آن توسط اعمال آبیاری تحت تأثیر قرار گرفتند. Gomez Rico *et al.* (2007) عدم تأثیر آبیاری روی عدد پراکسید، در طول سال اول آزمایش‌شان را گزارش کردند، سپس در طول ۲ سال آزمایش، آنها افزایش معنی‌داری در عدد پراکسید در روغن گیاهان آبیاری‌شده پیدا کردند، اما آن را به حمله مگس زیتون که به‌شدت به میوه‌های فرآوری‌شده آسیب رساند، نسبت دادند. گزارش‌های زیادی وجود دارد که تفاوت معنی‌داری برای ویژگی‌های شیمیایی روغن زیتون بین تیمارهای مختلف آبیاری را مشاهده نکردند (Tognetti *et al.*, 2007; Gómez-Rico *et al.*, 2009).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر ارزش پراکسید روغن زیتون رقم 'زرد'

Figure 3. Mean comparison Effects of irrigation treatments on peroxide value of olive oil *cv. zard*

جدول ۲. اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر درصد روغن و ویژگی‌های کیفی روغن زیتون رقم زرد

Table 2. Effects of irrigation on oil percentage and olive oil quality characteristics

Irrigation treatment	Oil % in dry matter	Acidity	K_{232}	K_{270}
100 ETc	42.29^{a}	0.393^{a}	2.156^{a}	0.203^{ab}
RDI1	37.68^{a}	0.33^{a}	2.206^{a}	0.18^{ab}
RDI2	36.58^{a}	0.336^{a}	2.286^{a}	0.22^{a}
RDI3	44.04^{a}	0.336^{a}	2.086^{a}	0.163^{b}
Rain-fed	31.77^{a}	0.326^{a}	2.28^{a}	0.213^{ab}

مقایسه میانگین‌ها در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند.

Mean comparisons showed no significant difference in each column.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد بین تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری از نظر اسیدیته قابل تیتر وجود نداشت. بر اساس قوانین اتحادیه اروپا (EU)، حدود پذیرفته‌شده اسید چرب آزاد روغن زیتون طبیعی ممتاز حداکثر یک است. در این پژوهش، اسید چرب آزاد روغن‌های استخراج‌شده از همه تیمارها کمتر از یک بوده است. Berenguer *et al.* (2006) نشان دادند اسیدهای چرب آزاد روغن زیتون بین تیمارهای مختلف آبیاری، تفاوت معنی‌داری نداشت. آنها بیان کردند اسیدیته روغن بیشتر تحت تأثیر حمله آفات قرار می‌گیرد و تیمار آبیاری تأثیری در آن ندارد. Gómez-Rico *et al.* (2007) نیز عدم تأثیر تیمار آبیاری بر اسیدیته چرب آزاد را گزارش کردند. در موافقت با یافته‌های این پژوهش، d'Andria *et al.* (1996) گزارش کردند که ترکیبات اسیدهای چرب روغن برای رقم های آسکولانا تنرا[1] و کالاماتا[2] تنها توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود و نه با رژیم آبیاری. همچنین برخی مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که آبیاری میزان ترکیبات فنلی را کاهش می‌دهد، اما بر مقدار اسیدیته روغن اثری نداشت (Khaleghi *et al.*, 2015).

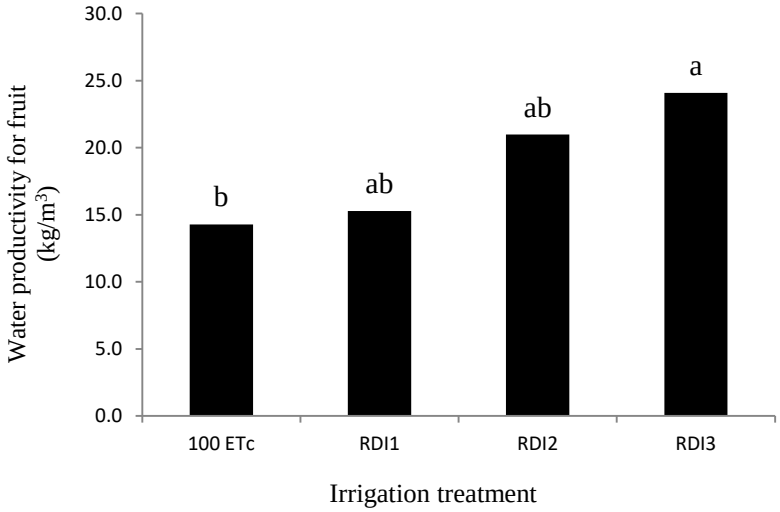
نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد اثر تیمار آبیاری بر ضریب جذب در طول موج ۲۳۲ نانومتر (K_{232}) و ۲۷۰ نانومتر (K_{270}) معنی‌دار نشد. میزان K_{232} براساس استاندارد IOC و حدود پذیرفته‌شده EU برای روغن زیتون طبیعی ممتاز، حداکثر ۲/۴ اعلام شده است، در این پژوهش میزان K_{232} روغن‌های استخراج‌شده از همه تیمارها کمتر از ۲/۴ بوده است (جدول ۲). میزان K_{270} بر اساس استاندارد IOC و حدود پذیرفته‌شده EU برای روغن زیتون طبیعی ممتاز حداکثر ۰/۲ اعلام شده است. در این پژوهش میزان K_{270} روغن‌های استخراج‌شده از کم‌آبیاری نوع یک و کم‌آبیاری نوع سه کمتر از ۰/۲ و برای تیمارهای شاهد، دیم و کم‌آبیاری نوع دو، کمی بیشتر از ۰/۲ بود (جدول ۲). گزارش‌های قبلی نیز نشان داد که تفاوت معنی‌داری در مقادیر K_{232} وK_{270} با توجه به نوع آبیاری اعمال‌شده در زیتون وجود ندارد (Gómez-Rico *et al.*, 2009). Berenguer *et al.* (2006) اعلام کردند مقادیر K_{232} و K_{270} تنها در تیمارهایی که کمترین حجم آب (۱۵-۴۰٪ ETc) را دریافت کردند، تحت تأثیر قرار گرفتند. García *et al.* (2013) گزارش کردند K_{232} و K_{270} با کم‌آبیاری تحت تأثیر قرار نگرفتند.

کارایی مصرف آب

نتایج نشان داد که تیمار کم‌آبیاری نوع سه (۲۴/۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب) بالاترین کارایی مصرف آب از نظر تولید میوه را داشت و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کم‌آبیاری نوع دو (۲۰/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب) و کم‌آبیاری نوع یک (۱۵/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب) نشان نداد و کمترین کارایی مصرف آب در تیمار شاهد (۱۴/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب) مشاهده شد (شکل ۴). همچنین از نظر کارایی مصرف آب برای تولید روغن، تیمار کم‌آبیاری نوع سه با ۴/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب، بالاترین کارایی مصرف آب را داشت و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (۲/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب) و کم‌آبیاری نوع دو (۳/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب) نشان نداد و کمترین کارایی مصرف آب در کم‌آبیاری نوع یک (۲/۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب) مشاهده شده است (شکل ۵).

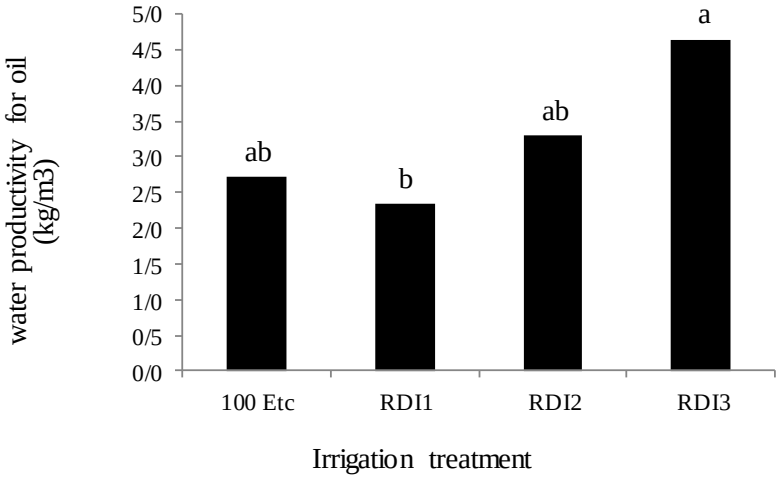
کارایی مصرف آب، یک پارامتر برای ارزیابی کارآیی استراتژی‌های مختلف مدیریت آبیاری است (Fereres & Soriano, 2007). گزارش‌های قبلی نشان داد که کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد، با افزایش مصرف آب کاهش یافت (Correa-Tedesco *et al.*, 2010). یافته‌های این پژوهش موافق با تحقیقات قبلی در خصوص افزایش کارایی مصرف آب با تیمار کم‌آبیاری می‌باشد (Iniesta *et al.*, 2009). در مطالعه‌ای دیگر، کارایی درختان کم‌آبیاری شده با ۵۰ درصد نیاز آبی از نظر عملکرد روغن، بالاتر از شاهد بود (Caruso *et al.*, 2013). در این پژوهش نیز، کارایی مصرف آب تیمار کم‌آبیاری نوع سه (۴/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب) و نوع دو (۳/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب) بالاتر از شاهد (۲/۷۲ کیلوگرم برمترمکعب) بود.

1. Ascolana tenera
2. Kalamata



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر بهره‌وری آب در تولید میوه زیتون رقم 'زرد'

Figure 4. Mean comparison Effects of irrigation on water efficiency in the production of olive *cv. zard*



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر بهره‌وری آب در تولید روغن زیتون رقم 'زرد'

Figure 5. Mean comparison Effects of irrigation on water efficiency in the production of olive oil *cv. zard*

کارایی مصرف آب برای تولید روغن با استفاده از آب مصرف‌شده محاسبه شد و همیشه در تیمارهای کم‌آبیاری بالاتر از شاهد بود (Iniesta *et al*., 2009). در رقم های زیتون چملالی، کارایی مصرف آب ۱/۲ کیلوگرم در مترمکعب در ۵۰ درصد نیاز آبی بود (Mezghani *et al*., 2012). همچنین گزارش دیگر نشان داد کم‌آبیاری، کارایی مصرف آب روغن را افزایش داد (عملکرد روغن نسبت به آبیاری استفاده‌شده و عملکرد روغن نسبت به تبخیر و تعرق)؛ و یک اثر یکسان در اثر استفاده از رژیم‌های کم‌آبیاری پایدار و کم‌آبیاری تنظیم‌شده مشاهده شد (Caruso *et al*., 2013).

نتیجه‌گیری کلی

عملکرد میوه درختانی که ۵۰ درصد نیاز آبی تبخیر و تعرق را در مرحله سخت‌شدن هسته دریافت کردند یعنی کم‌آبیاری نوع سه (۳۰/۴۱ کیلوگرم در درخت)، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد (۲۴/۸۶ کیلوگرم در درخت) نداشت و حتی کمی هم بیشتر بود. عملکرد روغن تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفت، کمترین عملکرد روغن مربوط به تیمار دیم (۱/۱۸ کیلوگرم در وزن خشک) و بیشترین عملکرد روغن در تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده‌ی نوع سه (۵/۸۶ کیلوگرم در وزن خشک)، یعنی اعمال ۵۰ درصد از نیاز آبی در

دوره سخت‌شدن هسته مشاهده شد، که حتی بالاتر از شاهد بوده است. اعمال تیمار کم‌آبیاری در مرحله شروع رسیدن باعث کاهش عملکرد روغن شده است (۳/۲۵ کیلوگرم روغن در وزن خشک در کم‌آبیاری نوع دو). ویژگی‌های کیفی روغن در این آزمایش از جمله اسیدیته قابل تیتر، ضرایب خاموشی K_{232} و K_{270}، تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفتند، اما ارزش پراکسید روغن تحت تأثیر قرار گرفته است؛ به‌طوری که تیمار دیم، بالاترین عدد پراکسید را نشان داد (۲۳ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون).کمترین عدد پراکسید بین تیمار شاهد (۹/۶۶ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) و کم‌آبیاری نوع سه (۸/۳۳ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن زیتون) دیده شد. تیمار کم‌آبیاری نوع سه بالاترین کارایی مصرف آب در تولید میوه و روغن (به‌ترتیب با ۲۴/۱۰ و ۴/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب) را داشت و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کم‌آبیاری نوع دوم (به‌ترتیب با ۲۰/۹۸ و ۳/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب برای میوه و روغن زیتون) نشان نداد و کمترین کارایی مصرف آب در تیمار شاهد (به‌ترتیب با ۱۴/۲۸ و ۲/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب برای میوه و روغن زیتون) و کم‌آبیاری نوع اول (به‌ترتیب با ۱۵/۲۸ و ۲/۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب برای میوه و روغن زیتون) مشاهده شد.

REFERENCES

1. Alizadeh, A. (2006). *Designed irrigation systems*. Publication of Imam Reza. (in Farsi)
2. Anon (2015). *The report on Iran horticulture production and yield*. Published by Ministry of Jahad-Agriculture. (in Farsi)
3. Arzani, K. (1994). *Horticultural and physiological aspects of vigor control in Apricot* (*Prunus armeniaca* L.) *under orchard and controlled environment conditions*. Ph.D. thesis. Department of Plant Science, Massey University, New Zealand.
4. Arzani, K., Wood, D. E. S. & Lawes, G. S. (2000a). Influence of first season application of paclobutrazol, root-pruning and regulated deficit irrigation on second season flowering and fruiting of mature `Sundrop' apricot trees. *Acta Horticulturae*, 516, 75-82.
5. Arzani, K., Lawes**,** G. S. & Wood, D. E. S. (2000b). The water relations of mature `Sundrop' apricot trees in response to different vigour control techniques. *Acta Horticulturae*, 537, 231-239.
6. Berenguer, M. J., Vossen, P. M., Grattan, S. R., Connell, J. H. & Polito, V. S. (2006). Tree irrigation levels for optimum chemical and sensory properties of olive oil. *Horticulture Science*, 41, 427-432.
7. Caruso, G., Gucci, R., Urbani, S., Esposto, S., Taticchi, A., Di Maio, I., Selvaggini, R. & 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.
8. Chalmers, D. J., Mitchell, P. D. & Vanheek, L. (1981). Control of peach-tree growth and productivity by regulated water-supply, tree density and summer pruning. *American Society for Horticultural Science*, 106, 307-312.
9. Correa-Tedesco, G., Rousseaux, M. C. & 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, 1829-1837.
10. Cui, N. B., Du, T. S., Kang, S. Z., Li, F. S., Zhang, J. H., Wang, M. & Li, Z. J. (2008). Regulated deficit irrigation improved fruit quality and water use efficiency of pear-jujube trees. *Agricultural water management*, 95, 489-497.
11. D'Andria, R., Tognetti, R., Morales-Sillero, A., Fernandez, J. E., Sebastiani, L. & Troncoso, A. (2008). Deficit irrigation and fertigation practices in olive growing: convergences and divergences in two case studies. *Plant Biosystems*, 142, 138-148.
12. Fereres, E. & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58, 147-159.
13. Fernandez, J. E. & Moreno, F. (1999). Water use by olive tree. *Journal of Crop Production*, 2, 101-162.
14. García, J. M., Cuevas, M. V. & Fernández, J. E. (2013). Production and oil quality in 'Arbequina' olive (*Olea europaea* L.) trees under two deficit irrigation strategies. *Irrigation Science*, 31, 359-370.
15. Goldhamer, D. A. (1999). Regulated deficit irrigation for California canning olives. *Acta Horticulturae*, 474 (1), 369-372.
16. Gomez Rico, A., Salvador, M. D., Moriana, A., Perez, D., Olmedilla, N., Ribas, F. & Fregapane, G. (2007). Influence of different irrigation strategies in a traditional cornicabra cv. Olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food Chemistry*, 100, 568-578.

17. Gomez-Rico, A., Salvador, M. D. & Fregapane, G. (2009). Virgin olive oil and olive fruit minor constituents as affected by irrigation management based on SWP and TDF as compared to ETc in medium-density young olive orchards (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra and Morisca). *Food Research International*, 42, 1067-1076.
18. Gucci, R., Lodolini, E. & Rapoport, H. F. (2007). Productivity of olive tree with different water status and crop load. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82, 648-656.
19. Iniesta, F., Testi, L., Orgaz, F. & Villalobos, F. J. (2009). The effect of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. *European Journal of Agronomy*, 30, 258-265.
20. International Olive Council. (2012). Accessed November, 2012, from http://www.internationaloliveoil.org.
21. Khaleghi, E., Arzani, K., Moallemi, N. & Barzegar, M. (2015). The efficacy of kaolin particle film on oil quality indices of olive trees (*Olea europaea* L.) cv 'Zard' grown under warm and semi-arid region of Iran, *Food Chemistry*, 166, 35-41.
22. Lavee, S. & Hanoch, E. (2007). The effect of predetermined deficit irrigation on the performance of cv. Muhasan olives (*Olea europaea* L.) in the eastern coastal plain of Israel. *Scientia Horticulturae*, 112 (2), 156-163.
23. Mezghani, M. A., Masmoudi-Charfi, C., Gouia, M., Laabidi, F., Ben Reguaya, S., Ouled Amor, A. & Bousnina, M. (2012). Water relations of olive trees cultivated under deficit irrigation regimes. *Scientia Horticulturae*, 125, 573-578.
24. Motilva, M. J., Tovar, M. J., Romero, M. P., Alegre, S. & 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 Food and Agriculture*, 80, 2037-2043.
25. Palese, A. M., Nuzzo, V., Favati, F., Pietrafesa, A., Celano, G. & Xiloyannis, C. (2010). Effects of water deficit on the vegetative response, yield and oil quality of olive trees (*Olea europaea* L., cv Coratina) grown under intensive cultivation. *Scientia Horticulturae*, 125, 222-229.
26. Pereza-Pastor, A., Ruiz-Sanchez, M. C., Martinez, J. A., Nortest, P. A., Artes, F. & Domingo, R. (2007). Effect of deficit irrigation on apricot fruit quality at harvest and during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2409-2415.
27. Rostami Ozumchuluei, S., Ghasemnezhad, M. & Ramzani Malekroudi, M. (2016). Effect of fruit harvest time on oil yield and quality of some olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Roudbar region. *Journal of Crop Production and Processing*, 5 (18), 115-124. (in Farsi)
28. Ruiz-Sanchez, M. C., Domingo, R. & Castel, J. R. (2010). Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2), 5-20.
29. Taheri, M., Nikbakht, J. & Sakaki, M. (2011). The effect of regulated deficit irrigation on growth and water use efficiency in olive (cv. koroneiki). In: Proceedings of *3rd Irrigation and Drainage Network Management National Conference*, 1-3 March, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. (in Farsi)
30. Tognetti, R., D'Andria, R., Sacchi, R., Lavini, A., Morelli, G. & Alvino, A. (2007). Deficit irrigation affects seasonal changes in leaf physiology and oil quality of (*Olea europaea* L. cultivars Frantoio and Leccino). *Annals of Applied Biology*, 150, 169-186.
31. Tovar, M. J., Romero, M. P., Alegre, S., Girona, J. & Motilva, M. J. (2002). Composition and organoleptic characteristics of oil from Arbequina olive (*Olea europaea* L.) trees under deficit irrigation. *Journal of the Science and Food Agriculture*, 82, 1755-1763.