

اثر کم‌آبیاری بر خواص کمی و کیفی میوه زیتون (رقم زرد) در استان کرمانشاه

Effect of Deficit Irrigation on Quantitative and Qualitative Characteristics of Olive Fruit (Zard Cultivar) in Kermanshah Province

رحمت‌اله غلامی^{۱*} و عیسی ارجی^۲

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشیار، 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 دریافت: ۱۳۹۷/۳/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۹

چکیده

غلامی، ر.، و ارجی، ع. ۱۳۹۷. اثر کم‌آبیاری بر خواص کمی و کیفی میوه زیتون (رقم زرد) در استان کرمانشاه. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۴: ۳۹-۵۲. 10.22092/sppj.2018.118100.39

به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر صفات کمی و کیفی میوه زیتون (رقم زرد)، آزمایشی با پنج تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ در منطقه جوانمیری (غرب استان کرمانشاه) اجرا شد. تیمارها شامل پنج رژیم آبیاری بود: آبیاری کامل (شاهد)؛ عدم آبیاری در طول مدت سخت شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ آبیاری در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول)؛ آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی و بدون آبیاری در شرایط دیم. در این مطالعه صفات وزن، طول و قطر میوه، وزن هسته، وزن گوشت، نسبت گوشت به هسته، درصد رطوبت میوه، عملکرد میوه و راندمان مصرف آب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تاثیر رژیم آبیاری و اثر متقابل رژیم آبیاری در سال بر وزن و اندازه میوه، وزن گوشت و عملکرد میوه معنی‌دار بود. عدم آبیاری در طول مدت سخت شدن هسته صفات عملکرد، وزن و اندازه میوه و همچنین وزن گوشت را افزایش داد. کمترین عملکرد، وزن و اندازه میوه و وزن گوشت میوه در شرایط دیم مشاهده شد. بالاترین راندمان مصرف آب (۵/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب) با آبیاری در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول) به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: زیتون، رژیم آبیاری، راندمان مصرف آب، وزن میوه، عملکرد.

مقدمه

کم‌آبیاری، کم‌آبیاری تنظیم‌شده است که به معنی استفاده از مقدار آب کم‌تر (نسبت به میزان موردنیاز برای تأمین صد درصد نیاز آبی گیاه) در دوره‌های مشخصی از رشد که تولید و کیفیت محصول کمتر تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد (Ruiz-Sanchez *et al.*, 2010).

بنابراین تعیین مراحل غیر حساس رشدی میوه به کسر آبیاری تنظیم‌شده به‌ویژه در شرایط کشت تجاری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از روش کسر آبیاری تنظیم‌شده یکی از استراتژی‌های مناسب برای کاهش مصرف آب در درختان میوه است که کاربرد آن در مناطقی که با مشکل کم‌آبی مواجه هستند، از اهمیت زیادی برخوردار است (Costa *et al.*, 2009).

در مراحل غیر حساس رشد میوه، آبیاری بیش‌تر نه تنها هزینه‌های دسترسی و پمپاژ آب را افزایش می‌دهد، بلکه باعث رشد بیش‌ازحد رویشی شده و هزینه هرس را بالا می‌برد (Berenguer *et al.*, 2002). نتایج آزمایش‌های انجام‌شده روی تأثیر چهار تیمار آبیاری بر میزان محصول درختان زیتون توسط دی‌آندریا و همکاران (D Andria *et al.*, 2002) نشان داد که با افزایش میزان آب آبیاری، میانگین وزن و تعداد میوه در هر درخت افزایش یافت. نتایج آزمایش‌های انجام‌شده توسط برنگیور و همکاران (Berenguer *et al.*, 2002) برای بررسی تأثیر هفت تیمار آبیاری بر رشد زیتون (رقم آربکین) نشان داد که با افزایش میزان آب

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده است که هر ساله خسارت‌های زیادی را به محصولات زراعی و باغی وارد می‌کند (Arzani and Arji, 2000). با توجه به خطر خشکی و کمبود آب به‌ویژه طی چند سال اخیر، لزوم اتخاذ روش‌های مناسب در بهره‌برداری بهینه از منابع آبی احساس می‌شود. استفاده از ارقام مقاوم و تعیین زمان‌های بحرانی آبیاری (Gholami *et al.*, 2016)، استفاده از مالچ (Gholami *et al.*, 2013a) و تنظیم‌کننده‌های رشد (Gholami *et al.*, 2013b) از روش‌های صرفه‌جویی در مصرف آب است. استراتژی کسر آبیاری یک راه‌حل مناسب در باغبانی بوده که کارایی مصرف آب را بهبود می‌بخشد.

اگرچه برای مقابله با خشکی در درختان میوه راهکارهای مختلفی پیشنهاد شده است که هر یک به‌نوبه خود کارایی مؤثری را دارند، ولی یکی از راهکارهای عملی مقابله با خشک‌سالی و کم‌آبی در درختان میوه، اعمال مدیریت و برنامه‌ریزی جهت استفاده صحیح و بهینه از منابع آب است (Jafari and Mahlooji, 2005). کم‌آبیاری تنظیم‌شده یکی از راهکارهای اساسی بهینه‌سازی مصرف آب در باغات است. استفاده از این روش، معمولاً میزان عملکرد در واحد سطح را کاهش می‌دهد، ولی با آب صرفه‌جویی شده می‌توان اراضی بیش‌تری را زیر کشت برد و باعث توسعه بیشتر باغ شد (Kheirabi *et al.*, 1996). نوع خاصی از

این منطقه دارای طول جغرافیائی ۴۵ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۱۵ متر است. نتایج آزمایش خاک و آب نشان داد که بافت خاک لومی شنی با اسیدیته ۷/۳۵ و آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی ۵۵۰ میلی موس بر سانتی متر و اسیدیته ۷/۲۲ بود.

مواد آزمایشی این پژوهش درختان چهارده ساله زیتون رقم زرد بودند. تیمارها شامل پنج رژیم آبیاری بود:

T₁: آبیاری کامل به میزان صد درصد نیاز آبی در طول فصل (شاهد).

T₂: عدم آبیاری در طول مدت سخت شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل.

T₃: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت محصول به منظور تهیه کنسرو).

T₄: آبیاری به میزان شصت درصد نیاز آبی.

T₅: بدون آبیاری در شرایط دیم.

در این آزمایش از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شد. درختان به فاصله ۵×۵ متر کشت شده بودند و هر واحد آزمایشی شامل سه درخت بود. به طوری که در هر تیمار آزمایشی از نه درخت استفاده شد. با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی ایستگاه هواشناسی شهرستان ثلاث واقع در پنج کیلومتری محل اجرای آزمایش و با استفاده از معادله پنمن مانیتث (نرم افزار ET_o calculator)، تبخیر و تعرق بالقوه و نیاز آبی درختان از اوایل اردیبهشت

آبیاری، اندازه و وزن میوه افزایش یافت. روش کم آبیاری تنظیم شده در شرایط محدودیت آب و با ایجاد دوره‌های کم آبیاری در مراحل فنولوژیکی انتخاب شده می‌تواند به کاهش رشد رویشی، ایجاد تاج مناسب و کاهش هزینه‌های نگهداری باغ (Moriana et al., 2012؛ Costa et al., 2009) و همچنین بهبود ویژگی‌های میوه و درآمد اقتصادی منجر شود (Chartzoulakis and Bertaki, 2015؛ Dell'Amico et al., 2012؛ Chai et al., 2015) (Tognetti et al., 2006).

نتایج پژوهش راپوپورت و کاستاگلی (Rapoport and Costagli, 2004) نشان داد که اعمال تنش بین چهار تا نه هفته بعد از مرحله تمام گل در زیتون (رقم لچینو) منجر به کاهش وزن و حجم میوه شد. با اعمال کم آبیاری تنظیم شده در باغات زیتون می‌توان مصرف آب را در حدود پنجاه درصد (بدون افت عملکرد محصول در مقایسه با آبیاری کامل) کاهش داد (Jacobsen et al., 2012). با توجه به کمبود آب در کشور به خصوص در مناطق گرم و خشک، هدف از این پژوهش تعیین مراحل حساس رشدی میوه زیتون (رقم زرد) در برابر تنش کم آبیاری در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در منطقه جوانمیری واقع در شهرستان سرپل ذهاب از اردیبهشت سال ۱۳۹۵ به مدت دو سال باغی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد.

(زمان توقف بارندگی) تا بیستم شهریور (زمان برداشت میوه جهت کنسرو) محاسبه شد. آبیاری هر سه روز یک‌بار بر اساس روش ذکر شده با اندازه‌گیری تبخیر و تعرق روزانه و تعیین حجم آب موردنیاز با در نظر گرفتن ضرایب گیاهی زیتون (Anonymous, 2008) و به روش آبیاری قطره‌ای انجام شد. در روی هر ردیف نیز یک کنتور حجمی جهت اندازه‌گیری حجم آب مورد استفاده درختان تعبیه شد. عملیات هرس و مبارزه با علف‌های هرز به‌طور یکسان در همه تیمارها اعمال شد.

صفات زایشی با استفاده از شاخص‌های ارزیابی و تمایز زیتون (Anonymous, 2002) بعد از پایان تنش کسر آبیاری اندازه‌گیری شد. در این آزمایش شروع گلدهی درختان زیتون در دوم اردیبهشت، شروع سخت‌شدن هسته‌ها در سوم خرداد و سخت‌شدن کامل هسته‌ها در سی‌ام خرداد مشاهده شد و طول مدت سخت‌شدن هسته‌ها، سی روز بود. در نهایت محصول در ششم شهریور برداشت شد.

پس از جداسازی تصادفی چهل عدد میوه از هر واحد آزمایشی، طول و قطر آن‌ها با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین میزان گوشت با استفاده از چاقو گوشت از هسته جدا و توزین شد. برای محاسبه وزن خشک و درصد ماده خشک، میوه‌ها و نمونه‌های گوشت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن آن‌ها، خشک شدند. در پایان آزمایش، میوه‌های هر درخت برداشت و به‌عنوان مقدار

عملکرد میوه در هر درخت ثبت شد. از آن‌جایی که هر واحد آزمایشی شامل سه درخت بود و سه تکرار نیز در آزمایش وجود داشت بنابراین عملکرد متوسط ۹ درخت موجود در آزمایش به‌عنوان معیاری برای محاسبه عملکرد در هکتار لحاظ شد. با توجه به این‌که فاصله درختان کاشته شده ۵×۵ متر بود بر این اساس تعداد ۴۰۰ عدد درخت زیتون در هکتار وجود داشت، بنابراین عملکرد در هکتار از حاصل ضرب متوسط عملکرد میوه در درخت در عدد ۴۰۰ محاسبه شد.

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

نتایج و بحث

میزان تبخیر و تعرق و نیاز آبی درختان زیتون طی سال‌های آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد اثر رژیم آبیاری بر وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل رژیم آبیاری در سال بر وزن، طول و قطر میوه و وزن گوشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی تأثیر سال بر طول و وزن میوه معنی‌دار نبود. اثر متقابل رژیم آبیاری×سال بر وزن هسته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۱- میزان تبخیر و تعرق و نیاز آبی درختان زیتون طی سال‌های ۱۳۹۵-۹۶
Table 1. Evapotranspiration and water requirement of olive trees during 2016-17

ماه			تبخیر و تعرق (میلی‌متر)	نیاز آبی ماهیانه (لیتر در درخت)	نیاز آبی ماهیانه (مترمکعب در هکتار)
Month	Year	سال	Evapotranspiration (mm)	Monthly water requirement (L tree ⁻¹)	Monthly water requirement (m ³ ha ⁻¹)
مه	2016	۱۳۹۵	154.90	1124.09	449.64
May	2017	۱۳۹۶	194.00	1791.07	716.43
ژوئن	2016	۱۳۹۵	211.50	2740.31	1096.12
June	2017	۱۳۹۶	244.30	3165.50	1266.20
ژوئیه	2016	۱۳۹۵	256.30	3491.02	1396.41
July	2017	۱۳۹۶	284.80	3879.21	1551.68
اوت	2016	۱۳۹۵	245.90	3349.36	1339.74
August	2017	۱۳۹۶	297.40	4050.84	1620.34
سپتامبر	2016	۱۳۹۵	131.30	1788.42	715.37
September	2017	۱۳۹۶	177.00	2405.33	962.13
جمع	2016	۱۳۹۵	999.90	12493.27	4997.31
Total	2017	۱۳۹۶	1197.50	15292.00	6116.80

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه طی سال‌های ۱۳۹۵-۹۶
Table 2. Combined analysis of variance of weight of fruit, pit and flesh, and fruit length and diameter during 2016-17

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	وزن هسته Pit weight	وزن گوشت Flesh weight
Year (Y)	سال	1	3.42 ^{ns}	4.92 ^{**}	3.68 ^{**}	0.72 ^{**}	1.00 ^{**}
Block × Year	بلوک × سال	4	0.21 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.03 ^{**}	0.02 ^{ns}	0.11 ^{ns}
Irrigation regime (I)	رژیم آبیاری	4	9.11 ^{**}	0.95 ^{**}	0.46 ^{**}	0.19 ^{**}	7.04 ^{**}
I × Y	رژیم آبیاری × سال	4	0.89 ^{**}	0.11 ^{**}	0.05 ^{**}	0.02 [*]	0.83 ^{**}
Error	خطا	16	0.07	0.01	0.01	0.01	0.05
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		8.79	7.08	6.96	10.72	10.18

ns, * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

و کمترین مقدار مربوط به تیمار دیم (T₅) بود (جدول ۴). نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد اثر رژیم آبیاری و اثر متقابل رژیم آبیاری در سال بر عملکرد میوه در هکتار در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود.

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد بیشترین وزن و قطر میوه در تیمار آبیاری صد درصد (T₁) و کم آبیاری T₂ مشاهده شد در حالی که کمترین ابعاد میوه در شرایط دیم (T₅) به دست آمد. بیشترین وزن گوشت در تیمار آبیاری کامل (T₁) و کم آبیاری T₂ مشاهده شد

جدول ۳- اثر رژیم‌های آبیاری بر وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه

Table 3. The effect of irrigation regimes on weight of fruit, pit and flesh, and fruit length and diameter

رژیم آبیاری*	وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	وزن هسته (گرم)	وزن گوشت (گرم)
Irrigation regime*	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Pit weight (g)	Flesh weight (g)
T ₁	4.27a	2.23a	1.53a	1.02a	3.24a
T ₂	4.08a	2.18a	1.49a	0.86a	3.29a
T ₃	2.24bc	1.59bc	1.08bc	0.80ab	1.43bc
T ₄	3.32ab	2.01ab	1.34ab	0.98a	2.33ab
T ₅	1.42c	1.31c	0.88c	0.57b	0.85c

* T₁: آبیاری کامل؛ T₂: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T₃: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T₄: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T₅: بدون آبیاری (دیم).

* T₁: Full irrigation; T₂: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T₃: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T₄: irrigation for 60% of the water requirement; T₅: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر وزن میوه، هسته و گوشت و طول و قطر میوه طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 4. Means comparison of the effect of irrigation regimes on weight of fruit, pit and flesh, and fruit length and diameter during 2016-17

رژیم آبیاری*	سال	وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	وزن هسته (گرم)	وزن گوشت (گرم)	
Irrigation regime*	Year	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Pit weight (g)	Flesh weight (g)	
T ₁	2016	۱۳۹۵	3.99a	1.90a	1.20a	0.94a	3.05a
	2017	۱۳۹۶	4.55a	2.56a	1.86a	1.11 ab	3.44a
T ₂	2016	۱۳۹۵	3.88a	1.86a	1.18a	0.71b	3.16a
	2017	۱۳۹۶	4.27a	2.51a	1.80a	1.01bc	3.42a
T ₃	2016	۱۳۹۵	1.45b	1.08b	0.68b	0.67b	0.78b
	2017	۱۳۹۶	3.03b	2.10bc	1.48bc	0.94c	2.08b
T ₄	2016	۱۳۹۵	3.55a	1.74a	1.11a	0.83ab	2.71a
	2017	۱۳۹۶	3.09b	2.28b	1.57b	1.13a	1.95b
T ₅	2016	۱۳۹۵	0.84b	0.72c	0.40c	0.30c	0.54b
	2017	۱۳۹۶	2.00c	1.90c	1.36c	0.83d	1.17c

* T₁: آبیاری کامل؛ T₂: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T₃: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T₄: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T₅: بدون آبیاری (دیم).

* T₁: Full irrigation; T₂: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T₃: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T₄: irrigation for 60% of the water requirement; T₅: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

با اعمال هفت تیمار آبیاری در طول فصل رشد، مشاهده شد که با افزایش میزان آب آبیاری، اندازه و وزن میوه افزایش یافت (Berenguer *et al.*, 2002).

در این پژوهش وزن گوشت که در ارقام کنسروی حائز اهمیت است 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. در این راستا گیرون و همکاران (Giron *et al.*, 2015) اظهار داشتند در درختان زیتون رقم سویلانا، 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 کم کرد. نامبردگان همچنین اظهار کردند که کم آبیاری متوسط به طور معنی داری پتانسیل اسمزی را در مقایسه با آبیاری کامل کاهش می دهد و باعث افزایش انتقال قند به میوه می شود. نتایج مطالعات روز کرانس و همکاران (Rosecrance *et al.*, 2015) نشان داد با افزایش میزان آب آبیاری درصد رطوبت میوه افزایش یافت و این یافته با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچون مطالعه حاضر، محققین مختلفی گزارش کرده اند که ابعاد و وزن میوه رابطه مستقیمی با میزان آبیاری و آب مصرفی دارد (Berenguer *et al.*, 2002)؛ (Mezghani *et al.*, 2012).

تأثیر سال بر نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب معنی دار نبود (جدول ۵). اثر تیمار آبیاری بر عملکرد میوه در هکتار، نسبت گوشت به هسته و درصد رطوبت میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. بین رژیم های آبیاری، بیشترین نسبت گوشت به هسته مربوط به تیمار کم آبیاری T₂ و بعد از آن تیمار شاهد بود و کمترین مقدار در شرایط دیم حاصل شد. بیشترین درصد رطوبت میوه در تیمار شاهد و تیمار کم آبیاری T₂ و T₄ مشاهده شد و کمترین مقدار در شرایط دیم به دست آمد (جدول ۶).

در پژوهش حاضر وزن میوه و ابعاد آن تحت تأثیر تنش کم آبیاری قرار گرفت که این موضوع در پژوهش های متعدد به اثبات رسیده است. معمولاً تنش خشکی و کم آبیاری شدید در زیتون منجر به کاهش اندازه میوه می شود. در مطالعه ای گزارش شده است که اعمال تنش بین چهار تا نه هفته بعد از مرحله تمام گل در زیتون (رقم لچینو) وزن و حجم میوه را کاهش داد (Rapoport and Costagli, 2004). نتایج لی و همکاران (Li *et al.*, 1989) نشان داد که تنش آبی در مرحله ابتدایی رشد میوه در درختان هلو باعث افزایش اندازه میوه شد. در طول دوره تنش متوسط، میوه فشار اسمزی خود را تنظیم می کند و با از بین رفتن تنش آبی، در واقع وضعیت آبی بهتری نسبت به میوه هایی که آبیاری به طور معمول داشته اند، خواهد داشت (Chalmers *et al.*, 1986).

در بررسی اثرات آبیاری در زیتون رقم آربکین،

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و درصد رطوبت میوه، نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 5. Combined analysis of variance of fruit yield and moisture, flesh to pit ratio, and water use efficiency during 2016-17

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	نسبت گوشت به هسته Flesh to pit ratio	درصد رطوبت میوه Fruit moisture	عملکرد میوه Fruit yield	راندمان مصرف آب Water use efficiency
Year (Y)	سال	1	0.000001 ^{ns}	133.15*	6690.10*	0.0001 ^{ns}
Block × Y	بلوک × سال	4	0.04	32.97	296438.90	0.36
Irrigation (I)	رژیم آبیاری	4	0.35**	1135.72**	109203230.10**	15.94**
I × Y	آبیاری × سال	4	0.04 ^{ns}	39.37 ^{ns}	1071987.50**	0.64*
Error	خطا	16	0.02	20.03	153733.60	0.15
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)	-	16.14	7.75	7.45	15.04

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. ns، * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۶- اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و درصد رطوبت میوه، نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب

Table 6. The effect of irrigation regimes on fruit yield and moisture, flesh to pit ratio, and water use efficiency

رژیم آبیاری*	نسبت گوشت به هسته	درصد رطوبت میوه	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
Irrigation regime*	Flesh to pit ratio	Fruit moisture (%)	Fruit yield (kg ha ⁻¹)	Water consumption (m ³ ha ⁻¹)	Water use efficiency (kg m ⁻³)
T ₁	1.26a	69.67a	9780.00a	5557.4	1.77b
T ₂	1.32a	67.28a	9233.30a	4547.31	2.04b
T ₃	0.84b	48.93b	1542.70c	279.19	5.51a
T ₄	1.00ab	64.81a	5276.7b	3334.22	1.62b
T ₅	0.78b	37.83c	488.70c	237.00	2.13b

* T₁: آبیاری کامل؛ T₂: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T₃: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از

گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T₄: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T₅: بدون آبیاری (دیم).

* T₁: Full irrigation; T₂: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T₃: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T₄: irrigation for 60% of the water requirement; T₅: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

میوه با افزایش تنش کم آبی مطابقت دارد. میانگین دوساله میزان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری محاسبه شده در تیمارهای مختلف در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج جدول مربوطه نشان می‌دهد که بین رژیم‌های مختلف آبیاری، بیشترین میزان راندمان آب مصرفی در هکتار مربوط به تیمار کم آبیاری T_3 بود و بقیه تیمارها در یک کلاس آماری قرار گرفتند هرچند از نظر عددی بیشترین مقدار مربوط به تیمار دیم و بعد از آن تیمار T_2 بود.

راندمان مصرف آب آبیاری یکی از عوامل مؤثر برای ارزیابی کارایی مدیریت مصرف آب آبیاری (Feres and Soriano, 2007) است. نتایج تحقیقات نشان داده راندمان مصرف آب بر اساس عملکرد با افزایش مصرف آب کاهش یافته است (Correa-Tedesco et al., 2010). در پژوهش حاضر نیز، راندمان مصرف آب تیمار کم آبیاری T_3 بالاتر از درختان شاهد بود. نتایج این پژوهش موافق با پژوهش‌های قبلی در خصوص افزایش راندمان مصرف آب با تیمار کم آبیاری است (Iniesta et al., 2009). در یک پژوهش، بهره‌وری میزان عملکرد درختان زیتون کم آبیاری شده با ۵۰ درصد نیاز آبی از نظر میزان عملکرد، بالاتر از درختان زیتون شاهد بود (Caruso et al., 2014). راندمان مصرف آب برای تولید محصول در درختان زیتون با استفاده از آب مصرف شده محاسبه شد که همیشه در تیمارهای کم آبیاری بالاتر از شاهد بود (Iniesta et al., 2009).

تأثیر رژیم آبیاری و اثرات متقابل سال در رژیم آبیاری بر عملکرد میوه در سطح احتمال یک درصد و اثر سال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). رژیم‌های آبیاری T_1 و T_2 دارای بیشترین میزان عملکرد میوه در هکتار بودند و کمترین میزان عملکرد میوه در تیمار دیم (رژیم آبیاری T_5) حاصل شد (جدول ۶).

عملکرد میوه در اغلب رژیم‌های آبیاری بسته به سال دارای تفاوت معنی‌دار بود که نشان از تناوب باردهی در زیتون دارد (جدول ۷). تغییر در میزان عملکرد ناشی از رفتار تناوب باردهی رقم زیتون و همچنین شرایط آب و هوایی است. عملکرد میوه زیتون به مقدار میوه‌های تشکیل شده، آب قابل دسترس و دمای محیط بستگی دارد. از آنجایی که زیتون درختی سال‌آور است بنابراین مقدار میوه تشکیل شده از سالی به سال دیگر فرق می‌کند. اندازه میوه به مقدار میوه تشکیل شده بر روی هر درخت بستگی دارد (Lavee and Wodner, 1991). نتایج این پژوهش با یافته‌های گالان و همکاران (Galan et al., 2005) و همچنین لاوله و وادنر (Lavee and Wodner, 2004) در مورد متغیر بودن عملکرد میوه در ارقام مختلف زیتون همخوانی دارد. تنش کم آبیاری متوسط باعث کاهش رشد رویشی، بهبود نفوذ نور به داخل تاج درخت و افزایش عملکرد میوه می‌شود (Rosecrance et al., 2015). نتایج این پژوهش با نتایج فوق در مورد افزایش عملکرد

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و درصد رطوبت میوه، نسبت گوشت به هسته و راندمان مصرف آب طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵

Table 7. Means comparison of the effect of irrigation regimes on fruit yield and moisture, flesh to pit ratio, and water use efficiency during 2016-17

رژیم آبیاری*	سال	نسبت گوشت به هسته	درصد رطوبت میوه	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
Irrigation regime	Year	Flesh to pit ratio	Fruit moisture (%)	Fruit yield (kg ha ⁻¹)	Water consumption (m ³ ha ⁻¹)	Water use efficiency (kg m ⁻³)	
T ₁	2016	۱۳۹۵	1.26ab	70.13a	9560.00a	4997.28	1.91b
	2017	۱۳۹۶	1.26a	69.21a	10000.00a	6116.80	1.63c
T ₂	2016	۱۳۹۵	1.42a	66.73a	8933.30a	4070.07	2.19b
	2017	۱۳۹۶	1.22a	67.83a	9533.30b	5024.56	1.89bc
T ₃	2016	۱۳۹۵	0.71c	43.50b	1385.30c	265.79	5.21a
	2017	۱۳۹۶	0.98b	54.36b	1700.00c	292.60	5.81a
T ₄	2016	۱۳۹۵	1.02bc	64.02a	6020.00b	2998.36	2.01b
	2017	۱۳۹۶	0.97b	65.60a	4533.30b	3670.08	1.23c
T ₅	2016	۱۳۹۵	0.79c	33.61b	497.30d	284.00	1.75b
	2017	۱۳۹۶	0.77b	42.05c	480.00d	190.00	1.52b

* T₁: آبیاری کامل؛ T₂: عدم آبیاری در طول مدت سخت‌شدن هسته و آبیاری کامل در سایر مراحل؛ T₃: آبیاری فقط در سه مرحله (قبل از گلدهی، شروع سخت‌شدن هسته و یک هفته قبل از برداشت)؛ T₄: آبیاری به میزان ۶۰٪ نیاز آبی؛ T₅: بدون آبیاری (دیم).

* T₁: Full irrigation; T₂: non-irrigation during pit hardening and full irrigation in other stages; T₃: irrigation in three stages (before flowering, the start of pit hardening and a week before harvesting); T₄: irrigation for 60% of the water requirement; T₅: no irrigation (rainfed).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

قرار گرفت، کم‌ترین عملکرد میوه مربوط به تیمار دیم و بیش‌ترین عملکرد میوه در تیمار شاهد و رژیم آبیاری (T₂) مشاهده شد. در میان تیمارهای کم آبیاری تنظیم‌شده تیمار کم آبیاری T₃، بالاترین راندمان مصرف آب در تولید میوه را داشت و کم‌ترین راندمان مصرف آب در تیمار T₄ مشاهده شد.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۴۱۰۲-۹۳-۵۵-۲ با استفاده از

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.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش عملکرد و ابعاد میوه و همچنین وزن گوشت میوه درختانی که قطع آبیاری را در مرحله سخت‌شدن هسته تجربه کردند (T₂)، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با درختان شاهد (T₁) نداشت. عملکرد میوه تحت تأثیر رژیم آبیاری

اعتبارات پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی انجام شد. نویسندگان لازم می دانند قدردانی خود را از مسئولان مربوطه اعلام دارند. همچنین از همکاران ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو شهرستان سرپل ذهاب به ویژه آقایان مهندس حاجی امیری و نجفی به خاطر کمک در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می شود.

References

- Arzani, K., and Arji, I. 2000.** The effect of water stress and deficit irrigation on young potted olive cv. Local-Roghani Roodbar. *Acta Horticulture* 537: 879-885.
- Anonymous. 2002.** Methodology for the secondary characterization (agronomic, phonological, pomological and oil quality) of olive varieties held in collection. Project on conservation, characterization, collection of Genetic Resources in olive. International Olive Oil Council. 23pp.
- Anonymous. 2008.** <http://www.fao.org/nr/water/ETo.html>. Accessed 27 November, 2014.
- 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: 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. cesonoma.ucdavis.edu/files/51774-pdf
- Caruso, G., Gucci, R., Urbani, S., Esposto, 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. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 21pp.
- 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: 904-907.

- Chartzoulakis, K., and Bertaki, M. 2015.** Sustainable Water Management in Agriculture under Climate Change. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4: 88-98.
- 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: 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: 1421-1434.
- D Andria, R., Morelli, G., Patiumi, M., and Fontanazza, G. 2000.** Irrigation regime affects yield and oil quality of olive trees. Fourth International Symposium on Olive Growing, Valenzano (Bari) Italy, pp136.
- 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.
- Fereres, E., and Soriano, M. A. 2007.** Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany* 58: 147-159.
- Gholami, R., Arji, I., and Gerdakaneh, M. 2013a.** Study of irrigation interval and mulch effects on vegetative growth of olive in Kermanshah province. *Journal of Horticultural Science* 27: 74-81 (in Persian).
- Gholami, R., Arzani, K., and Arji, I. 2013b.** Effect of Paclobotrazol (PBZ) and different irrigation amounts on vegetative growth and performance of young olive plants cv. Manzanillo. *Journal of Horticultural Science* 26: 402-408 (in Persian).
- Gholami, R., Sarikhani, H., and Arji, I. 2016.** Effects of deficit irrigation on some physiological and biochemical characteristics of six commercial olive cultivars in field conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 17: 39-52 (in Persian).
- 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.

- 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., and 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 Persian).
- Kheirabi, J., Tavakoli A., Entesari M., and Salamat A. 1996.** Deficit irrigation guidelines. In: the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, Tehran (in Persian).
- Lavee, S., Wodner, M., 1991.** Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive. *Horticultural Science* 66: 583-591.
- Lavee, Sh., and Wodner, M. 2004.** The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. *Scientia Horticulturae* 99: 267-277.
- 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 phonological stages of fruit development. *Journal of Horticulture Science* 64: 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.
- 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: 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*

190: 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: 117-129.

Ruiz-Sanchez, M. C., Domingo, R., and Castel, J. R. 2010. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8: 5-20.

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: 356-364.