اثر کم‌آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی میوه و روغن زیتون رقم کرونائیکی

جعفر نیکبخت[۱] *، مهدی طاهری و محسن سکاکی

استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه زنجان؛

Jaefarnikbakht@yahoo.com

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان؛

mohsen_sakaki@yahoo.com

دانش‌آموخته آبیاری و زهکشی دانشگاه زنجان؛

taheritekab@yahoo.com

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر شاخص‌های کمی و کیفی عملکرد محصول زیتون رقم کرونائیکی در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم زنجان واقع در گیلوان با طول جغرافیایی ′۰۵ °۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی ′۴۷ °۳۶ شمالی و ارتفاع متوسط ۳۳۰ متر از سطح دریا و با بافت خاک لوم در سال ۱۳۸۸ انجام شد. در این آزمایش، از چهار تیمار آبیاری شامل T_1، T_2، T_3 و T_4 به ترتیب (۱۰۰ (تیمار شاهد)، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد نیاز آبی درخت زیتون) با چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و از روش آبیاری قطره‌ای حلقوی استفاده شد. نیاز آبی گیاه بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی گیلوان و آخرین رابطه فائو-پنمن-مانتیث و ضریب گیاهی توصیه شده در نشریه ۵۶ فائو، استخراج شد. نتایج نشان داد که اثر کم‌آبیاری بر درصد روغن میوه، نسبت طول به قطر میوه، درصد تشکیل گل کامل و درصد تشکیل میوه ثانویه در سطح یک درصد و درصد تشکیل میوه اولیه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، لیکن، بر نسبت گوشت به هسته و درصد ماده خشک میوه معنی‌دار نشد. با توجه نتایج، کمترین درصد تشکیل گل کامل در تیمار T4 (۴۲ درصد) اتفاق افتاد. در اثر کم‌آبیاری، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین درصد تشکیل میوه اولیه (T_1) و تیمارهای کم‌آبیاری (حدود ۳۱ درصد اختلاف) وجود داشت. هم چنین، ادامه روند کم‌آبیاری باعث ایجاد اختلاف بین درصد تشکیل میوه ثانویه و میوه اولیه در تیمار T_4 شد. هم چنین، نسبت طول به قطر میوه تیمارهای کم‌آبیاری با تیمار شاهد در پنج درصد معنی‌دار شد. بنابراین، کم‌آبیاری در مواقعی که هدف کنسرو کردن زیتون‌ها باشد، توصیه نمی شود. بر اساس نتایج، بیشترین و کمترین درصد روغن به ترتیب از تیمارهای آبیاری ۷۵ درصد و ۲۵ درصد نیاز آبی (به ترتیب ۲۸/۴۹ و ۲۲/۷۳درصد) استحصال شد. با توجه به نتایج این پژوهش، در این منطقه برای درختان زیتون روغنی رقم کرونائیکی، ۲۵ درصد اعمال کم‌آبیاری از ابتدای فصل برای صرفه‌جویی در مصرف آب توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره ای حلقوی، فائو-پنمن- مانتیث، زیتون رقم کرونائیکی، نیاز آبیاری، صرفه‌جویی در مصرف آب

---

۱. زنجان-کیلومتر ۶ جاده زنجان-تبریز-دانشگاه زنجان-گروه مهندسی آب- کدپستی: ۴۵۳۷۱ ۳۸۱۱۱ -صندوق پستی: ۳۱۳

* دریافت: آبان، ۱۳۹۰ و پذیرش: اسفند، ۱۳۹۰

مقدمه

زیتون (***Olea europaea L.***) گیاهی است نیمه گرمسیری و مقاوم به خشکی که در مناطقی با زمستان معتدل قابل کشت است و در دوره‌های متفاوت رشد خود، حساسیت خاصی به کمبود آب نشان می‌دهد. به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف آبیاری بر عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی و رشدی نهال‌های جوان زیتون رقم زرد، پژوهشی توسط ارجی و همکاران (۱۳۸۱) در سال ۱۳۷۶ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آبیاری این آزمایش به ترتیب ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. بر اساس نتایج، نهال‌های تحت آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، در تعداد و سطح برگ، ارتفاع نهال، تعداد و طول شاخه‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. در نهال‌های تحت تیمار ۲۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی، ریزش برگ مشاهده شد و در بقیه تیمارها این شرایط مشاهده نشد. نتایج نشان داد که نهال‌های تحت تیمارهای آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، رشد خوب و ظاهری بهتر داشتند.

تحقیقی توسط گولدهامر (۱۹۹۹) در سال ۱۹۹۷ در کالیفرنیا صورت گرفت. نتایج نشان داد که کم‌آبیاری تنظیم شده بر روی باردهی میوه و وزن خشک میوه تأثیر معنی‌داری نداشت، لیکن وزن میوه تازه در شدیدترین تیمار کم‌آبیاری تا اندازه‌ای کوچک بود و درصد روغن در تمام تیمارهای کم‌آبیاری به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار کنترل (آبیاری کامل) بود، به گونه‌ای که در تیمار کم‌آبیاری تنظیم شده درصد روغن استحصالی در حدود ۳۰ درصد افزایش داشت. با توجه به نتایج این تحقیق، بیشترین مقدار روغن از درختانی به دست آمد که مقدار آب کمتری نسبت به آبیاری کامل دریافت کرده بودند. توگنتی و همکاران (۲۰۰۶) در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ ، آزمایشی بر روی درختان زیتون رقم فرانتویو[1] و لچینو[2] با چهار سطح آبیاری (بدون آبیاری، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد تبخیر-تعرق) در ایتالیا انجام دادند. نتایج نشان داد که از لحاظ عملکرد نهایی (مقدار میوه و میزان روغن استحصالی بر اساس ماده خشک) بین تیمارهای ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰درصد تبخیر-تعرق اختلاف معنی‌دار وجود داشت، لیکن، بین تیمارهای بدون آبیاری و ۳۳ درصد تبخیر-تعرق اختلاف معنی‌دار نشد.

نتایج آزمایش اینیستا و همکاران (۲۰۰۹) در منطقه کوردوبای اسپانیا نشان داد که عملکرد نهایی (میزان میوه و روغن زیتون استحصالی از کل درختان) در تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری پیوسته، از تیمار آبیاری کامل کمتر شد، اما درصد روغن استحصالی در تیمارهای کم‌آبیاری بیشتر از آبیاری کامل شد و بهره‌وری آب برای تولید روغن، در تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به تیمار آبیاری کامل بیشتر شد. نتایج آزمایش گراتان و همکاران (۲۰۰۶) که در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ در دره ساکرامونتای کالیفرنیا اجرا شد، نشان داد که در تیمارهای کم‌آبیاری از سطح ۱۵ تا ۸۹ درصد تبخیر-تعرق با افزایش میزان آب مصرفی، تعداد میوه در هر شاخه، در هر گل آذین، در هر سانتی‌متر شاخه و درصد تشکیل میوه افزایش داشت، ولی با افزایش میزان آب آبیاری از ۸۹ تا ۱۰۷ درصد تبخیر-تعرق تمام عوامل فوق کاهش نشان دادند و عملکرد نهایی (میزان میوه) و اندازه میوه با افزایش میزان آب مصرفی از ۱۵ تا ۱۰۷ درصد تبخیر-تعرق، افزایش یافت و میزان روغن استحصالی با افزایش میزان آب مصرفی از ۱۵ تا ۷۵ درصد تبخیر-تعرق افزایش داشت، اما از آن سطح آبیاری به بعد کاهش یافت. درصد روغن استحصالی در این تحقیق، با افزایش سطح آبیاری و میزان مصرف آب به صورت خطی کاهش نشان داد.

نتایج آزمایش گومز ریکو و همکاران (۲۰۰۷) که در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ با چهار سطح آبیاری شامل بدون کاربرد آب، کم‌آبیاری تنظیم شده، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی زیتون در کاستیلا-لامانچای اسپانیا انجام شد، نشان داد که میانگین تولید زیتون در تیمار بدون آبیاری، در حدود ۳۵ درصدکمتر از میانگین تولید تیمارها بود. اما اختلاف تولید زیتون در تیمارهای آبیاری ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی و تیمار آبیاری تنظیم شده از نظر آماری معنی‌داری نشد و نسبت گوشت به هسته در تیمارهای آبیاری بیشتر از تیمار بدون

1. Frantoio
2. Leccino

آبیاری شد. در تیمار کم‌آبیاری تنظیم شده با وجود اینکه آب کمتری نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر-تعرق مصرف شد لیکن ازنظر کیفیت روغن و محصول اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج آزمایش لاوی و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که ۵۰ درصد کم‌آبیاری، عملکرد محصول میوه را تا ۱۸/۵ درصد و روغن را تنها تا ۱۲/۲ درصد کاهش می‌دهد و در نتیجه با دو برابر کردن ناحیه کشت با مقدار آب صرفه‌جویی شده، می‌توان محصول میوه را تا حدود ۶۰ درصد و محصول روغن را تا حدود ۷۵ درصد افزایش داد. درصد روغن میوه تیمار آبیاری کامل نسبت به تیمار بدون آبیاری تا ۵۰ درصد کاهش نشان داد. نسبت گوشت به هسته با کاهش مصرف آب در زمان سفت شدن هسته، افزایش نشان داد.

نتایج آزمایش انجام گرفته توسط تووار و همکاران (۲۰۰۲) در سال‌های ۱۹۹۶، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸ در کاتالونیای اسپانیا نشان داد، اعمال کم آبیاری تا ۵۰ درصد نیاز آبی کامل گیاه بر درختان زیتون رقم آربیکن، برای تولید روغن با کیفیت مطلوب کافی می‌باشد، چرا که بر اساس نتایج اعمال این شرایط تأثیر منفی معنی‌دار بر کیفیت روغن نداشت. اما در تیمار T25 (تأمین ۲۵ درصد نیاز آبی گیاه) که کمترین آب را دریافت کرده بود، عوامل کیفی روغن به طور معنی‌داری از میزان آب دریافتی تأثیر پذیرفته بود. بر اساس نتایج این تحقیق، انجام کم‌آبیاری در طول دوره سخت شدن هسته (که منطبق بر دوره حداکثر تبخیر-تعرق درخت زیتون می‌باشد) باعث صرفه‌جویی زیاد در مصرف آب و افزایش معنی‌دار در کارآیی مصرف آب شد. بر اساس نتایج پژوهش پاتومی و همکاران (۲۰۰۲) که در سال ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸ در بنونتو[1] در جنوب ایتالیا به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف آبیاری بر کیفیت میوه زیتون و روغن آن با در نظر گرفتن چهار تیمار آبیاری، بدون آبیاری (تیمار شاهد) (T0)، ۳۳ درصد ETc[2] (T1)، ۶۶ درصد ETc (T2) و ۱۰۰ درصد ETc (T3) انجام شد (ETc بر اساس تشت تبخیر کلاس A محاسبه شد)، در دو سال آزمایش بین عملکرد دو تیمار T2 و T3 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین، وقوع بارش در طول تابستان تأثیر مثبت زیادی بر میانگین وزن میوه تیمار شاهد داشت، به طوری که در سال ۱۹۹۸، به دلیل عدم وقوع بارش در فصل تابستان، میانگین وزن میوه تیمار T0، ۴۲ درصد کمتر از T3 بود، در حالی که این اختلاف در سال ۱۹۹۷ به دلیل وقوع بارش‌های مناسب در طول دوره نهایی رشد میوه حدود ۱۱ درصد بود. بر اساس یافته‌های ایشان، اگر روند وقوع بارش از روند بارش‌های چند ساله تبعیت کند، آبیاری درختان زیتون با ۶۶ درصد ETc در این منطقه کافی می‌باشد چرا که در این حالت عملکرد به دست آمده مشابه با عملکرد تیمار ۱۰۰ درصد ETc خواهد بود.

بر اساس نتایج موتیلوا و همکاران (۲۰۰۰) که در سال ۱۹۹۶ به منظور بررسی تأثیر کم‌آبیاری تنظیم شده بر عملکرد روغن و ترکیبات آن در زیتون رقم آربیکن آزمایشی در لس گاریگوس[3] اسپانیا انجام شد، اختلاف بین عملکرد روغن حاصل از هر درخت در تیمارهای مختلف آبیاری معنی‌دار نبود. در این آزمایش تا مرحله شروع سخت شدن هسته‌ها، نیاز آبی کلیه تیمارها به صورت ۱۰۰ درصد تأمین شد، از این زمان به بعد (پنجم جولای فصل زراعی ۱۹۹۶) تا دو هفته مانده به رسیدگی کامل میوه (هفته سوم سپتامبر) تیمارهای کم‌آبیاری اعمال شدند. تیمارهای آبیاری در این پژوهش شامل T100 (تیمار شاهد) تأمین ۱۰۰ درصد ETc در طول فصل زراعی، T75، T50 و T25 به ترتیب تأمین ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ETc بود. در تیمارهای کم‌آبیاری رسیدگی میوه‌ها اندکی زودتر اتفاق افتاد. بالاترین شاخص رسیدگی در تیمار T25 (تأمین ۲۵ درصد ETc) که کمترین آب را دریافت کرده بود، مشاهده شد. هیچ اختلاف معنی‌داری در عملکرد روغن بر اساس وزن خشک و تر میوه در طول دوره رسیدگی میوه بین تیمارهای آبیاری مشاهده نشد. اما در زمان برداشت، بیشترین عملکرد روغن در تیماری که کمترین آب را دریافت کرده بود، مشاهده شد (۴۷/۴۴ درصد و ۴۴/۶۳ درصد به ترتیب برای تیمار شاهد و T25) که می‌تواند به علت محتوای آب میوه باشد.

1- Benevento
2. Crop Evapotranspiration
3- Les Garrigus

با عنایت به سیاست وزارت جهاد کشاورزی مبنی بر انتخاب منطقه طارم زنجان به عنوان قطب تولید زیتون کشور و روند افزایش سطح زیر کشت این محصول در این منطقه بر اساس این سیاست و با توجه به منابع آبی محدود این منطقه، تحقیق حاضر در زمینه اثر کم‌آبیاری بر درختان چهار ساله زیتون رقم کرونائیکی صورت گرفت تا تغییرات کیفی و کمی میوه و روغن آن در سطوح مختلف آب دریافتی مشخص شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم زنجان واقع در گیلوان با طول جغرافیایی ′۰۵ °۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی ′۴۷ °۳۶ شمالی و ارتفاع متوسط ۳۳۰ متر از سطح دریا و بافت خاک لوم از فروردین تا آبان ماه سال ۱۳۸۸ انجام شد. بر اساس داده‌های طولانی مدت هواشناسی ایستگاه سینوپتیک آب‌بر، اقلیم منطقه معتدل (بر اساس اقلیم‌نمای آمبرژه) بوده و میانگین بارندگی سالیانه در آن ۲۳۲ میلی‌متر، میانگین دما، رطوبت نسبی و ساعات آفتابی سالیانه به ترتیب ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد، ۶۸ درصد و ۲۷۸۰ ساعت به دست آمد.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد میزان نیاز آبی زیتون و چهار تکرار بر روی درختان زیتون رقم کرونائیکی انجام شد. تیمار ۱۰۰ درصد به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. کم‌آبیاری اعمال شده در این تحقیق به صورت پیوسته از ابتدای فصل آبیاری تا انتهای آن بود. کرونائیکی رقم اصلی کشور یونان بوده و یکی از ارقام روغنی زیتون می‌باشد. این رقم زودگل و زود بارده است و دارای طول دوره رویشی و نونهالی کوتاه و با باردهی ثابت و مقاوم به خشکی است (صادقی، ۱۳۸۱).

فاصله کاشت درختان از هم ۷/۵ متر در ۷/۵ متر بود. برای آبیاری درختان از روش آبیاری قطره‌ای حلقوی[1] استفاده شد که بر روی هر حلقه چهار عدد قطره‌چکان طولانی مسیر با دبی چهار لیتر در ساعت نصب شد. هر تیمار آبیاری شامل دو ردیف درخت بود که برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی آن، از یک کنتور آب استفاده شد. با استفاده از داده‌های ساعتی پارامترهای هواشناسی ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک آب‌بر و از طریق رابطه فائو-پنمن-مانتیث (فائو-۵۶) مقادیر تبخیر- تعرق روزانه گیاه مرجع برآورد شد و مقادیر تبخیر- تعرق روزانه زیتون از حاصل ضرب مقادیر فوق در ضریب گیاهی آن استخراج شد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به دور آبیاری حاکم در ایستگاه (سه روز)، روش آبیاری (قطره‌ای)، تعداد قطره‌چکان اختصاصی برای هر درخت و نیز میزان نیاز آبی گیاه در هر دور، حجم آب آبیاری و ساعات آبیاری هر تیمار به صورت هفتگی محاسبه و در هر دور آبیاری اعمال شد. جدول (۱) به طور نمونه مقادیر تبخیر-تعرق مرجع و ضریب گیاهی و تبخیر-تعرق زیتون و حجم آب آبیاری را برای چند هفته نشان می‌دهد.

لازم به توضیح است که به علت تغییر کیفیت آب منبع آب آبیاری (رودخانه قزل اوزن) در طول فصل آبیاری، در هر هفته نمونه‌ای از آب خروجی از قطره‌چکان‌ها برای تعیین هدایت الکتریکی تهیه شد. پس از تعیین هدایت الکتریکی، میزان آب آبشویی محاسبه شد و ساعات آبیاری نهایی بر اساس آن تعیین می‌شد (کلر و بلیسنر، ۱۹۹۰). به منظور بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر برخی شاخص‌های عملکرد محصول، اندازه‌گیری‌های زیر صورت گرفت.

1. Loop

جدول ۱. مقادیر تبخیر-تعرق مرجع، ضریب گیاهی، تبخیر-تعرق زیتون و حجم آب آبیاری تعدادی از هفته‌های دوره رشد گیاه

فصل	هفته از شروع آبیاری	تبخیر-تعرق مرجع	ضریب گیاهی	تبخیر-تعرق زیتون	حجم آب آبیاری
بهار	۱۱	۹/۷۸	۰/۶۸	۶/۶۲	۵۶/۲۳
بهار	۱۲	۱۰/۴۸	۰/۶۸	۷/۱۴	۶۰/۶۲
بهار	۱۳	۱۰/۲۴	۰/۶۹	۷/۰۱	۵۹/۵۷
تابستان	۱۴	۱۰/۴۱	۰/۶۹	۷/۱۷	۷۴/۱۸
تابستان	۱۵	۱۰/۳۲	۰/۶۹	۷/۱۵	۷۳/۹۰
تابستان	۱۶	۱۰/۵۸	۰/۷۰	۷/۳۷	۸۵/۳۱

درصد تشکیل گل کامل، میوه اولیه و میوه ثانویه

در فصل بهار و در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ماه در درختان تیمارهای آبیاری، تعداد چهار شاخه در طرفین جانبی درخت انتخاب و علامت‌گذاری و تعداد گل موجود در شاخه‌های انتخابی شمارش شد. سپس، در ۱۸ اردیبهشت، تعداد گل کامل تشکیل شده در آن، در اول خرداد ماه و دو هفته بعد از تمام گل، تعداد میوه اولیه و شش هفته بعد از تمام گل و در تاریخ ۲۹ خرداد ماه تعداد میوه‌های نهایی در همان پنج گل آذین شمارش شد. از تقسیم تعداد گل کامل به تعداد گل اولیه، درصد تشکیل گل کامل، از تقسیم تعداد میوه اولیه به تعداد گل اولیه، درصد تشکیل میوه اولیه و از تقسیم تعداد میوه نهایی به تعداد گل اولیه، درصد تشکیل میوه ثانویه هر تیمار به دست آمد.

نسبت طول به قطر میوه، درصد ماده خشک میوه و نسبت گوشت به هسته

۲۰ عدد میوه به طور تصادفی از چهار سمت هر درخت در تمامی تیمارها تهیه شد و طول و قطر میوه‌ها با استفاده از کولیس به دقت اندازه‌گیری شد. با تقسیم طول میوه به قطر آن و متوسط‌گیری از ۲۰ عدد حاصل، نسبت طول به قطر میوه هر تیمار به دست آمد. در مرحله بعد، هسته از میوه‌ها جدا شد و وزن گوشت و هسته به طور جداگانه اندازه‌گیری شد. گوشت میوه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از خشک شدن، وزن خشک گوشت میوه‌ها اندازه‌گیری شد. از تقسیم وزن تر گوشت به وزن هسته، نسبت گوشت به هسته و از تقسیم وزن خشک میوه به وزن تر آن، درصد ماده خشک میوه تعیین شد.

درصد روغن زیتون

دو گرم از ماده خشک نمونه‌های تهیه شده برای تعیین درصد ماده خشک میوه انتخاب شده و با استفاده از دستگاه سوکسله[1] روغن موجود در آن استحصال شد. از تقسیم مقدار روغن استحصالی به وزن ماده خشک (دوگرم) درصد روغن ماده خشک و با ضرب درصد روغن ماده خشک در نسبت وزن گوشت خشک به وزن گوشت تر، درصد روغن هر تیمار به دست آمد. پس از تهیه و آماده‌سازی داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار Mstatc، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول (۲) نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی زیتون رقم کرونائیکی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که کم‌آبیاری بر صفات نسبت طول به قطر میوه، درصد تشکیل گل کامل، درصد تشکیل میوه اولیه، درصد تشکیل میوه ثانویه و درصد روغن استحصالی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اما اثر کم‌آبیاری بر نسبت گوشت به هسته و درصد ماده خشک میوه معنی‌دار نشد. جدول (۳) اثر سطوح مختلف آبیاری بر میانگین صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق که بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد مورد تجزیه قرار گرفته را نشان می‌دهد.

1. Soxhlet

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی زیتون رقم کرونائیکی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد روغن میوه	نسبت طول به قطر میوه	درصد تشکیل گل کامل	درصد تشکیل میوه اولیه	درصد تشکیل میوه ثانویه	نسبت گوشت به هسته	درصد ماده خشک میوه
بلوک	۳	۱۱/۱۸۴	۰/۰۰۲	۱۶/۴۳۲	۱/۹۰۵	۱/۶۹۳	۰/۲۷۶	۱۳/۵۴۲
تیمارکم آبیاری	۳	۲۴/۱۸۰**	۰/۰۰۷**	۴۷۰/۲۵۵**	۱۴/۹۰۰*	۱۹/۱۴۶**	۰/۰۱۵ ns	۸/۰۰۰ ns
اشتباه آزمایشی	۹	۲/۱۰۳	۰/۰۰۱	۱۹/۶۷۲	۲/۱۴۴	۲/۵۶۱	۰/۱۸۳	۱۲/۲۹۲
ضریب تغییرات (٪)	---	۵/۶۹	۱/۹۲	۷/۶۸	۱۷/۵۶	۱۹/۵۶	۱۰/۱۷	۹/۱۴

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار؛ *و **: نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد (به ترتیب).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده زیتون رقم کرونائیکی تحت تأثیر تیمارهای کم‌آبیاری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

کم‌آبیاری	درصد تشکیل گل کامل	درصد تشکیل میوه اولیه	درصد تشکیل میوه ثانویه	نسبت طول به قطر میوه	درصد روغن میوه
100% CWR (شاهد)	۶۱/۱۹a	۱۰/۸۷a	۱۰/۸۷a	۱/۳۵۵b	۲۴/۵۴bc
75% CWR	۶۶/ ۷۵a	۸/۲۷۳b	۸/۲۷۳b	۱/۴۱۰a	۲۸/۴۹a
50% CWR	۶۱/۱۹a	۸/۰۳۵b	۸/۰۳۵bc	۱/۴۰۸a	۲۶/۲۶ab
25% CWR	۴۲/۰۰b	۶/۱۷۷b	۵/۵۱۷c	۱/۴۵۷a	۲۲/۷۳c

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد،
CWR: نیاز آبی گیاه،

با توجه به جدول (۳) ملاحظه می‌شود که بر اساس آزمون دانکن از نظر درصد تشکیل گل کامل، در سطح پنج درصد بین تیمارهای T_1، T_2 و T_3 اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. بیشترین مقدار تشکیل گل کامل در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی مشاهده شد و در تیمار T_4 با سطح آبیاری ۲۵ درصد نیاز آبی، درصد تشکیل گل کامل کمترین مقدار شد و باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار با سایرتیمارهای آبیاری شد به طوری که باعث شد این تیمار در یک گروه آماری پائین‌تر (گروه b) قرار گیرد. کم‌آبیاری موجب کاهش رطوبت قابل دسترس گیاه در خاک و افزایش پتانسیل ماتریک آن می‌شود. وقوع این حالت در طی مراحل تشکیل کامل گل‌ها (زمان شروع فصل رشد) اثرات منفی شدیدی بر روی رشد و نمو گل آذین و گل‌ها می‌گذارد. بر اساس نتایج آزمایش میشلاکیز (۱۹۹۵)، تمایز گل‌های زیتون ۸-۱۰ هفته قبل از باز شدن گل‌ها اتفاق می‌افتد و زمان بحرانی برای نمو گل‌های کامل است. تنش آبی در طول این مدت موجب کاهش کیفیت گل‌های زیتون به صورت گل‌های غیر فعال و یا بدون مادگی شود. در این شرایط، برخی از گل آذین‌ها رشد کامل نکرده و در نتیجه تعداد گل‌های کامل تشکیل شده بر روی گل آذین کاهش می‌یابد (میشلاکیز، ۱۹۹۵).

با توجه به جدول (۳)، از نظر درصد تشکیل میوه اولیه بین تیمار شاهد (T_1) و تیمارهای تحت شرایط کم‌آبیاری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین درصد تشکیل میوه اولیه در تیمار شاهد مشاهده شد که حدود ۳۱ درصد بیشتر از سایر تیمارهای کم‌آبیاری است. هم چنین، ملاحظه می‌شود که تداوم اعمال تنش آبی موجب گردید تیمارهای T_2 و T_3 از نظر آماری به یک گروه پائین‌تر (b) از گروه شاهد انتقال یابند، در حالی که تیمارهای فوق از نظر درصد تشکیل گل کامل با تیمار شاهد

در یک گروه آماری قرار داشتند. با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که ادامه کم‌آبیاری در طول دوره رشد، تأثیر معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) بر تشکیل میوه ثانویه از میوه‌های اولیه در تیمارهای T_2 و T_3 ایجاد نکرده است، ولی در تیمار تحت بیشترین تنش آبی (T_4)، ۶۶ درصد از میوه‌های اولیه ریزش نموده و به میوه ثانویه تبدیل نشدند که این حالت موجب شد تیمار T_4 در رده C قرار گیرد و با تیمار شاهد دو رده اختلاف داشته باشد. این مسئله به رقابت شدید بین میوه‌ها بر سر آب و مواد غذایی در این مرحله از رشد مربوط می‌باشد (طاهری، ۱۳۷۸).

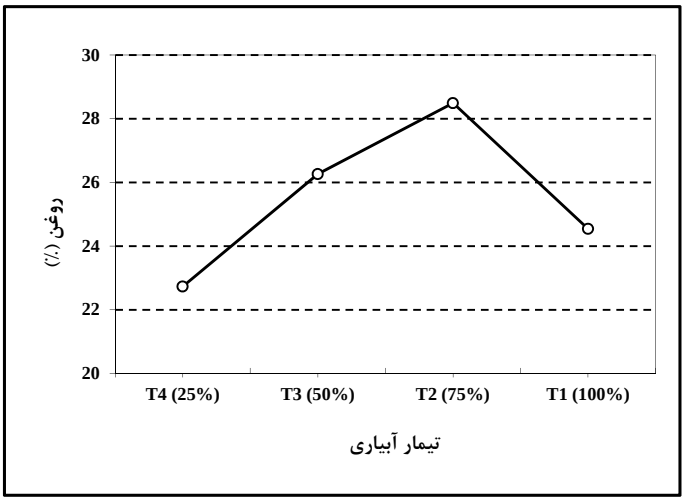
با توجه به جدول (۳)، نتیجه می‌شود در مراحل اولیه رشد، اعمال کم‌آبیاری و تنش آبی تأثیر کمتری بر مراحل رشد درختان گذاشته است و فقط تیمار تحت بالاترین سطح تنش آبی (T_4) در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌دار از این شرایط داشته است. این مسئله می‌تواند به دلیل وجود رطوبت در خاک ناشی از بارش‌های زمستانه و نیز تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاه از طریق بارندگی‌های اول بهار مربوط گردد. هم چنین، در اوایل فصل رشد به دلیل خنک بودن هوا نیاز آبی گیاه پائین می‌باشد که این شرایط موجب می‌شود گیاه از تنش آبی ناشی از کم‌آبیاری کمتر تأثیر پذیرد. اما ادامه روند کم‌آبیاری در مراحل بعدی رشد و کاهش رطوبت خاک و عدم وقوع بارندگی و هم چنین افزایش دمای هوا و به تبع آن افزایش نیاز آبی گیاه موجب شد که تنش آبی تأثیر بیشتری بر رشد گیاه بگذارد، به طوری که در تیمار T_4 نسبت به تیمار شاهد، کمترین میزان تشکیل میوه کامل و بیشترین ریزش میوه رخ داد. در مقایسه با تیمار شاهد، ریزش میوه در تیمارهای T_2 و T_3 کمتر از تیمار T_4 بود. این حالت می‌تواند به دلیل دریافت آب بیشتر در این دو تیمار نسبت به تیمار T_4 باشد.

تحقیقات نشان داده که دو مرحله تمایز اندام‌های گل و مراحل تشکیل میوه از مراحل حساس به تنش خشکی در زیتون می‌باشد. بنابراین، همان طور که در بالا اشاره شد، اعمال تنش آبی در مراحل تمایز اندام‌های گل موجب کاهش تعداد گل‌های کامل می‌شود که این مسئله دلیل اصلی کاهش تشکیل میوه اولیه از گل‌های کامل می‌باشد. تداوم اعمال تنش آبی در فاصله بین تشکیل میوه اولیه و ثانویه، موجب ایجاد رقابت شدید بین میوه‌های زیتون بر سر آب و مواد غذایی می‌شود. همین قضیه ریزش میوه‌ها را افزایش داده و موجب کاهش تشکیل میوه ثانویه می‌گردد (طاهری، ۱۳۷۸).

مطابق جدول (۳) اعمال تنش آبی در طول دوره رشد زیتون رقم کرونائیکی موجب شد اختلاف بین میانگین نسبت طول به قطر میوه تیمار شاهد T_1 (۱۰۰ درصد نیاز آبی) و تیمارهای T_2، T_3 و T_4 در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. به گونه‌ای که تیمار شاهد در رده b و تیمارهای کم‌آبیاری (T_2، T_3 و T_4) در رده a قرار گرفتند. هر قدر اختلاف بین طول و قطر میوه اندک باشد میوه‌ها درشت‌تر شده و شکل آنها به کره نزدیک‌تر می‌شود. اما در حالت اختلاف زیاد این نسبت، میوه‌ها کوچک‌تر شده و شکل آن حالت بیضوی خواهد داشت. در تیمار T_1 به دلیل تأمین کامل آب مورد نیاز گیاه و دسترسی به آب بیشتر، تا حد ممکن آب در میوه‌ها جمع گشته و متورم و درشت شده‌اند. این حالت باعث می‌شود که شکل آنها از حالت بیضوی به کروی منحرف شود. اما در تیمارهای T_2، T_3 و T_4 به دلیل عدم دسترسی به آب کافی، تورم میوه‌ها کمتر بوده و شکل آنها به شکل بیضوی نزدیک‌تر است.

با توجه به جدول (۳) ملاحظه می‌شود که شدت کم‌آبیاری تأثیر معنی‌داری بر نسبت طول به قطر میوه نمی‌گذارد. یکی از موارد مصرف زیتون کنسرو کردن آن به منظور مصرف همراه با غذای روزانه می‌باشد. بنابراین، در این شرایط اندازه میوه اهمیت دارد. درشتی و متورم بودن میوه‌ها در بازارپسندی و جلب رضایت مشتری تأثیر دارد. بنابراین در مواقعی که هدف نهایی از برداشت محصول، کنسرو کردن آن باشد در طول دوره رشد باید آب کافی در دسترس گیاه قرار گیرد تا میوه‌های درشت‌تری حاصل شود (میشلاکیز، ۱۹۹۵).

با توجه به جدول (۳)، بیشترین و کمترین درصد روغن به ترتیب از تیمارهای آبیاری ۷۵ و ۲۵ درصد نیاز آبی استحصال شد. شکل (۱) تغییرات درصد روغن نسبت به تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر جدول (۳) و شکل (۱)، مشاهده می‌شود علیرغم تأمین کل آب مورد نیاز درختان تیمار T_1، درصد روغن استحصالی از آن حتی از تیمار T_3 نیز کمتر می‌باشد. با توجه به شکل ۱ ملاحظه می‌شود که از سطح ۲۵ درصد تا سطح ۷۵ درصد نیاز آبی، درصد روغن استحصالی روند صعودی دارد، اما بعد از این سطح آبیاری درصد روغن روند نزولی به خود گرفته است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تا سطح ۷۵ درصد نیاز آبی، میزان روغن تشکیل شده در میوه بیش از میزان آب ذخیره شده در آن بوده و روند صعودی داشته، اما از این سطح آبیاری تا سطح آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) میزان روغن تشکیل شده در میوه کمتر از میزان آب ذخیره شده در آن است که این عامل باعث درشت‌تر شدن میوه‌های تیمار T_1 نسبت به سایر تیمارها می‌شود. مسئله اخیر از مقادیر نسبت طول به قطر میوه نیز به صورت واضح قابل استنتاج است. هم‌چنین می‌توان این چنین نتیجه گرفت که افزایش میزان آب در میوه باعث کاهش میزان استحصال روغن از میوه می‌شود (گراتان و همکاران، ۲۰۰۶).



شکل ۱. تغییرات درصد روغن در سطوح مختلف آبیاری در درختان زیتون رقم کرونائیکی

جدول (۴) نشان دهنده میزان آب مصرفی و کارآیی مصرف آب در تولید روغن درختان زیتون روغنی رقم کرونائیکی است. مقادیر مربوط به هر هکتار از حاصل ضرب تعداد اصله درخت موجود در هر هکتار (۱۷۸ اصله درخت) در میزان آب مصرفی و روغن استحصالی از تک درخت نشان را می‌دهد. جدول (۵) میزان اختلاف مقادیر آب آبیاری مصرف شده، روغن استحصالی و هم چنین کارآیی مصرف آب در تولید روغن بین تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و بقیه تیمارهای آبیاری را نشان می‌دهد.

جدول ۴- میانگین آب مصرفی و روغن استحصالی از تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	میانگین آب مصرفی (مترمکعب)		میانگین روغن استحصالی		کارایی مصرف آب در تولید روغن
	هر درخت	هر هکتار	هر درخت (گرم)	هر هکتار (کیلوگرم)	(کیلوگرم در مترمکعب)
T_1	۱/۹۲	۳۴۱/۷۶	۲۷۹/۵۲	۴۹/۷	۰/۱۴۵
T_2	۱/۳۶	۲۴۲/۰۸	۲۷۶/۷۶	۴۹/۲۶	۰/۲۰۳
T_3	۰/۸۶	۱۵۳/۰۸	۲۴۶/۵۲	۴۳/۸	۰/۲۸۶
T_4	۰/۴۳	۷۶/۵۴	۱۵۴/۶۶	۲۷/۵۳	۰/۳۶۰

جدول ۵. اختلاف مقادیر آب آبیاری و روغن استحصالی در هر هکتار بین تیمار شاهد و سایر سطوح آبیاری

تیمار	آب مصرفی		میزان روغن استحصالی	
	مترمکعب در هکتار	درصد	کیلوگرم در هکتار	درصد
T_1 و T_2	۹۹/۶۸	۲۹	۰/۴۹	۱
T_1 و T_3	۱۸۸/۶۸	۵۵	۵/۸۷	۱۲
T_1 و T_4	۲۶۵/۲۲	۷۸	۲۲/۲۳	۴۵

با توجه به جدول (۴) ملاحظه می‌شود که کارایی مصرف آب در تولید روغن با کاهش میزان آب آبیاری داده شده افزایش یافته است. به طوری که بیشترین و کمترین کارآیی مصرف آب در تولید روغن به ترتیب در تیمارهای T_4 و T_1 به میزان ۰/۳۶ و ۰/۱۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب (به ترتیب) به دست آمد. هم چنین، با توجه به جدول (۵)، در مقایسه با تیمار شاهد بیشترین و کمترین اختلاف کارآیی مصرف آب در تولید روغن به ترتیب مربوط به تیمار T_4 و T_2 به میزان ۲۲/۲۳ و ۰/۴۹ کیلوگرم در هر هکتار بود. دلیل روند تغییرات کارآیی مصرف آب در تولید روغن مربوط به تولید میوه پائین از کل درختان تیمارهای مختلف آبیاری و در نتیجه روغن استحصالی از آنها به دلیل عدم رسیدن درختان به بلوغ کامل بود.

با توجه به جدول (۵) مشاهد شد که اختلاف آب مصرفی بین دو سطح آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی، حدود ۹۹/۶۸ متر مکعب در هکتار (۲۹٪) شد در حالی که اختلاف روغن استحصالی در حدود ۰/۴۹ کیلوگرم در هکتار (یک درصد) بود. بنابراین، میزان آب صرفه‌جویی شده بین دو سطح آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد در مقایسه با میزان روغن استحصالی قابل توجه است با آب صرفه‌جویی شده در این شرایط می‌توان نیاز آبی تعداد ۷۳ اصله درخت زیتون روغنی رقم کرونائیکی را در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی تأمین نمود. میزان روغن زیتون استحصالی از ۷۳ اصله درخت با شرایط پژوهش حاضر حدود ۲۰/۲ کیلوگرم شد..

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل این آزمایش نشان داد که در منطقه طارم زنجان با کاهش ۲۵ درصد آب مورد نیاز زیتون روغنی رقم کرونائیکی، نه تنها عملکرد روغن در هر هکتار کاهش قابل ملاحظه نداشت، بلکه می‌توان با آب صرفه‌جویی شده سطح زیر کشت را افزایش داد و افزایش سطح کم آبیاری بیش از ۲۵ درصد نیاز آبی به علت تأثیر بر پارامترهای رشد زیتون نظیر نسبت طول به قطر میوه، درصد تشکیل گل کامل و عملکرد روغن در هر هکتار توصیه نمی‌شود.

تقدیر و تشکر

از مساعدت‌ها و همکاری‌های صمیمانه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی زنجان و همچنین مسئولین و کارکنان ایستگاه تحقیقات زیتون طارم زنجان کمال تشکر می شود.

فهرست منابع

۱. ارجی، ع.، ک. ارزانی و م. میرلطیفی. ۱۳۸۱. تاثیر مقادیر مختلف آبیاری بر عکس العمل‌های فیزیولوژیکی و رشد نهال‌های جوان زیتون رقم زرد. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۶، شماره ۱، صص۱۶ (۱): ۱۱۱-۱۲۰.

۲. صادقی، ح. ۱۳۸۱. کاشت داشت و برداشت زیتون. انتشارات مرکز نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

۳. طاهری، م. ۱۳۷۸. اثر محلول پاشی عناصر ازت، بور و روی بر روی تشکیل میوه و برخی خواص کمی و کیفی میوه زیتون رقم محلی زرد. پایان‌نامه فوق لیسانس، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

4. Allen, R.G., L.S., Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper, 56, Rome, Italy, 300 p.

5. Goldhamer, D. A. 1999. Regulated deficit irrigation for California canning olives. Acta Horticulturae, 474(1): 369-372.

6. Gomez Rico, A., M. D., Salvador, A., Moriana, D., Perez, N., Olmedilla, F. Ribas, and G. Fregapane. 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.

7. Grattan, S. R., M. J., Berenguer, J. H., Connell, V. S. Polito, and P. M.Vossen. 2006. Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. Agricultural water Management, 85: 133-140.

8. Iniesta, F., L., Testi, F. Orgaz, and F. J. Villalobos. 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.

9. Keller, J. and D. Bliesner. 1990. Sprinkler and trickle irrigation. Avi Book, Co. Ltd., New York, USA.

10. Lavee, S., E., Hanoch, M. Wonder, and H. Abramowitch. 2007. The effect of predetermined deficit irrigation on the performance of cv. Muhasan olives in the eastern coastal plain of Israel. Scientia Horticulturae, 112: 156-183.

11. Michelakis, N. 1995. Effect of water availability on the growth and yield of olive trees. Olivae, 56: 29-39.

12. Motilva, M. J., M. J., Tova, M. P., Romero, Alegre, S. and Girona, J., 2000. Influence of regulated deficit irrigation strategies applied to olive trees (Arbequina cultivar) on oil yield and oil composition during the fruit ripening period. Journal of Food and Agriculture, 80:2037-2043.

13. Patumi, M., R., d'Andia, V., Marsilio, G., Fontanazza, G. Morelli, and B., Lanza. 2002. Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (Olea europeaea L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. Food Chemistry, 77.

14. Tognetti, R., d'Andia, R., Lavini, A. and Morelli, G. 2006. The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of *Olea europaea* L. (cvs. Frantoio and Leccino). European Journal of Agronomy, 25: 356-364.

15. Tovar, M.J., M. P., Romero, S., Alegre, J. Girona, and M. J. Motilva. 2002. Composition and organoleptic characteristics of oil from Arbequina olive (Olea europaea L) trees under deficit irrigation. Journal of the Sience and Food Agriculture, 82:1755-1763.