نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، ص. ۲۴-۱۱

Water Management in Agriculture
Vol. 5, No. 1, Spring and Summer 2018, 11-24

مدیریت آبیاری زیتون

جلال جوادی‌مقدم[1]* و قاسم زارعی[2]

چکیده

گرچه هزاران سال است که زیتون در نواحی مدیترانه‌ای جهان کاشته می‌شود ولی اطلاعات کمی در خصوص آب مصرفی، ضریب گیاهی و برنامه‌ریزی آبیاری آن وجود دارد. با محدودیت منابع آبی موجود، ضرورت استفاده‌ی بهینه از آب در بخش کشاورزی امری ضروری است. بر این اساس تولید محصولات کشاورزی با حداقل مصرف آب از اهمیت بسیاری برخوردار است و به‌عنوان یک راهبرد مهم برای کشور ما تلقی می‌گردد. افزایش تقاضا برای زیتون چه به‌صورت تازه خوری، چه کنسروی و چه در صنایع روغن‌کشی، موجب شده است تا مسئولان کشاورزی کشور و باغداران به سوی محصولی با کیفیت و کمیت بالاتر روی بیاورند؛ اما به نظر می‌رسد رسیدن به این هدف بدون مدیریت صحیح آبیاری باغات رو به رشد زیتون امکان‌پذیر نمی‌باشد. زیتون درختی مقاوم است که حتی در شرایط محدودیت آب عملکرد مناسبی دارد. زیتون برای رفع کامل نیاز آبی به حدود ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر بارندگی سالانه نیاز دارد. در این مقاله مروری بر تحقیقات کاربردی انجام‌شده در خصوص مدیریت آبیاری درختان زیتون نظیر تعیین نیاز آبی، ضریب گیاهی، برنامه‌ریزی آبیاری و سامانه‌های آبیاری مناسب آن پرداخته شده‌است.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی آبیاری، ضریب گیاهی، نیاز آبی، زیتون.

مقدمه

درخت زیتون ازجمله درختان با قدمت و مقدسی می باشد که در ادیان آسمانی به‌ویژه در قرآن مجید از آن با حرمت یادشده است به‌طوری‌که آن را به‌عنوان شجرهٔ طیبه و مبارکه معرفی کرده است. این درخت پرثمر و درعین‌حال کم‌توقع است (شکل ۱). زیتون از قدیمی ترین منابع غذایی بشر است که با پیدایش تمدن های اولیه در انسان، استفاده از آن نیز رواج پیدا کرده است. زیتون درختی همیشه‌سبز، مقاوم، بردبار و کم‌توقع است که می‌توان از میوه و روغن آن استفاده کرد. گرچه خاستگاه زیتون نواحی مدیترانه است ولی امروز به سایر نقاطی دوردست مانند استرالیا، آرژانتین، شیلی، امریکا و ... که اقلیم‌های مشابه مدیترانه‌ای دارند، نیز گسترش‌یافته است (فررّز و همکاران، ۲۰۱۱).

زیتون بهترین رشد را در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای دارد. خصوصیات غالب این مناطق داشتن تابستان گرم و زمستان‌های بدون یخبندان است. در واقع زیتون درختی نیمه‌گرمسیری است. میانگین درجه حرارت سالیانه موردنیاز در مناطق زیتون‌کاری در فصل رشد ۲۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد بوده و بهینه دمای روز برای رشد ۲۷ سانتی‌گراد است. این گیاه تا دمای ۷- درجه سانتی‌گراد نیز از خود مقاومت نشان داده است. دمای بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نیز بیولوژی گیاه را دچار اختلال می‌کند (فرزام‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳).

شکل ۱- نمائی از باغات سنتی زیتون در اراضی شیب‌دار ترکیه

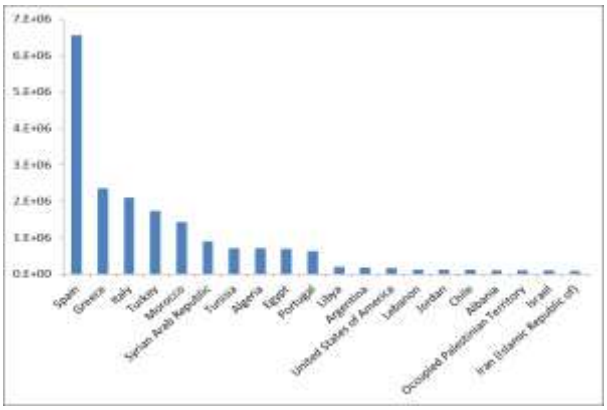
[1] استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (*نویسنده مسئول: j.javadi@aeri.ir).

[2] دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۰۲

باغات قدیمی زیتون با تراکم کم ۸۰-۷۰ درخت در هکتار معمولاً به‌صورت دیم کاشته و مدیریت می‌شوند ولی امروزه تمایل به احداث باغات مدرن و آبیاری آن‌ها برای افزایش عملکرد و تولید تجاری محصول، به وجود آمده است (موریانا و همکاران، ۲۰۰۷). تراکم باغات زیتون امروزه از ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ درخت در هکتار متغیر است. باغ‌های جدید ضمن افزایش تراکم، به سامانه‌های آبیاری قطره‌ای مجهز شده و در آن‌ها از تکنیک کودآبیاری نیز استفاده می‌شود (فررّز و همکاران، ۲۰۱۱).

بر اساس گزارش فائو (بی‌نام، ۲۰۱۶) زیتون در ۳۹ کشور جهان در سطحی معادل هشت میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۱۸۸۰ کیلوگرم در هکتار تولید شده است. زیتون مهم‌ترین درخت میوه در حوزهٔ مدیترانه است به‌طوری‌که ۹۸٪ سطح کشت این محصول در حوزهٔ مدیترانه قرار دارد و بیشترین آن به‌ترتیب در کشورهای اسپانیا، یونان، ایتالیا و ترکیه قرار دارند. در اسپانیا مهم‌ترین کشور تولیدکنندهٔ زیتون، در بیست سال واقع در دهه‌های ۸۰ و ۹۰ میلادی، ضمن افزایش ۲۷٪ در سطح زیرکشت، میزان تولید ۲۳۰٪ شده است (MAPA, 2004). این افزایش بهره‌وری بیشتر به خاطر عملیات آبیاری باغات به وجود آمده است. بیست کشور برتر تولیدکننده زیتون در شکل ۲ ارائه‌شده‌اند. همچنین بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی ایران (بی‌نام، ۱۳۹۶)، سطح زیرکشت زیتون کشور در حدود ۸۷۰۰۰ هکتار آبی و ۷۶۰۰ هکتار دیم، به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۲۶۳۰ و ۹۶۰ کیلوگرم در هکتار بوده است.



شکل ۲- بیست کشور برتر تولیدکننده زیتون

علی‌رغم شرایط اقلیمی کشور و وجود مناطق مستعد جهت کشت زیتون، ایران ۸۰ درصد روغن موردنیاز خود را از خارج وارد می‌کند. رشد درخت زیتون متناسب با شرایط اقلیمی متغیر است؛ به صورتی که در شرایط اقلیمی مدیترانه‌ای به‌صورت درختی بزرگ و تنومند رشد می‌کند اما درصورتی که این شرایط وجود نداشته باشد، رشد درخت زیتون به‌صورت درختچه کوچک و کوتاه است. زیتون گیاهی مقاوم به خشکی است که در آینده نزدیک جایگاه و اهمیت خاصی را در صنعت میوه‌کاری ایران به خود اختصاص خواهد داد. افزایش سطح زیرکشت این محصول در سال‌های اخیر حاکی از اهمیت اقتصادی و ارزش بالای تغذیه ای آن است. طرح توسعه کشت زیتون در کشور از سال ۷۲ در کشور شروع و همچنان ادامه دارد. در شروع طرح سطح زیرکشت در کشور ۴۵۰۰ هکتار و فقط در سه استان گیلان، زنجان و قزوین وجود داشت. در شرایط حاضر سطح زیرکشت زیتون در کشور نزدیک به ۸۰ هزار هکتار است که از این مقدار سطح، سالانه بیش از ۱۰۵ هزار تن زیتون برداشت می‌شود. با توجه به بالا بودن کارایی مصرف آب در زیتون در مقایسه با سایر گیاهان باغی، در صورت فراهم بودن میزان حداقل آب در طول سال، توسعه باغات زیتون در مناطق مستعد کاشت این محصول در کشور، می‌تواند از بروز فرسایش خاک در اراضی شیب‌دار و تشکیل کانون‌های ریز گرده‌ها در نواحی خشک‌شده جلوگیری کرده و علاوه بر آن باعث ایجاد اشتغال پایدار و افزایش درآمد برای روستائیان شده و با افزایش تولید روغن، منجر به کاهش واردات روغن‌نباتی در سطح کشور گردد (فرزام‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳).

امروزه با پیشرفت علوم و فناوری، خواص و ارزش‌های غذایی و درمانی روغن‌زیتون بیشتر آشکار شده است. در دهه‌های گذشته به علت عدم آشنایی مردم با نحوهٔ مصرف زیتون و خواص منحصربه فرد روغن آن، کشت زیتون از رونق کافی برخوردار نبوده است. لیکن با شناخت به‌وجود آمده از استعداد کشور برای کاشت و تولید روغن، مسئولین مصمم شده‌اند با عزمی راسخ کشت این درخت را در سطحی گسترده توسعه دهند به‌طوری‌که ضمن افزایش سلامت جامعه، وابستگی کشور به روغن‌نباتی وارداتی، کاهش داده شود. به‌رغم قدمت این گیاه باارزش، اطلاعات کمی در خصوص آب مصرفی، ضریب گیاهی و برنامه‌ریزی آبیاری آن وجود دارد (فررّز و همکاران، ۲۰۱۱)؛ بنابراین در این مقاله سعی شده است تا با مرور تحقیقات انجام‌شده، به مدیریت آبیاری درختان زیتون نظیر تعیین نیاز آبی، ضریب گیاهی، برنامه‌ریزی آبیاری و سامانه‌های آبیاری مناسب آن پرداخته شود.

نیاز آبی زیتون

گرچه هزاران سال است که زیتون در نواحی مدیترانه‌ای کاشته می‌شود ولی اولین اندازه‌گیری آب مصرفی آن (ET) تقریباً ۷۰ سال پیش به‌وسیله هندریسکون و وایمیر (۱۹۴۹) در ایالت کالیفرنیا انجام

شد (Hendrickson Veihmeyer, 1949). نتایج این مطالعه نشان داد که تعرق (T) زیتون از بیشتر درختان میوه خزان کننده کمتر است. بعداً دورنباس و پروت (۱۹۷۴) ضریب گیاهی (Kc) زیتون را تعیین و ارائه کردند که تا چندی پیش نیز، معتبر بود (Doorenbos and Pruitt, 1974). مطالعات مقایسه‌ای بین هدایت آبی برگ زیتون با گیاهان یک‌ساله‌ای مثل آفتابگردان، تأییدکنندهٔ نیاز آبی کمتر زیتون است (Fereres, 1984).

زیتون مقاومت نسبی به خشکی خاک دارد و در مناطقی با میزان بارندگی سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر می‌تواند به‌صورت دیم کشت شود. در بیشتر باغات سنتی و کم تراکم اسپانیا، به‌طورمعمول با ۲۰۰–۱۰۰ میلی‌متر در طول دورهٔ رشد، تأمین آب زیتون به‌صورت آبیاری تکمیلی انجام می‌گیرد. درخت زیتون برای رفع کامل نیاز آبی به حدود ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر بارندگی سالانه نیاز دارد. هر درخت بالغ زیتون برای رشد کافی و افزایش کیفیت روغن، در طول فصل رشد بین ۱۷۰۰ تا ۲۴۰۰ لیتر آب نیاز دارد. تنش آبیاری از بهمن تا خردادماه می‌تواند رشد جوانه‌های گل، شکوفه‌دهی، تشکیل میوه و رشد شاخساره‌ها را با اختلال روبرو سازد. کمبود رطوبت خاک بین خرداد تا مردادماه می‌تواند سبب کوچک ماندن میوه و چروکیدگی آن شود. تنش آبی در طی شهریورماه نیز سبب کاهش کیفیت و اندازه میوه می‌شود. آبیاری منظم باغ زیتون سبب کاهش پدیده تناوب باردهی (سال آوری) می‌گردد. همچنین، آبیاری بیش‌ازحد درختان زیتون منجر به رشد اضافی، نیاز به هرس بیشتر و افزایش هزینه کارگری و همچنین کاهش کیفیت روغن می‌شود. آبیاری مناسب زیتون سبب بهبود اندازهٔ میوه و افزایش کمیت و کیفیت روغن می‌گردد (Doorenbos and Pruitt, 1974). زیتون را گیاهی مناسب آب‌وهوای مدیترانه‌ای می‌شناسند. خصوصیات آب‌وهوای مدیترانه‌ای دارا بودن بهار و تابستان آفتابی و طولانی، پاییز کوتاه‌مدت و پرباران و نیز زمستان معتدل سرد می‌باشد. این گیاه معمولاً محدودهٔ دمایی بین ۴۰ درجه سانتی گراد تا ۷– درجه سانتی گراد سرما را به‌راحتی تحمل می‌کند. اگر سرما و یخبندان زودگذر و آنی باشد تا دمای ۱۵ – درجه سانتی گراد نیز مقاومت می کند. ولی یخبندان های شدید ادواری موجب سرمازدگی و از بین رفتن ساقه و اندام های هوایی درخت زیتون می شود. درصورتی که آب کافی برای آبیاری وجود داشته باشد، زیتون در خاک‌های مختلف محصول کافی می‌دهد. ولی خاک‌های مناسب زیتون‌کاری خاک‌هایی با بافت شنی – رسی و دارای واکنش قلیایی و زهکش خوب هستند. درهرصورت خاک های غنی، درختان قوی و محصول فراوان به بار می آورند. کاهش آب در گیاه موجب نقصان فعالیت فیزیولوژیکی می‌شود. زمان‌های بحرانی نیاز زیتون به آب هنگام باز شدن جوانه‌ها، تشکیل میوه‌ها و اواخر رشد میوه‌ها می‌باشد. نقصان آب از اوایل اسفند تا تشکیل میوه ممکن است موجب ناقص ماندن تخمدان، عدم تشکیل پرچم و ۴۰ تا ۱۰۰ درصد نقصان در تشکیل گل شود (لوزرت، ۱۳۷۶). اثرات کمبود آب روی رشد و تولید محصول زیتون در جدول ۱ ارائه شده است (سیف‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۱- اثرات کمبود آب بر روی فرآیندهای رشد و تولید محصول زیتون

مرحله چرخه رویشی–تولیدی	دوره	اثر کمبود آب
رشد رویشی	اواخر تابستان تا پاییز	رشد و نمو ضعیف جوانه گل و سرشاخه سال بعد
تشکیل جوانه گل	اواسط بهمن تا اواسط اردیبهشت	کاهش در تعداد گل‌ها در اثر سقط مادگی
گلدهی	اردیبهشت – خرداد	کاهش در گل‌های بارور
تشکیل میوه	اردیبهشت – خرداد	کاهش در تشکیل میوه (افزایش سال‌آوری)
رشد ابتدایی میوه	خرداد – تیر	کاهش اندازهٔ میوه
رشد ثانویه میوه	مرداد تا آذر	کاهش اندازهٔ میوه
ساخت روغن	تیر تا آذر	کاهش مقدار روغن در میوه

تبخیر–تعرق (ET)

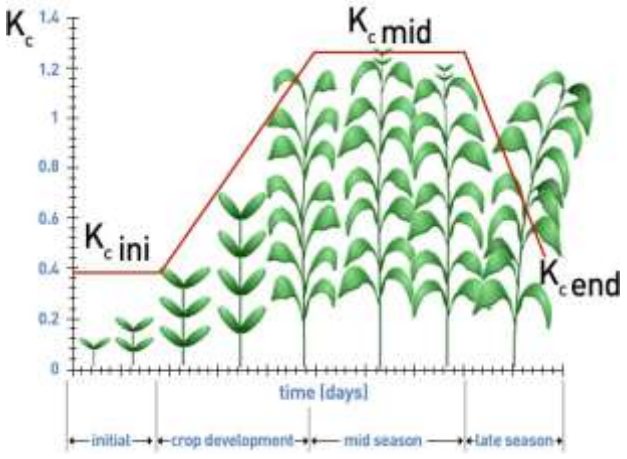
تبخیر– تعرق (ET) از ترکیب دو مؤلفه تبخیر از سطح خاک و تعرق از اندام‌های هوایی گیاهی، تشکیل‌شده است. تبخیر و تعرق مرجع که در محاسبه تبخیر و تعرق گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌صورت استاندارد تعریف و اندازه‌گیری می‌شود. تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ETo) عبارت است از میزان تبخیر و تعرق از سطح یک گیاه مرجع (چمن و یا یونجه) با پوشش کامل گیاهی و یکنواخت به ارتفاع ۱۵– ۱۰ سانتی‌متر که از لحاظ رطوبت برای رشد محدودیتی نداشته باشد. تبخیر و تعرق مرجع به روش‌های مختلفی قابل تخمین است (مثلاً پن‌من مانتیث– فائو). در این روش‌ها عمدتاً از اطلاعات هواشناسی (درجه حرارت، رطوبت نسبی، تشعشع، سرعت باد و ....) استفاده می‌شود.

تبخیر و تعرق واقعی گیاهان (ETc) نیز بر اساس تبخیر و تعرق گیاه مرجع در منطقه قابل محاسبه است. تبخیر و تعرق واقعی گیاهان از حاصل‌ضرب تبخیر – تعرق گیاه مرجع (ETo) در ضریب گیاهی (Kc) محصول موردنظر به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$ETc = ETo * Kc \qquad (۱)$$

مقدار ضریب گیاهی بستگی به نوع محصول و مرحله رشد آن دارد (شکل ۳). تحقیقات انجام‌شده در این زمینه برای زیتون نشان‌دهنده آن است که ضرایب توصیه‌شده توسط فائو مطابق با جدول ۲ برای زیتون نتیجه‌بخش بوده است (Allen et al., 1998). این ضرایب برای درختان بالغ (حالت پوشاندن ۶۰–۴۰ درصد سطح زمین به‌وسیلهٔ پوشش تاج درختان زیتون و ارتفاع درختان بین ۵–۳ متر) پیشنهادشده است. در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستیم، می‌توان Kc کمتری برحسب میزان آب در دسترس و با پیروی از الگوی تغییرات Kc در تمام فصل رشد گیاه زیتون، بکار برد.

پاستر و اورگاز (۱۹۹۴) ضریب گیاهی ماهانه را برای باغات زیتون بالغ در اسپانیا (با داشتن پوشش گیاهی ۶۰٪) برای ماه‌های دی تا آذر سال بعد، به‌ترتیب۰/۵۰، ۰/۵۰، ۰/۶۵، ۰/۶۰، ۰/۵۵، ۰/۵۰، ۰/۴۵، ۰/۴۵، ۰/۵۵، ۰/۶۰، ۰/۶۵ و ۰/۵۰ تعیین کرده‌اند. میانگین این ضریب برای دورهٔ رشد اولیه ۰/۶۵، برای دورهٔ میانی ۰/۴۵ و برای دورهٔ انتهائی ۰/۶۵ اعلام‌شده است. طول دورهٔ رشد ابتدائی، توسعه، میانی و انتهائی به‌ترتیب ۳۰، ۹۰، ۶۰ و ۹۰ روز پیشنهاد شده‌اند. همچنین مقدار آن برای خارج از فصل (فصل زمستان)، برابر ۰/۵۰ پیشنهاد شده است (Pastor and Orgaz, 1994).



شکل ۳- ضرایب گیاهی در مراحل رشد زیتون

اخیراً اورگاز و همکاران (۲۰۰۶) مدلی را برای محاسبه Kc درختان زیتون ازنقطه‌نظر مکانیزم کارکرد که بستگی به حجم آسمانه گیاهی، بارندگی و تبخیر و تعرق دارد، معرفی کرده است. با این روش معمولاً نیاز آبی زیتون بیشتر از روش ارائه‌شده FAO تخمین زده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر با روش FAO، کم آبیاری اتفاق می‌افتد. در این مدل، تبخیر و تعرق (ET) باغ زیتون حاصل جمع دو جزء تبخیر خاک (Es) و تعرق آسمانه گیاهی (Ep) است. اگر درخت زیتون تحت آبیاری قطره‌ای باشد، تبخیر از لکه‌های خیس شده ناشی از کارکرده قطره‌چکان‌ها (Ews) نیز باید منظور شود. همچنین بعد از وقوع یک بارندگی، آب جمع شده روی آسمانه گیاهی مستقیماً به اتمسفر تبخیر می‌شود (Epd). این جزء از تلفات تبخیر ممکن است در دوره‌های بارانی زیاد باشد (Orgaz et al., 2006).

در این روش محاسباتی مقدار ماهانهٔ Kc که بدون بعد است، از جمع چهار جزء تبخیر و تعرق (ET) فوق به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K_c = \frac{\mathrm{ET}}{\mathrm{ET}_0} = \frac{E_\mathrm{p} + E_\mathrm{pd} + E_\mathrm{s} + E_\mathrm{ws}}{\mathrm{ET}_0} \qquad (۲)$$

$$K_\mathrm{c} = \frac{E_\mathrm{p}}{\mathrm{ET}_0} + \frac{E_\mathrm{pd}}{\mathrm{ET}_0} + \frac{E_\mathrm{s}}{\mathrm{ET}_0} + \frac{E_\mathrm{ws}}{\mathrm{ET}_0} = K_\mathrm{p} + K_\mathrm{pd} + K_{\mathrm{s}1}(1 - F_\mathrm{w}) + K_{\mathrm{s}2}(F_\mathrm{w}) \qquad (۳)$$

که در آن‌ها Kp ضریب حاصل از جزء تعرق از آسمانه گیاهی، Kpd ضریب حاصل از تبخیر مستقیم از آسمانه گیاهی بعد از یک واقعهٔ بارندگی، Ks_1 ضریب حاصل از تبخیر خاک، Ks_2 ضریب ناشی از تبخیر از خاک خیس شدهٔ حاصل از کارکرد قطره‌چکان‌ها و Fw کسری از زمین خیس‌شده به‌واسطهٔ کارکرد قطره‌چکان‌ها هستند.

پرز لوپز و همکاران (۲۰۰۷) ضریب گیاهی درختان زیتون سه‌ساله را طی سه سال زراعی ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ به روش اورگاز و همکاران (۲۰۰۶) تعیین کردند. باغات زیتون در منطقهٔ Giudad Real اسپانیا واقع بود و با سامانهٔ قطره‌ای آبیاری می‌شدند. آبیاری پنج بار در هفته و با چهار قطره‌چکان به ازای هر درخت با آبدهی ۸ لیتر در ساعت برای هر قطره‌چکان، انجام می‌شد. فاصله لوله‌های لترال که در دو طرف درختان قرار داشتند، ۰/۷۵ متر از ساقهٔ درختان بود. جدول ۳ نتایج این اندازه‌گیری‌ها را در طول ماه‌های May تا September را نشان می‌دهد (Perez-Lopez et al., 2007).

جدول ۲- ضرایب گیاهی (Kc) زیتون در طول دوره رشد آن

مشخصات گیاهی	دورهٔ رشد				
	مرحله اولیه	مرحله رویشی	مرحله میانی	مرحله نهایی	جمع
طول دوره رشد (روز)	۳۰	۹۰	۶۰	۹۰	۲۷۰
ضریب تخلیه مجاز (درصد)					۶۵
عمق توسعه ریشه (متر)					۱/۷
ضریب گیاهی (Kc)	۰/۶۵	–	۰/۷	۰/۷	–
ضریب واکنش گیاهی (Ky)	۰/۲				

جدول ۳- ضریب Kc محاسبه‌شده و اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن برای باغات زیتون جوان در اسپانیا (Perez-Lopez et al., 2007)

ماه	Kp	Kpd	Ks_1	Ks_2	Kc
۲۰۰۱					
May	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۲۳	۰/۳۶
June	۰/۰۱	۰	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۱۵
July	۰/۰۱	۰	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۱۲
August	۰/۰۱	۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۳
September	۰/۰۱	۰	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۵
۲۰۰۲					
May	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۳۰
June	۰/۰۴	۰	۰/۱۶	۰/۲۳	۰/۲۱
July	۰/۰۴	۰	۰/۱۰	۰/۲۳	۰/۱۶
August	۰/۰۳	۰	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۲۰
September	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۳۷	۰/۲۷	۰/۴۰
۲۰۰۳					
May	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۹
June	۰/۰۶	۰	۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۱۸
July	۰/۰۶	۰	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۱۵
August	۰/۰۵	۰	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۲۰
September	۰/۰۵	۰	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۲۴

همان‌گونه که از این جدول مشاهده می‌شود، ضریب گیاهی درختان زیتون جوان (سه تا شش‌ساله) کم بوده و بسته به ماه، وضعیت اقلیمی و شرایط آبیاری، بین ۰/۱۲ تا ۰/۴۰ متغیر است. اصولاً آبیاری درختان جوان زیتون هنگامی‌که بار نداشته و یا بار کمی دارند، باید محدود باشد گرچه نیاز آبی باغ‌های زیتون جوان گمان می‌رود کم باشد، اما در این خصوص اطلاعات کمی در دست است (Perez-Lopez et al., 2007).

از نظر اورگاز و فررّز (۱۹۹۷)، ضریب Kc بستگی به فصل رشد و نیز وضعیت درختان زیتون دارد به‌طوری که می‌تواند مقدار آن بین ۰/۵ تا بزرگ‌تر از ۱ متغیر باشد. به‌طورکلی Kc زیتون در اسپانیا ۰/۶ برای ماه‌های April و May، ۰/۵۵ برای ماه June، ۰/۵۰ برای ماه‌های July و August و ۰/۶۰ برای ماه September تعیین و گزارش‌شده است (Orgaz and Fereres, 1997; Fereres and Goldhamer, 1990).

اندازه‌گیری تبخیر–تعرق گیاه مرجع (ETo)

از روش‌های اندازه‌گیری تبخیر و تعرق گیاه مرجع می‌توان به روش‌های مستقیم (لایسیمتری)، به‌کارگیری تبخیرسنج‌ها (تشت تبخیر) و استفاده از روابط تجربی (مثلاً رابطهٔ هارگریوز – سامانی) و یا روابط مبتنی بر تئوری (مثلاً روش فائو پنمن مانتیث) اشاره کرد. در این قسمت به دو روش کاربردی از آن‌ها اشاره می‌گردد.

الف- تشتک تبخیر

یکی از روش‌های غیرمستقیم، مناسب و کم‌هزینه برای تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع، استفاده از تشت تبخیر می‌باشد (شکل ۴). تشت تبخیر ساده‌ترین وسیله‌ای است که با آن می‌توان مقدار تبخیر را در یک سطح نسبتاً آزاد به دست آورد. در ایستگاه‌های هواشناسی معمولاً از تشت تبخیر استاندارد کلاس A که ظرفی استوانه‌ای از جنس آهن گالوانیزه با قطر ۱۲۰/۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر است، استفاده می‌شود. درصورتی‌که مقدار تبخیر از تشت در یک دوره زمانی مشخص (روز یا ماه) برابر Ep باشد، تبخیر تعرق مرجع (ETo) در همان دوره برابر خواهد بود با:

$$ETo = Kpan * Ep \qquad (۴)$$

Kpan به نام ضریب تشت معروف بوده و بستگی به وضعیت استقرار تشت و محیط اطراف آن داشته و مقدار آن بین ۰/۵ تا ۰/۸۵ متغیر است. سرعت باد، رطوبت هوا و ارتفاع از سطح دریا نیز بر ضریب تشت موثرند. ضریب تشت برای کارهای عملی معمولاً ۰/۶۶ در نظر گرفته می‌شود (Allen et al., 1998).

شکل ٤- تشت تبخیر استاندارد کلاس A

ب- استفاده از مدل‌های ریاضی و نرم‌افزار NETWAT

نرم‌افزار NETWAT که به‌عنوان سند ملی آب نیز معروف است، جهت برآورد نیاز آبی گیاهان باغی و زراعی در ایران بکار برده می‌شود. آمار و اطلاعات موجود در این نرم‌افزار بسیار کاربردی است و در مطالعات بسیاری از طرح‌های آبیاری، سدسازی، زهکشی و پروژه‌های مرتبط با مهندسی آب، مورداستفاده قرار می‌گیرد. این نرم‌افزار در واقع خروجی و نتیجهٔ طرح "نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی ایران" است که به‌طور مشترک توسط وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی کشور انجام‌گرفته است. در این نرم‌افزار اطلاعات مربوط به تبخیر و تعرق گیاهان کشت‌شده در ۶۲۰ دشت ایران موجود است. با برآورد صحیح تبخیر و تعرق مربوط به گیاه کشت‌شده در سطح مزرعه، می‌توان مدیریت‌های آبی و زراعی را با کیفیت مطلوب در سطح مزرعه انجام داد. عموماً آمار هواشناسی ۳۰ ساله به‌صورت اصلاح‌شده، برای برآورد تبخیر و تعرق در این نرم‌افزار مورداستفاده قرارگرفته است. اساس روش محاسباتی نرم‌افزار، استفاده از روش پنمن مانتیث فائو است. استفاده از این نرم‌افزار برای کاربران بسیار ساده بوده و کافی است با انتخاب گیاه و دشت موردنظر، نیاز خالص گیاه موردنظر در دهه‌های طول دوره رشد، نشان داده شود. لینک دریافت نرم‌افزار و همچنین راهنمای آن، به‌صورت جداگانه از وب سایت‌های مربوط به آب، قابل دانلود است. نمونه‌ای از این محاسبات برای محصول زیتون در دشت منجیل – گیلوان استان گیلان با استفاده از طرح بهینه‌سازی الگوی آب مصرفی در جدول ۴ ارائه‌شده است.

جدول ٤- نیاز آبی محاسبه‌شدهٔ زیتون بر اساس طرح بهینه‌سازی الگوی آب مصرفی

وزارت جهاد کشاورزی–سازمان هواشناسی کشور
(طرح بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی)
نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی

دشت: گیلوان-منجیل	استان: گیلان			حوضه آبریز: سفیدرود			
محصول: زیتون	(طول دوره رشد: ۳۶۵ روز)						
ماه	دهه	تبخیر تعرق (میلیمتر)	بارش موثر (میلیمتر)	نیاز خالص آبیاری	ماه	دهه	تبخیر تعرق (میلیمتر)	بارش موثر (میلیمتر)	نیاز خالص آبیاری
فروردین	۱	۱۰	۷	۳	مهر	۱	۱۳	۰	۱۳
	۲	۱۲	۱۱	۱		۲	۱۲	۰	۱۲
	۳	۱۸	۵	۱۳		۳	۱۰	۰	۱۰
	جمع	۴۰	۲۳	۱۷		جمع	۳۵	۰	۳۵
اردیبهشت	۱	۱۶	۸	۸	آبان	۱	۸	۰	۸
	۲	۱۷	۸	۹		۲	۸	۷	۱
	۳	۱۹	۷	۱۲		۳	۶	۶	۰
	جمع	۵۲	۲۳	۲۹		جمع	۲۲	۱۳	۹
خرداد	۱	۲۰	۰	۲۰	آذر	۱	۷	۷	۰
	۲	۲۱	۰	۲۱		۲	۵	۵	۰
	۳	۲۵	۰	۲۵		۳	۴	۴	۰
	جمع	۶۶	۰	۶۶		جمع	۱۶	۱۶	
تیر	۱	۲۲	۰	۲۲	دی	۱	۴	۴	۰
	۲	۲۲	۰	۲۲		۲	۵	۵	۰
	۳	۲۷	۰	۲۷		۳	۵	۵	۰
	جمع	۷۱	۰	۷۱		جمع	۱۴	۱۴	
مرداد	۱	۲۲	۰	۲۲	بهمن	۱	۵	۵	۰
	۲	۲۱	۰	۲۱		۲	۵	۵	۰
	۳	۲۲	۰	۲۲		۳	۶	۶	۰
	جمع	۶۵	۰	۶۵		جمع	۱۶	۱۶	
شهریور	۱	۱۷	۰	۱۷	اسفند	۱	۷	۷	۰
	۲	۱۷	۰	۱۷		۲	۸	۷	۱
	۳	۱۶	۰	۱۶		۳	۷	۷	۰
	جمع	۵۰	۰	۵۰		جمع	۲۲	۲۱	۱

جمع (میلیمتر)	تبخیر-تعرق ۴۶۹	بارش موثر ۱۲۶	نیازخالص‌آبیاری* ۳۴۳
نیاز خالص‌آبیاری(مترمکعب در هکتار)			۳۴۳۰

* در محاسبه نیاز آبیاری برای آبیاری قطره(خاک-آب)مقداری منظور شده است لذا می توان با توجه به شرایط خاک و نوع زراعت ۳۰ تا ۵۰ میلیمتر به مقدار نیاز خالص آبیاری افزود.

تعیین مستقیم تبخیر و تعرق واقعی زیتون

برای تعیین مستقیم مقدار تبخیر و تعرق واقعی درختان زیتون (ETc) می‌توان از رابطهٔ بیلان آب در خاک به‌صورت زیر استفاده کرد (Perez-Lopez et al., 2007):

$$ET_c = (\theta_1 - \theta_2) + I + R \quad (۵)$$

که در آن: ETc : تبخیر و تعرق واقعی گیاه، θ_1و θ_2: رطوبت حجمی خاک قبل و بعد از یک دوره آبیاری، I: مقدار آب آبیاری به‌کاررفته، R: مقدار بارندگی در طول دورهٔ موردنظر

رطوبت خاک را می‌توان با وسایلی نظیر بلوک‌های گچی،TDR[1]، نوترون پروب[2] و ... اندازه‌گیری کرد.

کم آبیاری زیتون

زیتون گیاهی است که واکنش خوبی به فراهمی آب در محدوده ریشه خود می‌دهد حتی اگر مقدار آب در دسترس آن محدود باشد. بر همین اساس نتایج پژوهش‌های انجام‌شده توسط محققان نیز مؤید این مسئله است و حتی به‌نظر می‌رسد در مناطقی که محدودیت منابع آبی وجود دارد، می‌توان از استراتژی کم آبیاری استفاده نمود.

کم آبیاری تنظیم‌شده[3] (RDI) همانند سایر محصولات می‌تواند در خصوص درختان زیتون نیز انجام شود بدون کاهش و یا با کاهش کمی در محصول تولیدشده. RDI دوره‌ای از تنش آبی را بوجود می‌آورد که از لحاظ شدت و زمان اعمال تنش، قابل‌کنترل است. درختان زیتون در طول فصل رشد، در مرحله دوم مرحلهٔ توسعهٔ میوه[4] (هنگام سخت شدن هستهٔ میوه[5])، بیشترین مقاومت را به کم آبیاری دارند و در این موقع می‌توان از آبیاری آن خودداری کرد (Goldhamer, 1999). درحالی‌که در هنگام شکوفه کردن، خیلی حساس به کم آبیاری است (Moriana et al., 2003). در مرحلهٔ سوم توسعهٔ میوه (تجمع روغن) نیز که در درختان زیتون مشکل قابل‌تشخیص است، به تنش آبی حساس هستند (Lavee and Wonder, 1991). توگنّتی و همکاران (۲۰۰۶) پیشنهاد کرده‌اند که درختان زیتون بعد از مرحله سخت شدن هسته، حدود ۶۶٪ از نیاز آبی خود را دریافت نمایند (Tognetti et al., 2006). گرچه این مقدار آب، پتانسیل آبی و شدت تبادل گازی گیاه را به‌طور کامل تأمین نخواهد کرد. بااین‌حال، چون زیتون درختی مقاوم به خشکی است، اعمال تنش آبی شدید و در مرحله سخت شدن هستهٔ آن، تنها اثر کمی در کاهش تولید میوه و عملکرد روغن دارد (Goldhamer et al., 1994; Moriana et al., 2003).

تنش آبی در درختان زیتون روی کیفیت روغن محصول آن‌ها نیز اثر می‌گذارد که به غلظت کل ترکیبات فنولیکی[6] (TP) آن مرتبط می‌شود. این ترکیبات به‌شدت تحت تأثیر کل تنش آبی قرار می‌گیرند به‌طوری میزان آبیاری در طول دورهٔ رشد اثرگذار است نه فقط تنش آبی در دورهٔ تجمع روغن در میوه. بنابراین حتی با مقادیر کم آب آبیاری، باید امکان کاهش غلظت TP به‌طور معنی‌داری وجود داشته باشد. از آنجائی که بهبود یا رهایی از تنش آبی در آبیاری نیمه دوم تابستان امکان‌پذیر است. چنین رژیم‌های آبیاری ممکن است باعث استفاده مؤثرتر از مقدار آب محدود در مناطق خشک و نیمه‌خشک گردد.

تندی[7] (تلخی) روغن زیتون علاوه بر رقم، به شرایط خشکی اعمال‌شده به گیاه وابسته است. به‌طورکلی اطلاعات کمی در خصوص تأثیر RDI بر ویژگی‌های روغن وجود دارند. درصورتی‌که اعمال چنین برنامه آبیاری برای حفظ یا بهبود کیفیت میوه سایر محصولات وجود دارند (Behboudian and Mills, 1997). در بعضی از رقم‌ها مشاهده‌شده است که حتی اگر تا ۳۰٪ نیاز آبی گیاه تأمین شود، کاهش معنی‌داری در غلظت ترکیبات فنولیکی در روغن زیتون در مقایسه با کشت دیم آن مشاهده می‌شود (Patumi et al. 1999). لیکن این حالت برای تمامی رقم‌های زیتون صادق نیست (Mangliulo et al., 2003). بعضی از رقم‌ها مثل Arbequina حتی با تأمین آب معادل ۲۵٪ نیاز آبی، کاهش معنی‌داری در غلظت ترکیبات فنولیکی پیدا می‌کنند (Motilva et al., 2000). این اثرات ممکن است در رقم‌های تندتر متفاوت باشد. مثلاً گزارش‌شده است در سال‌های خشک لازم است تا ۴۷٪ نیاز آبی درختان زیتون دیم تأمین شود تا منجر به کاهش ۵۰٪ در غلظت ترکیبات فنولیکی روغن آن‌ها گردد (Pastor et.al., 2005).

بن احمد و همکاران (۲۰۰۷) اثر کم‌آبیاری بر درخت زیتون در منطقه خشک تانزانیا را بررسی کردند. آن‌ها پارامترهای تبادل گاز، سطح برگ، رشد میوه و محصول را بر درخت زیتون رقم Chemlali به مدت ۱۲ سال بررسی کردند. تیمارهای بدون آبیاری و ۳۳ و ۶۶ درصد نیاز آبی اعمال شدند. نتایج نشان داد آبیاری در مرحله رشد

[1] Time Domain Reflectometery
[2] Nettron Probe
[3] Regulated deficit Irrigation
[4] Second phase of fruit development
[5] pit hardening phase
[6] Total concentration of phenolic compounds (TP)
[7] Bitteness of olive oil

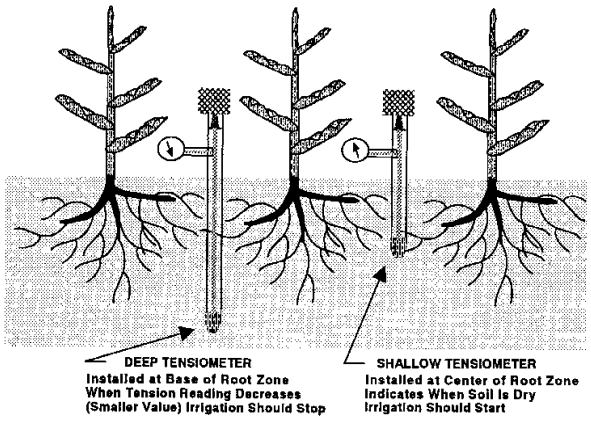
رویشی (بهار و پاییز) و توقف آبیاری در مرحله استراحت (تابستان و زمستان) می‌تواند بدون ایجاد اختلال در فعالیت فتوسنتز و تولید زیتون انجام شود (Ben Ahmed et al., 2007). ملگار و همکاران (۲۰۰۸) به ارزیابی تأثیر بلندمدت رژیم‌های آبیاری روی درخت زیتون طی ۹ سال پرداختند. تیمارهای بدون آبیاری، تیمار با در نظر گرفتن نگهداشت آب خاک و اعمال ۲۰ درصد آبیاری اضافه اعمال شدند. آب موجود در برگ، سطح برگ، رشد گیاهی، میوه دهی و مشخصات میوه (اندازه میوه، وزن خشک میوه، نسبت هسته به گوشت و روغن موجود) به‌صورت سالانه اندازه‌گیری شدند. آن‌ها بیان کردند رژیم‌های متفاوت آبیاری تحت شرایط وجود بارندگی در اسپانیا در بلندمدت تفاوتی در پارامترهای میوه ایجاد نکرده است (Melgar et al., 2008). توگنتی و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر رشد رویشی و پارامترهای محصول دهی درخت زیتون بالغ پرداختند. تیمارهای آبیاری شامل بدون آبیاری و ۳۳ درصد، ۶۶ درصد و ۱۰۰ درصد نیاز آبی بودند. رطوبت خاک و شرایط اقلیمی به‌صورت منظم اندازه‌گیری و ثبت می‌شدند. تفاوت محصول بین تیمارها نشان داد وضعیت آب گیاه در وزن میوه در مراحل اولیه رشد تأثیرگذار است (Tognetti et al., 2006).

گیسپرت و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر آبیاری کامل و کم‌آبیاری منظم روی درخت زیتون ۸ ساله پرداختند. نتایج نشان داد کاهش ۲۰ درصدی آبیاری تأثیر معنی‌داری در میوه و روغن‌زیتون نداشت. افزایش حجم خاک خیس شده باعث افزایش محصول روغن و میوه شده بود (Gispert et al., 2013). کاریوسو و همکاران (۲۰۱۱) به مدت ۴ سال اثر رژیم‌های مختلف آبیاری را بر درختان زیتون جوان هنگام شروع تولید میوه در ایتالیا ارزیابی کردند. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی درختان انجام شد. هیچ‌گونه اختلاف معناداری در وزن میوه‌های تازه بین تیمارهای آبیاری وجود نداشت (Caruso et al., 2013). گروین و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اثر کوتاه‌مدت تنش آبی بر فرآیند فیزیولوژیکی گیاه زیتون و کیفیت روغن دهی در نیوزلند پرداختند. بدین منظور آنان در طول تابستان خشک به مدت ۶۴ روز، دو درخت را بدون آبیاری نگه داشتند درحالی‌که دو درخت مجاور با مقدار آب کافی آبیاری شدند. مقدار تعرق درختان، پتانسیل آب برگ و ساقه، هر روز از طلوع تا غروب به مدت سه هفته قبل از آبیاری، اندازه‌گیری شدند. برای همه چهار درخت جریان شیره گیاهی اندازه‌گیری شد. یافته‌ها نشان داد در دوره کوتاه خشکی داده‌شده، درختان زیتون تعرق را با کمترین مقدار ادامه می‌دهند. در طول ۱۰ روز پس از شروع آبیاری همه پارامترها به حالت اولیه قبل از خشکی برگشتند (Greven et al., 2009).

برنامه‌ریزی آبیاری زیتون

در برنامه‌ریزی آبیاری زیتون، هدف تعیین زمان و مقدار آب آبیاری است که با توجه به نیاز آبی گیاه و ویژگی‌های خاک، باید در اختیار گیاه قرار گیرد. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد که در سه گروه، استفاده از شاخص‌های گیاهی، استفاده از شاخص‌های خاک و استفاده از روش‌های بیلان آبی خلاصه می‌شوند. ساده‌ترین روش استفاده از ویژگی‌های ظاهری گیاه نظیر شادابی و رنگ برگ‌ها و نیز دمای برگ گیاهان است. روش دیگر، تعیین رطوبت خاک و یا مکش آب خاک است. در این روش با معلوم کردن حداقل رطوبت که در آن باید خاک آبیاری شود، هدف رساندن آن به حد ظرفیت مزرعه است. همچنین، چنانچه مکش آب در خاک به بیش‌ازحد معین‌شده‌ای رسیده باشد، باید آبیاری انجام شود تا به مکش خاک به حد ظرفیت زراعی برسیم. بهترین وسیله برای این کار، استفاده از تانسیومتر است.

برای این کار معمولاً از دو تانسیومتر یکی در عمق مؤثر توسعه ریشه‌ها و دیگری در عمق پایین‌تر برای کنترل رطوبت پروفیل خاک به هنگام آبیاری و در فاصله دو آبیاری، می‌توان استفاده کرد (شکل ۵). این روش به آبیاری موتز معروف است. تانسیومتر اول که در عمق مؤثر توسعه ریشه‌ها (عمقی که ۶۰ تا ۷۰ درصد ریشه‌ها در آن فعالیت دارند) کار گذاشته می‌شود، زمان شروع آبیاری را نشان می‌دهد. به هنگام آبیاری، افزایش رطوبت در خاک اطراف ریشه‌ها اتفاق می‌افتد. آبیاری موقعی متوقف می‌شود که تانسیومتر دوم که پایین‌تر از عمق مؤثر توسعهٔ ریشه‌ها قرار دارد، نشانه‌هایی از افزایش رطوبت خاک را از خود بروز دهد.



شکل ۵- استفاده از تانسیومتر در برنامه‌ریزی آبیاری باغات

یکی از بهترین و عملی‌ترین روش‌های موجود، حفظ بیلان آب در خاک است (معادلهٔ ۵). در این روش، بر اساس میزان آب قابل ذخیره در نیمرخ خاک (ناحیهٔ توسعهٔ مؤثر ریشه‌ها)، مصرف روزانه آب توسط گیاه (نیاز آبی یا تبخیر – تعرق روزانه گیاه) و میزان مجاز تخلیه رطوبتی خاک، برنامه آبیاری تنظیم و اعمال می‌شود. برای کاربرد این روش باید چندین عامل مؤثر به شرح ذیل تعیین شوند:

الف– تبخیر و تعرق واقعی گیاه: همان‌گونه که در بخش نیاز آبی اشاره شد، با تعیین میزان تبخیر و تعرق گیاه مرجع و اعمال ضریب گیاهی زیتون در مراحل مختلف رشد، مقدار تبخیر – تعرق واقعی گیاه در طول دوره رشد آن، قابل‌محاسبه است.

ب– ظرفیت نگهداری آب در خاک: مطابق جدول ۵، خاک‌ها بر اساس نوع بافت و ساختمان آن‌ها، ظرفیت‌های متفاوتی برای نگهداری آب در خاک دارند که گیاهان می‌توانند از آن بهره‌مند شوند (علیزاده، ۱۳۸۱).

جدول ۵- مقدار آب قابل ذخیره در انواع بافت‌های خاک

بافت خاک	ظرفیت نگهداری آب (mm/m)
شن	۶۰-۱۰۰
لوم شنی	۹۰-۱۵۰
لوم	۱۴۰-۲۰۰
لوم رسی	۱۶۰-۲۲۰
رس سیلتی	۱۸۰-۲۳۰
رس	۲۰۰-۲۵۰

ج– مقدار آب کاربردی: مقدار آب کاربردی از حاصل‌ضرب شدت‌جریان در تعداد ساعات آبیاری به دست می‌آید.

چ– راندمان سیستم آبیاری: راندمان آبیاری نشانگر مقدار آب قابل‌دسترس گیاه از آب‌داده شده به مزرعه است. راندمان تقریبی انواع روش‌های آبیاری به شرح جدول ۶ است (علیزاده، ۱۳۸۱):

خ– عمق ریشه: عمق مؤثر گیاهان عمقی است که بیشترین نقش را در تخلیه رطوبت خاک دارد و برای اغلب گیاهان، ۷۵٪ حداکثر عمق ریشه به‌عنوان عمق مؤثر ریشه در نظر گرفته می‌شود.

د– تخلیه مجاز رطوبتی: اصولاً تخلیه تمام رطوبت موجود در خاک بین دو آبیاری توصیه نمی‌شود. برای اغلب گیاهان ما تنها مجازیم ۷۵–۵۰٪ از آب موجود در خاک را قبل از هر آبیاری تخلیه کنیم.

سامانه آبیاری باغات زیتون

اغلب باغات زیتون موجود در نواحی مدیترانه‌ای، آبیاری نمی‌شوند اما در سال‌های اخیر، توسعه کشت درختان زیتون با ایجاد باغ‌های مدرن که آبیاری شده و دارای تولید تجاری و اقتصادی هستند، گسترش‌یافته است. با افزایش تراکم درختان در باغات زیتون تا ۲۰۰۰ درخت در هکتار، استفاده از رقم‌های مناسب‌تر، به‌کارگیری سامانه‌های آبیاری (به‌ویژه قطره‌ای) و استفاده از تکنیک کودآبیاری، هزینه احداث باغات زیتون افزایش داده است. لیکن درآمد حاصل از آن‌ها بیشتر شده است. آبیاری ما را قادر می‌سازد که درختان جوان سریع‌تر رشد کرده و زمان نداشتن محصول و یا کم محصول داشتن باغات را کاهش دهیم (Perez-Lopez et al., 2007) (فررّز و همکاران، ۲۰۱۱).

در کشت آبی باغات زیتون در نواحی مدیترانه‌ای گرچه هنوز با روش‌های مختلف سنتی نظیر غرقابی و شیاری در بعضی از باغات آبیاری انجام می‌شود لیکن، استفاده از آن‌ها با مشکلاتی مواجه هستند (شکل ۶). نقاط ضعف این روش‌ها، توزیع غیریکنواخت آب (جدول ۶) و مواد غذایی در طول مزرعه و نیز تلفات زیاد آب (به‌صورت رواناب سطحی و تبخیر از سطح خاک) هستند (شاهین رخسار، ۱۳۸۵؛ فرزام‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳).

در آبیاری قطره‌ای سطحی زیتون ممکن است چندین آرایش از لوله‌های جانبی قطره‌چکان‌دار استفاده شوند. در بیشتر موارد به ازای هر ردیف از درختان کشت‌شده، یک لوله جانبی قطره‌چکان‌دار قرار داده می‌شود (شکل ۷). در این حالت به ازای هر درخت یک انشعاب از لوله جانبی گرفته‌شده و دور درخت کشیده می‌شود و سپس تعدادی قطره‌چکان روی آن نصب می‌شود. در بعضی از موارد به ازای هر ردیف از درختان، دو ردیف لوله جانبی به‌کار برده می‌شود. در مواردی نیز که کشت‌های متقاطع مطرح هستند، لوله‌های جانبی قطره‌چکان‌دار در ارتفاع نصب می‌شوند.

جدول ۶- راندمان آبیاری سامانه‌های مختلف آبیاری

سیستم آبیاری	راندمان (٪)
قطره‌ای/ میکرو	۹۰-۹۵
بارانی (آبپاش‌های تازه و خوب نگهداری شده)	۷۵-۸۵
بارانی (آبپاش‌های قدیمی)	۶۵-۸۰
غرقابی (کرت‌های کوچک)	۷۵-۸۰
غرقابی روی خطوط تراز	۶۰-۶۵
شیاری	۴۰-۶۰
شیاری با استفاده مجدد از آب برگشتی	۶۰-۷۵

شکل ٦- آبیاری سنتی درختان زیتون

شکل ۷- آبیاری قطره‌ای درختان زیتون

با عنایت به گسترش صنایع روغن‌کشی از زیتون در سال‌های اخیر و توسعه کشت این محصول، باغداران و مسئولان کشاورزی به دنبال راهکارهای آبیاری بهتر باغات زیتون هستند. به همین دلیل اخیراً استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای باغات زیتون نیز به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن‌ها، در حال گسترش است (شکل ۸). آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کاربرد آب در زیر سطح خاک از طریق گسیلنده‌ها با دبی مشابه با دبی آبیاری قطره‌ای را شامل می‌شود. روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی که نتیجه سال‌ها فعالیت و کوشش در جهت بهتر کردن محصول با کنترل بیشتر آب مصرفی است، از یک سیستم بسته تشکیل شده است تا جریان آب را با شدت کم و دفعات متعدد در نقطه‌ای زیرخاک در محدوده رشد ریشه گیاه هدایت کند. از ویژگی‌های این روش آبیاری می‌توان به یکنواختی شدت جریان آب، ثابت نگه‌داشتن محتوای رطوبتی در منطقه توسعه ریشه، مرطوب نشدن سطح خاک، ایجاد حجم خاک خیس شدهٔ بیشتر با مقدار آب یکسان نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی و بالاخره کنترل بهتر آفات و بیماری‌ها اشاره کرد (شاهین رخسار، ۱۳۸۵). وقتی قطره‌چکان‌ها در زیرزمین نصب شوند، به دلیل این‌که تبخیر اطراف آن‌ها وجود ندارد، از جمع شدن نمک‌ها جلوگیری می‌شود. همچنین به دلیل این‌که اطراف قطره‌چکان نور نیست، امکان رشد جلبک‌ها هم وجود ندارد. با دقت در طراحی و اجرای این‌گونه سیستم‌ها، می‌توان مقدار آب موردنیاز گیاه را با دقت قابل قبولی در اختیار آن قرار داد و نظر به این‌که قطره‌چکان‌ها در زیرزمین قرار می‌گیرند، امکان رشد و توسعه علف‌های هرز از بین می رود. همچنین با توجه به این‌که آبیاری با این روش مزاحمتی برای انجام سایر فعالیت‌ها در داخل باغ ایجاد نمی‌کند، طراح می‌تواند با افزایش ساعات آبیاری و کاهش قطر لوله‌ها و قدرت پمپ، هزینه اولیه سیستم را کاهش دهد. نتایج کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی روی بیش از ۳۰ نوع گیاه، افزایش محصول را نسبت به سایر روش‌های آبیاری، ازجمله آبیاری قطره‌ای سطحی به همراه داشته است. ضمن این‌که میزان آب کاربردی نیز کمتر بوده است. بر اساس تحقیقات انجام شده به نظر می‌رسد دلیل افزایش عملکرد گیاهان در این سیستم، جذب بهتر آب و مواد غذایی تحت شرایط شدت‌جریان کم و با تناوب بیشتر آبیاری باشد (Segal et al., 2000; Ben-Gal and Dudley, 2003).

مشکل نفوذ ریشه به داخل قطره‌چکان را می‌توان با استفاده از قطره‌چکان‌هایی با طراحی خاص منع ورود ریشه به آن‌ها و یا استفاده از علف‌کش ریفلورالین، کاهش داد. توجه شود که استفاده از علف‌کش در حین آبیاری باشد و برای کاهش اثر منفی آن، بهتر است از محتوای آب و دور آبیاری بالا در زمان مصرف علف‌کش استفاده کرد. تمهیداتی نظیر طراحی دقیق، نگهداری منظم و دقیق سیستم، فیلتراسیون و تخلیه منظم خطوط برای جلوگیری از ورود ذرات داخل آب، نصب شیرهای تخلیه هوا برای جلوگیری از مکش معکوس ذرات خاک به داخل قطره‌چکان، تصفیه شیمیایی شامل اسید شویی سیستم، برای طولانی کردن عمر سیستم توصیه می‌شود.

شکل ۸- لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کارگذاری شده برای زیتون

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت زیتون در صنایع روغن‌کشی و خواص دارویی آن، میزان استفاده از آن و درنتیجه کشت آن محصول، در حال گسترش است. نظر به این‌که زیتون عمدتاً در کشورهای خشک و

نیمه‌خشک (کشورهای حاشیه دریای مدیترانه) کشت می‌شود، مدیریت آبیاری آن اهمیت خاصی دارد. با عنایت به کم‌توقع بودن درختان زیتون نسبت به آب، در مواردی که با محدودیت منابع آب برای آبیاری باغات زیتون مواجه هستیم، می توان از کم آبیاری کنترل‌شده استفاده کرد. بهترین دوره برای اعمال تنش آبی در زیتون، در مرحله رسیدن میوه (سخت شدن هسته زیتون) است. تأمین حدود ۵۰٪ نیاز آبی زیتون در این مرحله، کاهش معنی‌داری در عملکرد ایجاد نمی‌کند، بلکه در مواردی باعث افزایش درصد روغن زیتون نیز می‌شود. در این مورد باید تحقیقات کافی در کشور انجام شود.

گرچه باغات زیتون به روش‌های مختلفی آبیاری می‌شوند. لیکن، در حال حاضر بهترین روش آبیاری آن محصول، روش های آبیاری میکرو، به‌ویژه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی است. استفاده از این روش آبیاری دارای مزایایی است ولی باید در طراحی، اجرا و بهره‌برداری از آن، ملاحظات ویژه‌ای به‌کار برد.

پیشنهادات کاربردی در خصوص توسعهٔ باغات زیتون در کشور به شرح ذیل هستند:

- در برنامه‌ریزی آبیاری زیتون برای محاسبه Kc از روش اورگاز و همکاران (۲۰۰۶) استفاده شود. با این روش معمولاً نیاز آبی زیتون بیشتر از روش ارائه‌شده FAO تخمین زده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، با روش FAO، ممکن است کم آبیاری اتفاق افتد.
- ضریب گیاهی درختان زیتون جوان (یک تا شش‌ساله) کم بوده و بسته به ماه، وضعیت اقلیمی و شرایط آبیاری، کمتر از ۰/۵ است. برای باغات میان‌سال به بالا، این ضریب بسته به فصل رشد و وضعیت درختان، می‌تواند ۰/۵ تا بزرگ‌تر از ۱ باشد.
- توسعهٔ کشت درختان زیتون در کشور بهتر است با ایجاد باغ‌های مدرن همراه باشد. با افزایش تراکم درختان در باغات زیتون تا ۲۰۰۰ درخت در هکتار، استفاده از رقم‌های مناسب‌تر، به‌کارگیری سامانه‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و استفاده از تکنیک کودآبیاری، منجر به افزایش بهره‌وری تولید خواهد شد.
- درختان زیتون در طول فصل رشد، در مرحله دوم (مرحلهٔ توسعهٔ میوه یا هنگام سخت شدن هستهٔ میوه)، بیشترین مقاومت را به کم آبیاری دارند. درحالی‌که در هنگام شکوفه کردن، خیلی حساس به کم آبیاری هستند. در مرحلهٔ سوم توسعهٔ میوه (تجمع روغن) نیز درختان زیتون قدری به تنش آبی حساس هستند.
- بر اساس نتایج تحقیقات انجام‌شده در صورت کم آبیاری درختان زیتون، توصیه می‌شود در مرحلهٔ حساس شکوفه‌دهی ۶۵-۶۰٪ نیاز آبی درختان تأمین شود ولی در مراحل مقاوم شدن هستهٔ میوه و تجمع روغن در میوه، ۴۵-۳۵٪ نیاز آبی درختان تأمین شود.
- آبیاری مناسب و منظم موجب می‌شود درختان جوان سریع‌تر رشد کرده و زمان نداشتن محصول و یا کم محصول داشتن باغات کاهش یابد (زمان محصول‌دهی زودتر باشد).
- به‌طورکلی اطلاعات کمی در خصوص تأثیر کم آبیاری کنترل‌شده بر ویژگی‌های روغن زیتون وجود دارد. انجام پژوهش‌های بیشتر در این خصوص می‌تواند ضمن کمک به بهینه‌سازی آب، به حفظ یا بهبود کیفیت روغن زیتون منجر شود.
- گرچه درختان زیتون به مقاومت در برابر کم‌آبی معروف هستند، اما مطالعات و تجربیات کمی در دنیا درخصوص عکس‌العمل آن‌ها در برابر کمبود آب در طول اولین سال کشت وجود دارد. کمبود تحقیقات لازم در خصوص ضریب گیاهی، نیاز آبی و سایه‌انداز کم آن‌ها، برنامه‌ریزی آبیاری بهینه باغات جوان زیتون را با مشکل مواجه ساخته است.

مراجع

بی‌نام، ۱۳۹۶. آمارنامه محصولات باغی کشور. وزارت جهاد کشاورزی. ۲۵۴ صفحه.

بی‌نام، ۲۰۱۶. آمارنامه سازمان خواروبار کشاورزی سازمان ملل متحد. ۱۳۶ صفحه.

سیف پور، ک.، قاسم نژاد، م.، نیری، ف.، و صالحی، م.م. ۱۳۹۵. روش‌های تولید در مناطق کشت زیتون. انتشارات حق‌شناس.

شاهین‌رخسار، پ. ۱۳۸۵، افزایش کارایی مصرف آب با استفاده از آبیاری قطره‌ای زیرزمینی، اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه چمران

علیزاده، ا. ۱۳۸۱. طراحی سیستم‌های آبیاری. دانشگاه امام رضا. ۲۵۴ صفحه.

فرزام‌نیا، م.، میران‌زاده، م.، اسماعیلی، م.، زیدی، م. و.، گرشاسبی، د. ۱۳۹۳. ارزیابی سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغ زیتون. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، گزارش پژوهشی شماره ۴۶۷۷۵، ۴۹ صفحه. لوزرت، ر.، بروس، ژ.، و درویشیان، م. ۱۳۷۶. زیتون. چاپ اول، کرج، نشر آموزش کشاورزی. ۶۵ صفحه.

Allen, G.R., Pereira, L., Rase, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Irrig. Drain. Pap. 56, 301 p. FAO. Rome, Italy.

Behboudian, M.H., and Mills, T.M. 1997. Deficit irrigation in deciduous orchards. Hort. Rev., 21: 105-131.

Ben Ahmed, Ch., Ben Rouina, D., and Boukhris, M. 2007. Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia, Sci. Hortic., 113: 267-277.

Ben-Gal, A., and Dudley, L.M. 2003. Phosphorus Availability under Continuous Point Source Irrigation. In Press, Soil Sci. Soc. Am. J., Vol 67.

Caruso, G., Rapoport, H., and Gucci, R. 2013. Long-term evaluation of yield components of young olive trees during the onset of fruit production under different irrigation regimes, Irrig. Sci., 31: 37-47.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O. 1974. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.

Fereres, E. 1984. Variability in adaptive mechanisms to water deficits in annual and perennial crop plants. Bulletin Societé Botanique de France. Actualites Botaniques, 131: 17-32.

Fereres, E., Goldhamer, D., 1990. Deciduous fruit and nut trees. In: Stewart, B.A., Nielsen, B.A., D.R., (Eds.), Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy Monograph No. 30. American Society of Agronomy, U.S.A, pp. 987-1017.

Fereres, E., Villalobos, F.J., Orgaz, F. and Testi, L. 2011. Water requirements and irrigation scheduling in olive. Proc. IS on Olive Irrigation and Oil Quality. Eds.: U. Yermiyahu et al. Acta Hort. 888, ISHS 2011.

Gispert, J.R., Ramirez de Cartagena, F., Villar, J., and Girona, J. 2013. Wet soil volume and strategy effects on drip-irrigated olive trees (cv. 'Arbequina'), Irrig. Sci., 31: 479-489.

Goldhamer, D.A. 1999. Regulated deficit irrigation for California canning olives. Acta Hort., 474: 369-372.

Goldhamer, D.A., Dunai, J., and Ferguson, L.F. 1994. Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irrigation. Acta Hort., 356: 172-175.

Greven, M., Neal, S., Green, S., Dichio, B., and Clothier, B. 2009. The effects of drought on the water use, fruit development and oil yield from young olive trees. Agr. Water. Manag., 96: 1525-1531.

Hendrickson, A.H., and Veihmeyer, F.J. 1949. Irrigation experiments with olives. Bull. Calif. Exp. Station No. 715.

Lavee, S., Wodner, M. 1991. Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive (Olea europaea L.) cultivars., J. Hort. Sci., 66: 583-591.

Mangliulo, V., d'Andria, R., Lavini, A., Morelli, G., and Patumi, M. 2003. Yield and quality of two rainfed olive cultivars following shifting to irrigation. J. Hort. Sci. Biotech., 78: 15-23.

Melgar, J.C., Mohamed, Y., Navarro, C., Parra M.A., and Benlloch, M. 2008. Long-term growth and yield responses of olive trees to different irrigation regimes. Agr. Water. Manag., 95: 968-972.

Moriana, A., Orgaz, F., Fereres, E., and Pastor, M., 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. J. Am. Soc. Hort. Sci., 128: 425-431.

Moriana, A., Pe´rez-Lo´pez, D., Go´mez-Rico, A., Salvador, M.D., Olmedilla, N., Ribas, F. and Fregapane, G. 2007. Irrigation scheduling for traditional, low-density olive orchards: Water relations and influence on oil characteristics. Agr. Wat. Manag. 87: 171-179.

Motilva, M.J., Tovar, M.J., Romero, M.P., 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. J. Sci. Food Agric., 80: 2037-2043.

Orgaz, F., and Fereres, E. 1997. Riego. In: Barranco, D., Fernandez Escobar, R., Rallo, L. (Eds.), El cultivo del olivo. Mundiprensa, Madrid, pp. 251-271.

Orgaz, F., Testi, L., Villalobos, F.J., and Fereres, E. 2006. Water requirements of olive orchards-II: determination of crop coefficients for irrigation scheduling. Irrig. Sci., 24: 77-84.

Pastor, M., and Orgaz, F. 1994. Riego deficitario del olivar. Los programas de recorte de rigoen olivar. Agricultura, 746: 768-776.

Pastor, M., Vega, M., Hidalgo, J., and Girona, J. 2005. Influencia del riego sobre la calidad del aceite y sobre el comportamiento de la aceituna en el proceso industrial de extraccio´ n. Mundiprensa, Madrid, pp. 142-151.

Patumi, M., D'Andria, R., Fontanazza, G., Morelli, G., Giorio, P., and Sorrentino, G. 1999. Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (Olea europaea L.) under different irrigation regimes. J. Hort. Sci. Biotech., 74: 729-737.

Perez-Lopez, 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: 297-304.

Segal, E., Ben-Gal, A., and Shani, U. 2000. Water availability and yield response to high-frequency micro-irrigation in sunflowers. Proc 6th Int. Micro-Irrigation Congr. 22-27 Oct. 2000. Cape Town, South Africa.

Tognetti, R., d'Andria, 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), Eur. J. Agron., 25: 356-364.

Water Management in Agriculture
Vol. 5, No. 1, Spring and Summer 2018, 11-24

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، ص. ۲۴-۱۱

Olive Irrigation Management

J. Javadi Moghaddam[1]* and Gh. Zarei[2]

Abstract

Although thousands of years ago olive was planted in the Mediterranean region, but there is little information about water consumption, crop coefficient and irrigation scheduling of olive trees. With existence limitation of water resources, the need for optimal water use in the agricultural sector is essential. Accordingly, the production of agricultural crops with a minimum water consumption is very important and considered as an important strategy for our country. Increasing demand for olive, either fresh or canned, or in the oil-milling industry, has led the country's agricultural authorities and gardeners to move towards a higher quality and quantity product, but it seems that achieving this goal without proper management in increasingly irrigated olive orchards is not possible. The olive is a resistant tree that produce acceptable yield even under restricted water conditions. Olive needs about 600 to 800 mm of annual precipitation to completely compensate the need for water. In this paper, a review of applied research on irrigation management of olive trees such as water requirement, crop coefficient, irrigation scheduling and its appropriate irrigation systems have been reviewed.

Keyword: Irrigation Scheduling, Crop Coefficient, Water Requirement, Olive.

[1] Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.(*Corresponding Author, j.javadi@aeri.ir)
[2] Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
Received: 15 July 2018
Accepted: 24 Aug 2018