نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۶ / شماره ۴/ ۱۴۰۱

10.22092/jwra.2023.359666.938

تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی نخل خرمای رقم برحی در خوزستان

مجید علی‌حوری[۱]

استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

alihouri_m@hotmail.com

دریافت: شهریور ۱۴۰۱ و پذیرش: آذر ۱۴۰۱

چکیده

با تنظیم صحیح برنامه آبیاری گیاهان بر اساس تعیین دقیق نیاز آبی هر گیاه، می‌توان میزان مصرف آب و اتلاف آن را در کشاورزی کاهش داد. به منظور تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی درختان خرمای رقم برحی، سه لایسیمتر زهکش‌دار برای اندازه‌گیری تبخیر و تعرق درختان خرما در نظر گرفته شد. میزان تبخیر و تعرق نخل خرما با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک و میزان تبخیر و تعرق مرجع از روش پنمن-مانتیث تعیین شد. بر پایه نتایج، مقدار نیاز آبی نخل شش، هفت و هشت ساله خرما به ترتیب معادل ۱۴۹۳، ۱۶۱۳ و ۱۶۹۵ میلی‌متر بود، در حالی که مقدار تبخیر و تعرق مرجع در سال‌های مذکور به ترتیب معادل ۲۰۷۰، ۱۹۵۰ و ۱۹۴۵ میلی‌متر برآورد شد. میزان افزایش سالانه نیاز آبی نخل خرما از سال ششم به هفتم رشد برابر ۸٪ و از سال هفتم به هشتم رشد برابر ۷/۸٪ بود. مقدار ضریب گیاهی نخل شش ساله خرما، بین ۰/۵۴ تا ۰/۸۰ در نوسان بود. کمترین مقدار ضریب گیاهی در آبان‌ماه و بیشترین مقدار آن در ماه‌های خرداد و تیر بود. اما مقدار ضریب گیاهی نخل هفت ساله خرما، از ۰/۶۲ تا ۰/۹۷ و نخل هشت ساله خرما از ۰/۴۷ تا ۱/۰۱ متغیر بود. کمترین مقدار ضریب گیاهی برای سال‌های هفتم و هشتم رشد به ترتیب در ماه‌های آبان و آذر و بیشترین مقدار این ضریب برای سال‌های مذکور در مردادماه بود.

واژه‌های کلیدی: آب کشاورزی، برنامه آبیاری، بیلان آب در خاک، تبخیر و تعرق

[۱] – آدرس نویسنده مسئول: پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

مقدمه

محدودیت منابع آب تجدیدشونده و تقاضای روزافزون برای مصرف آب در بخش‌های مختلف مصرف، اهمیت مدیریت منابع آب کشور را افزایش داده است. در شرایط کنونی، تأمین امنیت غذایی در کشور (از نظر کمی و کیفی مانند تأمین غذای سالم و عاری از آفت‌کش‌ها و هورمون‌ها) با توجه به دو عامل افزایش سرانه مصرف فراورده‌های کشاورزی و کاهش دسترسی به منابع آب، با چالش‌های جدی مواجه است. یکی از راهکارهای مؤثر برای برون‌رفت از این مشکل، کاهش مصرف آب کشاورزی و استفاده بهینه از آب در تولید فراورده‌های کشاورزی است. پایه و اساس این مسئله را تعیین نیاز آبی گیاهان تشکیل می‌دهد. با تعیین دقیق میزان نیاز آبی گیاهان می‌توان مقدار آب مناسب را در اختیار گیاه قرار داد و از مشکلاتی ناشی از بیش‌بود و کمبود آب جلوگیری کرد. معمول‌ترین روش مستقیم در تعیین تبخیر و تعرق گیاهان، استفاده از اصل بیلان آب در یک حجم کنترل‌شده از خاک یا لایسیمتر است. در لایسیمتر وضعیت آب، خاک و گیاه بسیار دقیق‌تر از محیط طبیعی خاک تنظیم و بررسی می‌گردد و لایسیمتر به‌عنوان یک روش پایه‌ای و مبنا برای بررسی اعتبار سایر روش‌های برآورد تبخیر و تعرق است (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

خرما از اهمیت قابل‌توجهی در کشاورزی و بخش باغبانی کشور برخوردار است. گنجینه ارقام خرمای کشور شامل بیش از ۴۰۰ رقم است که از این نظر به‌عنوان غنی‌ترین کشور جهان از نظر ژرم‌پلاسم و تنوع خرما مطرح است. از میان این مجموعه حدود ۵۰ رقم به‌صورت اقتصادی و حدود ۱۲ رقم به‌صورت تجاری کشت‌وکار می‌شوند (مستعان و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس آمار منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی، در سال ۱۳۹۹ سطح زیر کشت خرما در کشور ۲۶۸۸۱۱ هکتار (۲۲۷ هزار هکتار بارور) و میزان تولید آن ۱۳۳۵۶۵۲ تن بود. خرما با سهم ۸/۹ درصد از کل سطح زیر کشت (بارور) و ۵/۵ درصد از کل تولید محصولات باغبانی کشور، به ترتیب رتبه سوم و چهارم را به خود اختصاص داده است. خرما در سیزده استان کشور کشت می‌شود که استان خوزستان با سطح زیر کشت ۴۲۴۰۶ هکتار، یکی از مناطق عمده خرماخیز کشور است و ۱۴/۹ درصد از کل تولید خرما در کشور را شامل می‌شود (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

آب و آبیاری به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم نقش بسزایی در فرایند تولید خرما و به‌تبع آن در عملکرد کمی و کیفی، قیمت و صادرات این محصول دارد. نخل خرما هر چند که درختی متحمل به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی و شوری شناخته‌شده، اما برای تولید محصول بهینه نیاز به آب کافی و با کیفیت مناسب دارد. در حال حاضر ۹۳/۴ درصد اراضی نخلستان‌های کشور زیر کشت آبی است که ۹۷/۵ درصد از کل خرمای کشور از این اراضی تولید می‌شود (محمد و همکاران، ۲۰۱۸؛ احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). نیاز آبی درختان بارور خرما بر اساس روش پنمن- مانتیث فائو، بین ۱۴۳۱۰ تا ۲۳۳۸۰ مترمکعب در هکتار برای مناطق مختلف کشور برآورد شده است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). در مطالعه دیگری آب مصرفی نخل خرما در استان‌های خرماخیز کشور بین ۲۴۱۶۰ تا ۴۱۰۷۰ مترمکعب در هکتار برای روش آبیاری کرتی (بازده ۵۵ درصد)، بین ۱۳۹۵۰ تا ۲۳۷۲۰ مترمکعب در هکتار برای آبیاری تشتکی (بازده ۷۵ درصد) و بین ۱۱۶۲۰ تا ۱۹۷۵۰ مترمکعب در هکتار برای آبیاری قطره‌ای (بازده ۹۰ درصد) برآورد شد (وزیری و شریعتی، ۱۳۷۷).

در استان فارس (شهرستان جهرم)، آب موردنیاز درختان بارور خرمای رقم شاهانی بر اساس ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A، معادل ۱۰۰۰۰ مترمکعب در هکتار اعلام گردید (دانش نیا، ۱۳۷۸). در استان کرمان (شهرستان بم) میزان نیاز خالص آبیاری درختان بارور خرمای رقم مضافتی بر اساس روش بلانی-کریدل، معادل ۱۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد گردید (احسانی، ۱۳۷۱). در پژوهش دیگری، میزان تبخیر و تعرق (بر مبنای روش تشت تبخیر فائو) و نیاز خالص آبیاری خرمای رقم مضافتی (روش قطره‌ای) به ترتیب بین ۳۳۰۸/۶ تا ۴۰۲۴

میلی‌متر و ۳۳۴۱/۱ تا ۱۱۴۸۵/۱ مترمکعب در هکتار برای سال اول تا نهم رشد برآورد شد (غفاری نژاد، ۱۳۸۰). درحالی‌که برای همین شهرستان، آب خالص موردنیاز درختان خرمای مضافتی (روش سطحی) بر اساس مقادیر بهینه عملکرد میوه و بهره‌وری آب، معادل ۱۰۹۸۵ مترمکعب در هکتار (بر مبنای ۸۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) توصیه شده است (فرزام‌نیا و راوری، ۱۳۸۴).

در استان هرمزگان (شهرستان حاجی‌آباد)، میزان نیاز خالص آبیاری (روش قطره‌ای) درختان خرمای رقم پیارم بین ۴۳۶۶/۸ تا ۸۴۳۸/۴ مترمکعب بر هکتار برای سال ششم تا دهم گزارش شده است (محبی و علی‌حوری، ۱۳۹۲). درصورتی‌که در پژوهش دیگری در همین شهرستان، میزان تبخیر و تعرق نخل خرما ۲۴۹۶ میلی‌متر برآورد شده بود (مرادی دالینی و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین آب موردنیاز درختان بارور خرمای رقم هلیلی (شهرستان میناب) معادل ۱۲۷۹۸ مترمکعب در هکتار برای روش آبیاری سطحی برآورد گردیده که این میزان بر اساس ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر فائو گزارش شده است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۱).

در استان خوزستان (شهرستان اهواز)، میزان تبخیر و تعرق خرمای رقم استعمران بر اساس روش تشت تبخیر فائو و نیاز خالص آبیاری در سال اول رشد، به ترتیب معادل ۱۸۱۰/۴ میلی‌متر و ۱۹۱۲/۵ مترمکعب در هکتار برای روش آبیاری بابلر برآورد گردید (علی‌حوری و تراهی، ۱۳۸۹). در تحقیق دیگر در همین استان، میزان نیاز خالص آبیاری خرمای رقم برحی بر اساس ۸۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A (آبیاری بابلر)، معادل ۱۸۵۴/۶ و ۲۸۱۱/۵ مترمکعب در هکتار به ترتیب در سال اول و دوم رشد برآورد گردید (علی‌حوری، ۱۳۹۶ ب).

سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (فائو)، مقدار آب مصرفی نخل خرما در روش آبیاری کرتی را برای کشورهای آسیایی مانند عراق و هند به ترتیب معادل ۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ و ۲۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش نموده است (زید، ۱۹۹۹). مقدار تبخیر و تعرق درختان ۱۵ ساله خرمای رقم Sukariah در کشور عربستان سعودی بر اساس روش بیلان آب در خاک برابر ۱۶۴۴ میلی‌متر در سال اندازه‌گیری شد (کاسم، ۲۰۰۷). در مطالعه دیگری برای هفت منطقه از کشور عربستان سعودی، مقدار تبخیر و تعرق درختان بارور خرما با روش بیلان آب در خاک بین ۲۱۰۰ و ۲۸۲۹ میلی‌متر اعلام گردید (العمود و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین در دو ناحیه از کشور عربستان سعودی، میزان نیاز آبی سالانه درختان بارور خرمای رقم Klayas با روش بیلان آب در خاک بین ۳۵۱۵ تا ۳۶۰۴ مترمکعب در هکتار گزارش شد (العمران و همکاران، ۲۰۱۹). در تحقیقات مذکور، آبیاری درختان با روش قطره‌ای انجام گرفت. در کشور اردن نیز اندازه‌گیری تبخیر و تعرق درختان ۱۱ ساله خرمای رقم مجول با روش بیلان آب در خاک نشان داد که میزان تبخیر و تعرق نخل خرما برابر ۱۸۲۸ میلی‌متر بود (مزهریح و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهش دیگری، اندازه‌گیری لایسیمتری تبخیر و تعرق خرمای رقم مجول نشان داد که میزان تبخیر و تعرق در سال‌های سوم تا هشتم رشد، بین ۱۵/۱ تا ۷۴/۶ مترمکعب به ازای هر اصله نخل بود (تریپلر و همکاران، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱).

به‌طورکلی بررسی منابع علمی مختلف نشان داد که در تحقیقات انجام‌شده در کشور، میزان تبخیر و تعرق نخل خرما بر اساس روش‌های غیرمستقیم (معادلات تبخیر و تعرق) برآورد گردیده و تاکنون مقدار دقیق تبخیر و تعرق و ضریب گیاهی درختان بارور خرما تعیین نشده است؛ بنابراین تعیین میزان دقیق تبخیر و تعرق و ضریب گیاهی درختان بارور خرمای رقم برحی که یکی از ارقام مهم و تجاری کشور است و در برنامه‌های اصلاح و احیای نخلستان‌ها و توسعه سطح زیرکشت خرما توصیه می‌شود (علی‌حوری و تیشه‌زن، ۱۳۹۰)، از اهداف این تحقیق بودند. لازم به ذکر است که این تحقیق در ادامه دو پژوهش دیگری که در آن میزان ضریب گیاهی و تبخیر و تعرق خرمای رقم برحی در سال‌های اول تا پنجم رشد تعیین شد (علی‌حوری،

۱۳۹۶ الف؛ علی‌حوری، ۱۴۰۰)، اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در شهر اهواز (استان خوزستان) به طول جغرافیایی ۴۸′ ۴۰° شرقی و عرض جغرافیایی ۲۰′ ۳۱° شمالی و با ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا به مدت سه سال (۱۳۹۸-۱۳۹۶) اجرا شد. میانگین بارندگی سالانه در اهواز برای یک دوره آماری ۵۰ ساله، برابر ۲۱۳/۳ میلی‌متر است و اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن و اقلیم نمای آمبرژه به ترتیب خشک و بیابانی گرم میانه است. میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز مستقر در محل اجرای تحقیق، در جدول ۱ تا ۳ ارائه شده است. در این تحقیق، سه لایسیمتر بتنی زهکش‌دار به قطر دو متر و ارتفاع ۱/۲ متر برای تعیین نیاز آبی نخل خرما (رقم برحی) ساخته شدند و در یک نخلستان به وسعت ده هکتار قرار گرفتند (شکل ۱).

جدول ۱- میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز در سال ۱۳۹۶

ماه	حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	حداقل رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر از تشت (میلی‌متر)
فروردین	۳۱/۴	۱۶/۶	۷۳/۲	۲۷/۵	۲۰/۸	۲۲۱/۹
اردیبهشت	۴۱/۰	۲۲/۸	۵۰/۸	۱۱/۶	۰/۱	۳۸۳/۸
خرداد	۴۵/۸	۲۵/۴	۳۲/۹	۵/۹	۰/۰	۶۴۰/۲
تیر	۴۸/۱	۲۸/۶	۴۸/۶	۱۰/۴	۰/۰	۵۴۲/۶
مرداد	۴۸/۱	۲۹/۰	۶۲/۰	۱۵/۹	۰/۰	۴۴۷/۶
شهریور	۴۵/۲	۲۶/۵	۷۱/۵	۱۸/۷	۰/۰	۳۱۸/۵
مهر	۳۸/۷	۱۹/۷	۵۸/۴	۱۸/۲	۰/۰	۲۵۵/۱
آبان	۳۲/۲	۱۵/۷	۷۴/۹	۲۸/۳	۰/۰	۱۳۰/۱
آذر	۲۲/۶	۷/۸	۸۲/۹	۳۶/۴	۹/۳	۹۰/۹
دی	۲۳/۵	۸/۲	۸۲/۴	۳۱/۳	۰/۶	۱۱۶/۲
بهمن	۲۳/۳	۸/۵	۸۲/۱	۳۲/۷	۸/۰	۱۰۶/۳
اسفند	۲۷/۳	۱۳/۱	۸۱/۹	۳۲/۹	۴۱/۱	۱۳۴/۲
مجموع	---	---	---	---	۷۹/۹	۳۳۸۷/۴

جدول ۲- میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز در سال ۱۳۹۷

ماه	حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	حداقل رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر از تشت (میلی‌متر)
فروردین	۳۳/۱	۱۶/۷	۷۱/۵	۲۳/۹	۲۸/۰	۲۳۳/۵
اردیبهشت	۳۶/۱	۲۱/۵	۶۱/۴	۲۰/۰	۲۳/۶	۲۹۲/۲
خرداد	۴۵/۷	۲۷/۸	۳۷/۳	۹/۱	۰/۰	۶۳۳/۰
تیر	۴۸/۳	۲۸/۸	۳۷/۴	۸/۹	۰/۰	۶۷۳/۶
مرداد	۴۷/۴	۲۷/۹	۳۸/۰	۱۰/۸	۰/۰	۶۵۱/۶
شهریور	۴۶/۶	۲۶/۶	۶۱/۳	۱۴/۳	۰/۰	۴۶۳/۷
مهر	۴۰/۷	۲۲/۰	۵۹/۴	۱۷/۷	۴۵/۸	۲۸۰/۰
آبان	۲۶/۷	۱۶/۲	۸۷/۶	۴۹/۹	۴۲/۲	۹۹/۴
آذر	۲۱/۳	۱۱/۹	۹۵/۶	۶۱/۳	۷۸/۰	۵۷/۷
دی	۱۷/۵	۸/۴	۹۲/۲	۶۰/۱	۲۴/۸	۵۴/۶
بهمن	۲۰/۱	۸/۸	۹۰/۵	۴۴/۳	۴۰/۴	۸۰/۱
اسفند	۲۲/۹	۹/۲	۸۷/۲	۳۱/۲	۱۶/۷	۱۱۹/۵
مجموع	---	---	---	---	۲۹۹/۵	۳۶۳۸/۹

جدول ۳- میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز در سال ۱۳۹۸

ماه	حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	حداقل رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر از تشت (میلی‌متر)
فروردین	۲۶/۳	۱۶/۰	۷۹/۹	۳۱/۴	۳۲/۰	۱۶۵/۳
اردیبهشت	۳۶/۳	۱۹/۵	۶۶/۲	۱۶/۷	۰/۳	۳۱۲/۹
خرداد	۴۶/۱	۲۶/۳	۵۲/۱	۱۰/۶	۰/۰	۴۹۱/۰
تیر	۴۶/۳	۲۶/۸	۵۰/۷	۱۲/۰	۰/۰	۵۵۴/۴
مرداد	۴۵/۸	۲۷/۲	۵۵/۰	۱۶/۵	۰/۰	۴۷۲/۶
شهریور	۴۳/۶	۲۴/۸	۶۵/۷	۱۹/۹	۰/۰	۳۷۱/۲
مهر	۳۹/۹	۲۲/۵	۷۳/۰	۲۵/۷	۰/۲	۲۲۴/۱
آبان	۲۹/۲	۱۴/۸	۷۸/۶	۳۴/۴	۶۰/۱	۱۲۰/۶
آذر	۲۰/۵	۱۱/۱	۹۱/۰	۵۹/۰	۹۹/۰	۳۹/۸
دی	۲۰/۲	۸/۰	۸۷/۵	۴۳/۳	۲/۲	۵۴/۴
بهمن	۱۹/۸	۷/۱	۸۴/۸	۴۰/۹	۲۲/۷	۸۲/۴
اسفند	۲۵/۷	۱۱/۸	۸۵/۶	۳۵/۸	۳۲/۹	۱۰۶/۰
مجموع	---	---	---	---	۲۴۹/۴	۲۹۹۴/۷

شکل ۱- لایسیمتر نخل خرما و راهروی اندازه‌گیری زه‌آب

در هر یک از لایسیمترهای خرما، یک قطعه لوله پلی‌اتیلن به قطر ۲/۵۴ سانتی‌متر و طول ۲۰۵ سانتی‌متر قرار گرفت که منافذی به قطر دو میلی‌متر بر جدار لوله ایجاد شد. لوله مذکور به‌عنوان زهکش، در فاصله پنج سانتی‌متر از کف هر لایسیمتر نصب گردیده و سپس توسط یک لایه فیلتر شنی به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر پوشانده شد. عملیات آبیاری نیز با یک لوله پلی‌اتیلن به قطر ۱۶ میلی‌متر و مجهز به کنتور حجمی انجام گرفت. نمونه‌هایی از خاک لایسیمترها و آب آبیاری برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید (جدول ۴ و ۵). میانگین ماهانه شوری آب در سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ به ترتیب برابر ۲/۳، ۲/۴ و ۱/۶ دسی زیمنس بر متر بود.

آبیاری درختان خرما، با استفاده از آب رودخانه کارون انجام گرفت که در یک استخر ذخیره می‌شد. دور آبیاری بر اساس یافته‌های تحقیقاتی، پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A در نظر گرفته شد (علی‌حوری، ۱۳۹۶ ب). میزان تبخیر و تعرق واقعی نخل

خرما در هر آبیاری، با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک تعیین گردید:

$$ET_{c\,(ly)} = I + P - RO - DP \pm \Delta S \qquad (۱)$$

در این رابطه، $ET_{c(ly)}$ تبخیر و تعرق گیاه (میلی‌متر در لایسیمتر)، I آب آبیاری (میلی‌متر)، P بارندگی (میلی‌متر)، RO روان‌آب سطحی که برابر صفر بود (میلی‌متر)، DP نفوذ عمقی یا زه‌آب جمع‌آوری‌شده از هر لایسیمتر (میلی‌متر) و ΔS تغییرات رطوبت خاک که با توجه به برنامه آبیاری، مقدار ماهانه آن برابر صفر بود (میلی‌متر). حجم زه‌آب خروجی از هر لایسیمتر بعد از جمع‌آوری در بشکه‌ای از جنس پلی‌اتیلن، توسط استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. به‌منظور اطمینان از تأمین آب موردنیاز گیاه (وارد نشدن تنش آبی به گیاه) و داشتن زه‌آب خروجی، حجم آب آبیاری در هر مرتبه آبیاری به مقدار ۲۰ درصد افزایش یافت (شهابی‌فر و رحیمیان، ۱۳۸۶؛ بنتانا و لازارویچ، ۲۰۱۰):

$$V = 1.2\,(d.a) \qquad (۲)$$

در این رابطه، V حجم آب آبیاری (لیتر)، d عمق خالص آبیاری یا تفاوت بین میزان تبخیر و تعرق گیاه و بارندگی (میلی‌متر) و a مساحت لایسیمتر (مترمربع) است. همچنین با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده تبخیر و تعرق گیاه، میزان ضریب گیاهی (K_c) خرما تعیین شد. بدین منظور با توجه به این که در گیاهان باغی معمولاً تمام سطح زمین در موقع آبیاری خیس نمی‌شود، ابتدا لازم است میزان تبخیر و تعرق به‌دست‌آمده از لایسیمتر (نخل خرما) اصلاح شود. سپس براساس میزان تبخیر و تعرق اصلاح‌شده (میلی‌متر) و میزان تبخیر و تعرق مرجع (ETo)، میزان ضریب گیاهی در ماه‌های مختلف محاسبه گردید (بومن، ۱۹۹۴؛ مرکلی و آلن، ۲۰۰۴؛ ویلیامز و آیرز، ۲۰۰۵؛ آلوزجر و همکاران، ۲۰۰۷؛ نتزر و همکاران، ۲۰۰۹):

$$ET_c = 0.1\,ET_{c\,(ly)}\,\sqrt{P_d} \qquad (۳)$$

$$K_c = ET_c / ET_o \qquad (۴)$$

جدول ۴- خصوصیات خاک درون لایسیمتر

بافت خاک	وزن مخصوص (g/cm^3)	رطوبت جرمی ظرفیت زراعی (٪)	رطوبت جرمی نقطه پژمردگی (٪)	هدایت الکتریکی (dS/m)	نسبت جذب سدیم (SAR)
لوم شنی	۱/۳	۱۸/۷	۷/۱	۳/۴	۶/۴

جدول ۵- نتایج تجزیه کیفی آب آبیاری

کاتیون‌های محلول (meq/lit)			آنیون‌های محلول (meq/lit)			pH	SAR	EC (dS/m)
Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na^{+}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	Cl^{-}			
۹/۹	۴/۵	۱۱/۰	–	۲/۷	۱۸/۲	۸/۰	۴/۱	۲/۳

در این معادله‌ها، ET_c تبخیر و تعرق گیاه (میلی‌متر) و P_d سطح سایه‌انداز گیاه (درصد) است. به‌منظور تعیین درصد سطح سایه‌انداز گیاه، مساحت لایسیمتر بر مساحت زیر پوشش هر نخل در نخلستان (۶۴ مترمربع برای فواصل کاشت هشت در هشت متر) تقسیم گردید. البته قابل ذکر است که اگر روش آبیاری به صورتی باشد که تمام سطح نخلستان خیس شود (مانند روش غرقابی و یا کرتی)، نیازی به اصلاح میزان تبخیر و تعرق نخل خرما بر اساس رابطه (۳) نیست.

تبخیر و تعرق مرجع در سال‌های اجرای این تحقیق، با استفاده از نرم‌افزار CROPWAT برآورد شد. اساس این نرم‌افزار که توسط سازمان جهانی خواربار کشاورزی (FAO) طراحی‌شده، روش پنمن-مانتیث است که در حال حاضر به‌عنوان معتبرترین روش برآورد تبخیر-تعرق گیاه مورد استفاده متخصصان قرار می‌گیرد. بر اساس تحقیقات انجام‌شده در دنیا، روش پنمن-مانتیث-فائو پس از روش لایسیمتری، به‌عنوان روشی استاندارد، دقیق و مناسب برای محاسبه تبخیر-تعرق گیاه معرفی شده است و حتی به‌عنوان روش مبنا، برای ارزیابی سایر معادلات تبخیر-

تعرق گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸؛ کومار و همکاران، ۲۰۰۲؛ سوزی و همکاران، ۲۰۰۳؛ تراج‌کویک و همکاران، ۲۰۰۳).

نتایج و بحث

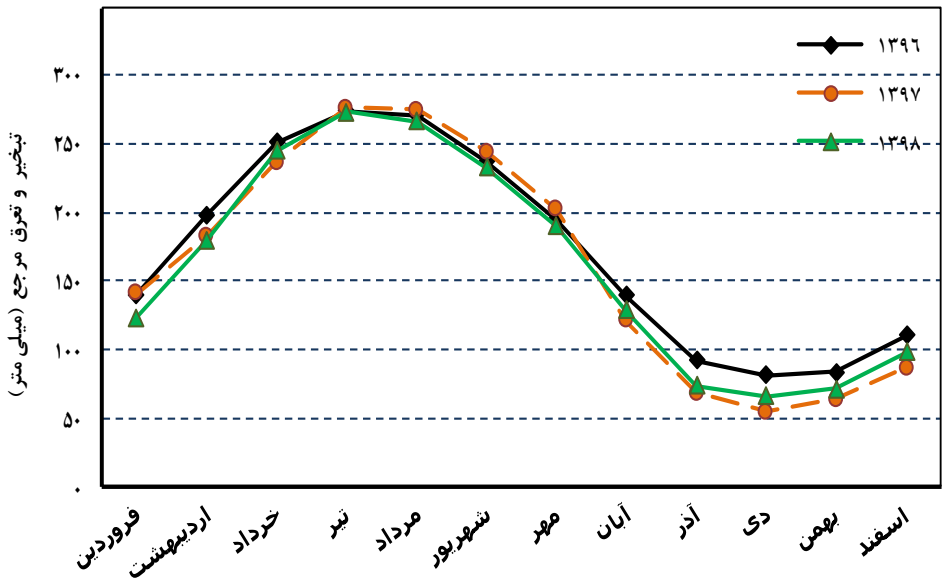
میانگین مقادیر ماهانه آب آبیاری (I در رابطه ۱) یا آب‌داده شده به سه لایسیمتر نشان داد که در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷، بیشترین مقدار آب مصرفی به ترتیب با ۱۰۵۳/۳ و ۱۳۵۵/۰ میلی‌متر در لایسیمتر در تیرماه و کمترین مقدار آب مصرفی به ترتیب با ۲۹۱/۹ و ۱۸۳/۱ میلی‌متر در لایسیمتر در آذرماه و دی‌ماه بود؛ اما در سال ۱۳۹۸، بیشترین مقدار آب مصرفی با ۱۳۶۶/۲ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به مردادماه و کمترین مقدار آب مصرفی با ۶۳/۷ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به آذرماه بود. مقدار کل آب آبیاری نیز در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ به ترتیب معادل ۷۴۹۵/۴، ۸۰۴۱/۵ و ۸۶۴۸/۰ میلی‌متر در لایسیمتر بود.

میانگین میزان نیاز آبی یا تبخیر و تعرق نخل خرما طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ که با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک به دست آمد، در شکل ۳ ارائه شده است. بیشترین میزان نیاز آبی نخل خرما در سال ۱۳۹۶، در تیرماه با ۹۹۱/۷ میلی‌متر در لایسیمتر و کمترین میزان نیاز آبی در دی‌ماه با ۲۲۵/۹ میلی‌متر در لایسیمتر بود. در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ بیشترین میزان نیاز آبی نخل خرما به ترتیب با ۱۱۹۸/۴ و ۱۲۱۵/۴ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به تیرماه و کمترین میزان نیاز آبی به ترتیب با ۱۵۴/۴ و ۱۵۵/۱ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به ماه‌های دی و آذر بود. بررسی مقادیر ماهانه نیاز آبی نخل خرما نشان داد که میزان نیاز آبی گیاه از مهرماه دچار افت قابل توجهی شده است که کاهش فعالیت‌های متابولیکی و فتوسنتز گیاه در اثر کم شدن دمای هوا می‌تواند دلیل آن باشد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). مقدار کل نیاز آبی نخل خرمای شش تا هشت ساله نیز به ترتیب معادل ۶۷۴۳/۹، ۷۲۸۳/۰ و ۷۶۵۵/۹ میلی‌متر در لایسیمتر به دست آمد. این مقادیر (با توجه به سن گیاه) با میزان تبخیر و تعرق گزارش شده برای نهال یک ساله خرمای رقم برحی که معادل ۲۱۸۳ میلی‌متر در لایسیمتر بود (تیشه‌زن و همکاران، ۱۳۹۲)، متناسب است. سپس براساس معادله (۳)، ابتدا مقادیر نیاز آبی گیاه (میلی‌متر) محاسبه شد و با استفاده از معادله (۴)، میزان ضریب گیاهی (Kc) برای ماه‌های مختلف سال‌های ششم تا هشتم رشد تعیین شد که در جدول ۶ تا ۸ ارائه گردیده است.

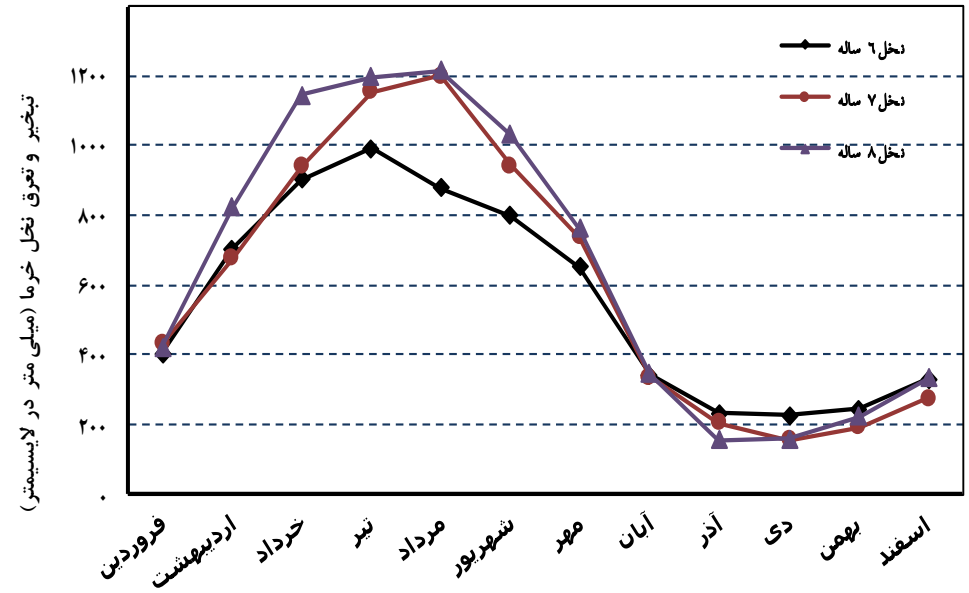
میزان تبخیر و تعرق مرجع در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ که با استفاده از روش پنمن–مانتیث–فائو برآورد شد، در شکل ۲ ارائه شده است. بیشترین میزان تبخیر و تعرق مرجع در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸، به ترتیب با ۲۷۳/۷، ۲۷۶/۵ و ۲۷۳/۳ میلی‌متر در تیرماه و کمترین میزان تبخیر و تعرق مرجع در سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ به ترتیب با ۸۱/۳، ۵۴/۱ و ۶۵/۶ میلی‌متر مربوط به دی‌ماه بود. مقدار کل تبخیر و تعرق مرجع نیز در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ به ترتیب معادل ۲۰۷۰/۰، ۱۹۵۰/۴ و ۱۹۴۵/۹ میلی‌متر به دست آمد. علت عمده نوسان مقدار کل تبخیر و تعرق مرجع در سال‌های مذکور را می‌توان تغییرات عوامل اقلیمی نظیر درجه حرارت دانست.

میزان سالانه نیاز آبی نخل خرما (در هکتار) از ۱۴۹۳/۸ میلی‌متر در سال ۱۳۹۶ به ۱۶۱۳/۲ میلی‌متر در سال ۱۳۹۷ و سپس به ۱۷۳۹/۴ میلی‌متر در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است، به‌طوری که مقدار افزایش سالانه نیاز آبی نخل خرما از سال ششم به هفتم برابر ۸/۰ درصد و از سال هفتم به هشتم برابر ۷/۸ درصد بود. در حالی که مقدار افزایش سالانه نیاز آبی خرمای رقم برحی بین سال‌های اول، دوم و سوم رشد به ترتیب برابر ۴۶/۸ و ۴۸/۳ درصد و بین سال‌های چهارم و پنجم رشد، معادل ۴۴/۳ درصد بود (علی‌حوری، ۱۳۹۶ الف و ۱۴۰۰). در مطالعه تریپلر و همکاران (۲۰۱۱) نیز میزان نیاز آبی درختان خرمای رقم مجول بین سال‌های چهارم و پنجم رشد، ۴۸/۲ درصد افزایش داشت. هر چند که افزایش فعالیت‌های متابولیکی گیاه در اثر بالا رفتن سن گیاه را می‌توان علت اصلی این روند صعودی نیاز آبی درختان خرما در سال‌های ششم تا هشتم رشد دانست، اما با توجه به کاهش درصد افزایش

نیاز آبی نخل خرما در سال‌های ششم تا هشتم به نظر می‌رسد که وضعیت رشد نخل خرما در سال هشتم به یک ثبات نسبی رسیده است.



شکل ۲- میانگین ماهانه میزان تبخیر و تعرق مرجع در سال‌های ۹۸-۱۳۹۶



شکل ۳- میانگین ماهانه میزان تبخیر و تعرق نخل خرمای شش، هفت و هشت ساله

جدول ۶- میزان ضریب گیاهی نخل شش ساله خرمای رقم برحی

ماه	تبخیر و تعرق مرجع (میلی‌متر)	تبخیر و تعرق نخل خرما (میلی‌متر در لایسیمتر)	تبخیر و تعرق نخل خرما (میلی‌متر)	ضریب گیاهی
فروردین	۱۳۹/۷	۴۴۵/۵	۹۸/۷	۰/۷۱
اردیبهشت	۱۹۸/۲	۷۰۲/۹	۱۵۵/۷	۰/۷۹
خرداد	۲۵۰/۸	۹۰۳/۹	۲۰۰/۲	۰/۸۰
تیر	۲۷۳/۷	۹۹۱/۷	۲۱۹/۷	۰/۸۰
مرداد	۲۷۰/۶	۸۷۷/۷	۱۹۴/۴	۰/۷۲
شهریور	۲۳۷/۵	۷۹۷/۳	۱۷۶/۶	۰/۷۴
مهر	۱۹۴/۵	۶۵۲/۲	۱۴۴/۵	۰/۷۴
آبان	۱۳۸/۹	۳۴۱/۶	۷۵/۷	۰/۵۴
آذر	۹۱/۵	۲۳۰/۹	۵۱/۱	۰/۵۶
دی	۸۱/۳	۲۲۵/۹	۵۰/۰	۰/۶۲
بهمن	۸۳/۰	۲۴۵/۸	۵۵/۴	۰/۶۶
اسفند	۱۱۰/۲	۳۲۸/۷	۷۲/۸	۰/۶۶
مجموع	۲۰۷۰/۰	۶۷۴۳/۹	۱۴۹۳/۸	---

جدول ۷- میزان ضریب گیاهی نخل هفت ساله خرمای رقم برحی

ماه	تبخیر و تعرق مرجع (میلی‌متر)	تبخیر و تعرق نخل خرما (میلی‌متر در لایسیمتر)	تبخیر و تعرق نخل خرما (میلی‌متر)	ضریب گیاهی
فروردین	۱۴۰/۹	۴۷۳/۴	۱۰۴/۹	۰/۷۴
اردیبهشت	۱۸۲/۹	۶۷۷/۴	۱۵۰/۰	۰/۸۲
خرداد	۲۳۶/۶	۹۳۷/۹	۲۰۷/۷	۰/۸۸
تیر	۲۷۶/۵	۱۱۵۳/۹	۲۵۵/۶	۰/۹۲
مرداد	۲۷۴/۸	۱۱۹۸/۴	۲۶۵/۴	۰/۹۷
شهریور	۲۴۴/۲	۹۴۱/۳	۲۰۸/۵	۰/۸۵
مهر	۲۰۱/۸	۷۳۸/۰	۱۶۳/۵	۰/۸۱
آبان	۱۲۰/۶	۳۳۵/۰	۷۴/۲	۰/۶۲
آذر	۶۸/۰	۲۰۳/۷	۴۵/۱	۰/۶۶
دی	۵۴/۱	۱۵۴/۴	۳۴/۲	۰/۶۳
بهمن	۶۳/۶	۱۹۳/۱	۴۲/۸	۰/۶۷
اسفند	۸۶/۵	۲۷۶/۵	۶۱/۳	۰/۷۱
مجموع	۱۹۵۰/۴	۷۲۸۳/۰	۱۶۱۳/۲	---

جدول ۸- میزان ضریب گیاهی نخل هشت ساله خرمای رقم برحی

ماه	تبخیر و تعرق مرجع (میلی‌متر)	تبخیر و تعرق نخل خرما (میلی‌متر در لایسیمتر)	تبخیر و تعرق نخل خرما (میلی‌متر)	ضریب گیاهی
فروردین	۱۲۳/۵	۴۶۴/۱	۱۰۲/۹	۰/۸۳
اردیبهشت	۱۷۹/۴	۷۳۹/۸	۱۶۳/۹	۰/۹۱
خرداد	۲۴۴/۵	۱۰۳۱/۳	۲۲۸/۴	۰/۹۳
تیر	۲۷۳/۳	۱۱۹۶/۴	۲۶۵/۰	۰/۹۷
مرداد	۲۶۶/۱	۱۲۱۵/۴	۲۶۹/۲	۱/۰۱
شهریور	۲۳۲/۶	۱۰۳۰/۲	۲۲۸/۲	۰/۹۸
مهر	۱۸۹/۶	۷۶۱/۹	۱۶۸/۸	۰/۸۹
آبان	۱۲۸/۵	۳۴۵/۳	۷۶/۵	۰/۶۰
آذر	۷۳/۶	۱۵۵/۱	۳۴/۴	۰/۴۷
دی	۶۵/۶	۱۶۰/۳	۳۵/۵	۰/۵۴
بهمن	۷۰/۹	۲۲۳/۴	۴۹/۵	۰/۷۰
اسفند	۹۸/۲	۳۳۲/۸	۷۳/۷	۰/۷۵
مجموع	۱۵۲۷/۷	۷۶۵۵/۹	۱۶۹۵/۸	---

بررسی مقادیر نیاز آبی نخل خرما و تبخیر از تشت کلاس A (جدول ۱ تا ۳) نشان می‌دهد که نسبت نیاز آبی نخل خرما به تبخیر از تشت کلاس A در دوره‌های ماهانه سال ۱۳۹۶ از ۰/۳۱ تا ۰/۵۸ نوسان دارد. این نسبت در دوره‌های ماهانه سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به ترتیب از ۰/۳۳ تا ۰/۷۸ و ۰/۴۷ تا ۰/۸۶ متغیر است. این نسبت‌ها نیز می‌توانند راهنمای مناسبی برای برآورد میزان نیاز آبی درختان خرما و برنامه‌ریزی آبیاری گیاه بر اساس میزان تبخیر از تشت باشد.

سامانه نیاز آبی گیاهان در سطح کشور که نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی را بهنگام سازی نموده، نیاز آبی نخل بارور خرما را برای آبیاری سطحی ۱۶۴۴ میلی‌متر و برای آبیاری موضعی ۱۳۱۵ میلی‌متر برآورد کرده است (موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۴۰۰). فرشی و همکاران (۱۳۷۶) میزان نیاز آبی سالانه درختان بارور خرما را برای شهرستان اهواز با روش پنمن–مانتیث فائو برای روش آبیاری سطحی و موضعی به ترتیب معادل ۱۹۳۳/۱ و ۱۵۲۱/۷ میلی‌متر برآورد نمودند. سپس برای دوره‌های زمانی از سن چهار تا شش سالگی و از هفت تا نُه سالگی گیاه، به ترتیب ضرایب ۰/۷ و ۰/۹ را برای تعدیل میزان نیاز آبی نخل خرما پیشنهاد دادند. بدین ترتیب میزان نیاز آبی سالانه درختان خرما در سال ششم برای روش آبیاری سطحی و موضعی به ترتیب برابر ۱۳۵۳/۲ و ۱۰۶۵/۲ میلی‌متر و در سال‌های هفتم و هشتم رشد برای روش آبیاری سطحی و موضعی به ترتیب برابر ۱۷۳۹/۸ و ۱۳۶۹/۵ میلی‌متر خواهد بود. در صورتی که در این تحقیق، میزان نیاز آبی درختان خرمای رقم برحی در سال‌های ششم تا هشتم رشد (برای روش‌های موضعی که تمام سطح زمین خیس نمی‌شود) به ترتیب معادل ۱۴۹۳/۸، ۱۶۱۳/۲ و ۱۶۹۵/۸ میلی‌متر بود (جدول ۶ تا ۸)؛ به عبارت دیگر، میزان نیاز آبی درختان خرما بر اساس اندازه‌گیری لایسیمتری در سال‌های ششم، هفتم و هشتم رشد به ترتیب ۴۲۸/۶، ۲۴۳/۷ و ۳۲۶/۳ میلی‌متر (۴۰/۲، ۱۷/۸ و ۲۳/۸ درصد) بیشتر از برآورد پژوهشگران مذکور است. به نظر می‌رسد که تفاوت عوامل اقلیمی نظیر درجه حرارت در سال‌های آماری و همچنین ضرایب تعدیل سن گیاه از مهم‌ترین علل اختلاف در مقادیر نیاز آبی نخل خرماست. بدین منظور میزان نیاز آبی سالانه نخل خرما مجدداً با روش پنمن–مانتیث فائو بر اساس آمار هواشناسی شهرستان اهواز در سال‌های اجرای این پژوهش (۹۸–۱۳۹۶) برآورد گردید. میزان نیاز آبی سالانه نخل خرما (بارور) برای روش آبیاری سطحی در سال‌های ۹۸–۱۳۹۶ به ترتیب معادل ۲۰۲۱/۰، ۱۹۰۰/۳ و ۱۸۹۰/۳ میلی‌متر و

برای روش آبیاری موضعی در سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ به ترتیب معادل ۱۷۹۱/۱، ۱۶۸۴/۱ و ۱۶۷۵/۲ میلی‌متر به دست آمد. چنانچه ضرایب تعدیل سن گیاه بر اساس منبع مذکور (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶) اعمال شود، میزان نیاز آبی سالانه نخل خرما در سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ به ترتیب معادل ۱۲۵۳/۷، ۱۵۵۱/۷ و ۱۵۰۷/۷ میلی‌متر برای روش آبیاری موضعی خواهد بود که به ترتیب ۱۶/۱، ۳/۸ و ۱۱/۱ درصد کمتر از مقادیر نیاز آبی اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر است. درحالی‌که اگر فقط برای سال‌های ششم و هفتم رشد نخل خرما به ترتیب ضرایب ۰/۸ و ۰/۹ استفاده شود، میزان نیاز آبی سالانه نخل خرما در سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ (سال‌های ششم تا هشتم رشد) به ترتیب معادل ۱۴۳۲/۹، ۱۵۵۱/۷ و ۱۶۷۵/۲ میلی‌متر برای روش آبیاری موضعی خواهد بود که به ترتیب ۴/۱، ۳/۸ و ۱/۲ درصد کمتر از مقادیر نیاز آبی اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر است.

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود مقدار ضریب گیاهی (Kc) نخل خرمای رقم برحی در سال ششم رشد، بین ۰/۵۴ تا ۰/۸۰ در نوسان است. بیشترین مقدار ضریب گیاهی در ماه‌های خرداد و تیر و کمترین مقدار آن در آبان ماه وجود داشت؛ اما مقدار ضریب گیاهی در سال هفتم رشد نخل خرمای رقم برحی، از ۰/۶۲ تا ۰/۹۷ و در سال هشتم رشد از ۰/۴۷ تا ۱/۰۱ متغیر است (جدول ۷ و ۸). بیشترین مقدار ضریب گیاهی برای نخل ۷ و ۸ ساله خرما در مرداد ماه و کمترین مقدار آن به ترتیب در ماه‌های آبان و آذر بود. بررسی منابع علمی نشان داد که در دوره رشد زایشی نخل خرما (بارور)، سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (فائو)، مقدار ضریب گیاهی را در مراحل اولیه، میانی و پایانی رشد به ترتیب برابر ۰/۹، ۰/۹۵ و ۰/۹۵ اعلام نموده است (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). در کشور عربستان سعودی، اندازه‌گیری نیاز آبی درختان ۱۷ ساله خرمای رقم خلاص نشان داد که ضریب گیاهی بین ۰/۸۵ تا ۱/۳۷ بوده است. فواصل کاشت درختان برابر شش متر و میزان تبخیر و تعرق مرجع با روش پنمن برآورد شد (سعید و همکاران، ۱۹۹۰)؛ اما اندازه‌گیری نیاز آبی درختان ۱۵ ساله خرمای رقم Sukariah نشان داد که میزان ضریب گیاهی در مرحله رشد زایشی بین ۰/۵۶ تا ۰/۷۰ نوسان داشت. فواصل کاشت درختان برابر ۸ متر و عملیات آبیاری، به روش قطره‌ای بود (کاسم، ۲۰۰۷). در مطالعه دیگری در برخی مناطق کشور عربستان سعودی، میزان ضریب گیاهی برای مرحله رشد زایشی درختان خرما بین ۰/۸۰ تا ۰/۹۹ به دست آمد. آبیاری درختان به روش قطره‌ای و فواصل کاشت درختان برابر ۱۰ متر بود (العمود و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین در بررسی اثرات مقادیر مختلف آبیاری روی درختان هفت ساله خرمای رقم برحی، میزان ضریب گیاهی بین ۰/۸۱ تا ۱/۵۸ تعیین شد. در این پژوهش، آبیاری درختان به روش قطره‌ای و فواصل کاشت درختان برابر ۱۰ متر بود. بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب مربوط به آبیاری به میزان ۱۱۵ درصد نیاز آبی بود که از روش پنمن-مانتیث فائو برآورد گردید (القریشی و همکاران، ۲۰۱۶). در کشور اردن، میزان ضریب گیاهی در مرحله رشد زایشی درختان ۱۱ ساله خرمای رقم مجول بین ۰/۵۰ تا ۱/۱۸ بود. آبیاری درختان به روش قطره‌ای و فاصله ردیف کاشت و فاصله بین درختان برابر ۸ متر بود (مزهریح و همکاران، ۲۰۱۲).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان نیاز آبی سالانه نخل شش، هفت و هشت ساله خرما بر مبنای اندازه‌گیری لایسیمتری (بیلان آبی)، به ترتیب معادل ۱۴۹۳/۸، ۱۶۱۳/۲ و ۱۶۹۵/۸ میلی‌متر بود. چنانچه میزان نیاز آبی نخل خرما با روش پنمن-مانتیث فائو برآورد شود، در صورت اصلاح ضرایب تعدیل سن گیاه و در نظر گرفتن ضرایب ۰/۸ و ۰/۹ به ترتیب برای سال‌های ششم و هفتم رشد نخل خرما، میزان نیاز آبی سالانه نخل خرما در سال‌های ششم تا هشتم رشد، به ترتیب ۴/۱، ۳/۸ و ۱/۲ درصد کمتر از مقادیر نیاز آبی اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر بود؛ بنابراین به نظر می‌رسد در صورت اصلاح ضرایب تعدیل سن نخل خرما و استفاده از آمار هواشناسی

روزانه (بروز)، می‌توان از روش پنمن-مانتیث فائو نیز با دقت خوبی برای برآورد نیاز آبی درختان بارور خرما استفاده نمود. همچنین مقدار ضریب گیاهی نخل ۶ ساله خرما از ۰/۵۴ تا ۰/۸۰ متغیر بود، درحالی‌که مقدار ضریب گیاهی در نخل ۷ ساله و ۸ ساله خرما به ترتیب بین ۰/۹۷-۰/۶۲ و ۱/۰۱-۰/۴۷ نوسان داشت.

فهرست منابع

۱. احسانی ا، ۱۳۷۱. تعیین بهترین دور و عمق آبیاری پاجوش مضافتی به روش قطره‌ای. اولین سمینار خرما، ۱۷ دی ۱۳۷۱، کرمان: ۳۰-۲۷.

۲. احمدی ک، عبادزاده ح، حاتمی ف، محمدنیا افروزی ش، طاقانی ر ع، یاری ش و کلانتری م، ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، جلد سوم: محصولات باغبانی. تهران: وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۳. تیشه‌زن پ، ناصری ع، حسن اقلی ع و مسکرباشی م، ۱۳۹۲. بررسی لایسیمتری موازنه آب و نمک ناحیه ریشه نهال خرما در مدیریت‌های مختلف زراعی. پژوهش آب ایران، ۷(۱): ۲۱۲-۲۰۳.

۴. دانش‌نیا ع، ۱۳۷۸. اثر دور و عمق آبیاری به روش قطره‌ای بر عملکرد و رشد نخل شاهانی. مجله علوم خاک و آب، ۱۳(۲): ۱۳۰-۱۳۹.

۵. شهابی‌فر م و رحیمیان م، ۱۳۸۶. تعیین نیاز آبی چغندر قند به روش لایسیمتری در مشهد. چغندر قند، ۲۳(۲): ۱۸۴-۱۷۷.

۶. علی‌حوری م، ۱۳۹۶ الف. تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی خرما در مرحله رشد رویشی با استفاده از لایسیمتر. پژوهش آب در کشاورزی، ب، ۳۱(۳): ۳۴۰-۳۲۹.

۷. علی‌حوری م، ۱۳۹۶ ب. دور و عمق مناسب آبیاری در مرحله رشد رویشی خرمای رقم برحی. مدیریت آب در کشاورزی، ۴(۱): ۲۸-۲۱.

۸. علی‌حوری م، ۱۴۰۰. تعیین لایسیمتری ضریب گیاهی و تبخیرتعرق نخل خرما در سال‌های چهارم و پنجم رشد. علوم و مهندسی آبیاری ۴۴(۱): ۴۵-۳۳.

۹. علی‌حوری م و تراهی ع، ۱۳۸۹. اثرات دور و میزان آبیاری بر گیرایی و رشد رویشی پاجوش‌های نخل خرما. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، ۱۰-۱۲ اسفند ۱۳۸۹، دانشگاه شهید چمران اهواز: ۱۳۱-۱۲۳.

۱۰. علی‌حوری م و تیشه‌زن پ، ۱۳۹۰. برنامه راهبردی بخش خرما در کشور/ زیر برنامه آبیاری. اهواز: انتشارات کردگار.

۱۱. غفاری‌نژاد ع، ۱۳۸۰. تعیین بهترین دور و عمق آبیاری نخل مضافتی به روش قطره‌ای. بم: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان.

۱۲. فرزام‌نیا م و راوری ذ، ۱۳۸۴. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب خرمای مضافتی در بم. مجله علمی کشاورزی، ۲۸(۱): ۸۶-۷۹.

۱۳. فر ش ع، شریعتی م، جارالله‌ی ر، قائمی م، شهابی فر م و تولایی م، ۱۳۷۶. برآورد آب موردنیاز گیاهان عهده زراعی و باغی کشور. جلد دوم. کرج: نشر آموزش کشاورزی.

۱۴. کرمی ی، حسینی ی و رضازاده ر، ۱۳۹۱. تاثیر عمق و روش آبیاری بر عملکرد و برخی خصوصیات میوه خرمای هلیلی در میناب. همایش ملی خرمای ایران، ۱۲ و ۱۳ شهریور ۱۳۹۱، کرمان: ۱۲.

۱۵. محبی ع و علی‌حوری م، ۱۳۹۲. اثر عمق و روش آبیاری بر میزان بهره‌وری، عملکرد و صفات رویشی نخل پیارم. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، ۲۷(۴): ۴۵۵-۴۶۴.

۱۶. مرادی دالینی ا، صالح ج، کرمی ی و مقیمی ا، ۱۳۸۴. تعیین نیاز آبی خرما در منطقه حاجی آباد هرمزگان. خلاصه مقالات اولین جشنواره و همایش بین المللی خرما. بندر عباس، ۲۹ و ۳۰ آبان ۱۳۸۴: ۵۵-۵۴.

۱۷. موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۴۰۰. سامانه نیاز آبی گیاهان در سطح کشور. کرج.

۱۸. وزیری ژ و شریعتی م، ۱۳۷۷. راهنمای آبیاری باغ‌های میوه. موسسه تحقیقات خاک وآب. نشریه فنی شماره ۳۷. کرج: نشر آموزش کشاورزی.

19. Al-Qurashi AD, Ismail SM and Awad MA, 2016. Effect of water regimes and palm coefficient on growth parameters, date yield and irrigation water use of tissue culture-regenerated *Barhee* date palms grown in a newly established orchard. Irrigation and Drainage, 65(4): 491-501.
20. Al-Omran A, Eid, Alshammari S and Alshammari F, 2019. Crop water requirements of date palm based on actual applied water and Penman–Monteith calculations in Saudi Arabia. Applied Water Science, 9(4): 1-9.
21. Alamoud AI, Mohammad FS, Al-Hamed SA and Alabdulkader AM, 2012. Reference evapotranspiration and date palm water use in the kingdom of Saudi Arabia. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science, Vol. 2(4): 155-169.
22. Allen RG, Pereira LS, Raes D and Smith M, 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy.
23. Alves Jr J, Folegatti MV, Parsons LR, Bandaranayake W, Silva CR, Silva T JA and Campeche LFSM, 2007. Determination of the crop coefficient for grafted 'Tahiti' lime trees and soil evaporation coefficient of Rhodic Kandiudalf clay soil in Sao Paulo, Brazil. Irrigation Science, 25; 419-428.
24. Bhantana P and Lazarovitch N, 2010. Evapotranspiration, crop coefficient and growth of two young pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties under salt stress. Agricultural Water Management, 97: 715–722.
25. Boman B, 1994. Evapotranspiration by young Florida Flatwoods citrus trees. Journal of Irraigation and Drainage Engineering, 120 (1): 80-88.
26. Kassem MA, 2007. Water requirements and crop coefficient of date palm trees "*sukariah* cv.". Misr J. Ag. Eng., 24(2): 339-359.
27. Kumar M, Raghuwanshi NS, Singh R, Wallender W and Pruitt, WO, 2002. Estimating evapotranspiration using artificial neural network. Irrigatin and Drainage Engineering, 128(4): 224-233.
28. Mazahrih NT, AL-Zu'bi Y, Ghnaim H, Lababdeh L, Ghananeem M and Abu Ahmadeh H, 2012. Determination actual evapotranspiration and crop coefficients of date palm trees (*Phoenix dactylifera*) in the Jordan Valley. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (4): 434-443.
29. Merkley GP and Allen RG, 2004. Sprinkle and trickle irrigation lectures. Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State University, Logan, Utah.
30. Netzer Y, Yao C, Shenker M, Bravdo BA and Schwartz A, 2009. Water use and the development of seasonal crop coefficients for Superior Seedless grapevines trained to an open-gable trellis system. Irrigation Science, 27: 109–120.
31. Mohamed AS, Ali AA, El-Ghany A and Yosri A, 2018. Irrigation water management of date palm under El-Baharia Oasis conditions. Egyptian Journal of Soil Science, 58(1): 27-44.
32. Saeed AB, Etewy HA and Hassan OSA, 1990. Watering requirement and scheduling of date palm. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America (Japan), 21(4): 49-52.

33. Sudhee KP, Gosian AK and Ramasarti KS, 2003. Estimating actua evapotranspiration from limited climatic data using neural compiting technique. J. Irrigatin and Drainage Engineering, 129(3): 214-218.
34. Trajkovic S, Todorovic B and Stankovic , 2003. Forcasting of reference evapotranspiration by artificial neural network. J. Irrigatin and Drainage Engineering, 129(6): 454-457.
35. Tripler E, Ben-Gal A and Shani U, 2007. Consequence of salinity and excess boron on growth, evapotranspiration and ion uptake in date palm (Phoenix dactylifera L., cv. Medjool). Plant Soil (297): 147–155.
36. Tripler E, Shani U, Mualem Y and Ben-Gal A, 2011. Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. Agricultural Water Management (99): 128-134.
37. Williams LE and Ayars JE, 2005. Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. Agricultural and Forest Meteorology, 132: 201–211.
38. Zaid A, 1999. Date palm cultivation, FAO Plant Production and Protection paper, No. 156.Rome, Italy.

Determining Water Requirement and Crop Coefficient of Date Palm cv. Barhee in Khuzestan Province

M. Alihouri[1]

Assistant Prof., Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.

alihouri_m@hotmail.com

Received: October 2021 and Accepted: August 2022

Abstract

The amount of agricultural water consumption and water waste can be reduced by properly adjusting the irrigation schedule of plants based on the precise determination of the water requirement of each plant. This research was carried out to determine water requirement and crop coefficient of Barhee date palm. Three drainage lysimeters were applied to measure date palm evapotranspiration. The amounts of date palm evapotranspiration and reference evapotranspiration were calculated using soil water balance equation and Penman-Monteith method, respectively. The results showed that water requirement of 6, 7, and 8 years old date palm were 1493, 1613 and 1695 mm, respectively, while the amounts of reference evapotranspiration were 2070, 1950, and 1945 mm, respectively. The amount of date palm water requirement increased by 8%, for 6 to 7 years-old and 7.8% for 7 to 8 years. The crop coefficient of 6 years old date palm varied in the range of 0.54-0.80. The minimum crop coefficient was in November, while the maximum was in June and July. For the 7 and 8 years old date palm, crop coefficient varied in the range of 0.62-0.97 and 0.47-1.01, respectively. In 7 and 8 years old date palm, the minimum crop coefficient was in November and the maximum was in August.

Keywords: Agricultural water, Irrigation schedule, Water balance in soil, Evapotranspiration

[1] - Corresponding author: Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.