تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی خرما در مرحله رشد رویشی با استفاده از لایسیمتر

مجید علی‌حوری[۱] *

استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
alihouri_m@hotmail.com

چکیده

تعیین نیاز آبی گیاهان به منظور استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی از اهمیت بسیاری برخوردار است. به منظور تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی خرمای رقم برحی در سال‌های اول تا سوم رشد رویشی، یک لایسیمتر زهکش‌دار برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق مرجع و سه لایسیمتر زهکش‌دار برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق خرما در نظر گرفته شدند. میزان تبخیر-تعرق مرجع و خرما با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک تعیین شد. نتایج نشان داد که مقدار تبخیر-تعرق مرجع در سال‌های اول تا سوم به ترتیب معادل ۲۱۰۵، ۱۸۲۷ و ۲۰۲۱/۸ میلی‌متر شد. در حالی که مقدار تبخیر-تعرق خرما در سال‌های اول تا سوم رشد به ترتیب معادل ۲۷۴/۳، ۴۰۲/۷ و ۵۹۷/۲ میلی‌متر بود، به‌طوری که مقدار افزایش سالانه تبخیر-تعرق گیاه به ترتیب برابر ۴۶/۸٪ و ۴۸/۳٪ بود. مقدار ضریب گیاهی خرمای رقم برحی برای سال اول رشد، بین ۰/۰۸ تا ۰/۱۸ در نوسان بود. کمترین مقدار ضریب گیاهی در اسفند ماه و بیشترین مقدار آن در مهر و دی ماه وجود داشت. اما مقدار ضریب گیاهی برای سال دوم از ۰/۱۰ تا ۰/۳۰ و برای سال سوم از ۰/۱۹ تا ۰/۴۳ متغیر بود. بیشترین مقدار ضریب گیاهی برای سال دوم در مرداد و دی ماه و برای سال سوم در آبان ماه و کمترین مقدار آن برای هر دو سال در اسفند ماه بود. علت اصلی تفاوت مقادیر نیاز آبی و ضریب گیاهی خرما بین سال‌های اول تا سوم را می‌توان افزایش سن گیاه و رشد رویشی آن دانست.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، برنامه‌ریزی آبیاری، بیلان آب در خاک، تبخیر-تعرق، خرمای رقم برحی.

Archive of SID

۱- آدرس نویسنده مسئول: اهواز، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، صندوق پستی ۱۶-۶۱۳۵۵

* - دریافت: آذر ۱۳۹۵ و پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

www.SID.ir

مقدمه

با تعیین دقیق مقدار دقیق مقدار نیاز آبی گیاهان می‌توان برنامه آبیاری را به درستی تنظیم نمود و مقدار آب بهینه در اختیار گیاه قرار داد و از مشکلاتی ناشی از بیش بود و کمبود آب جلوگیری کرد. میزان تبخیر-تعرق نخل خرما بر اساس روش‌های غیر مستقیم، پنمن ـ مانتیث فائو ۲٤۰۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد شده است (علی‌حوری و تیشه‌زن، ۱۳۹۰). فرشی و همکاران (۱۳۷٦) نیاز آبی درختان بارور خرما را بر اساس روش پنمن- مانتیث فائو برای مناطق مختلف کشور بین ۱٤۳۱۰ و ۲۳۳۸۰ مترمکعب در هکتار برآورد نمودند. در مطالعه دیگری آب مصرفی نخل خرما در استان‌های خرماخیز کشور بین ۲٤۱٦۰ تا ٤۱۰۷۰ 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 ۱۱٦۲۰ تا ۱۹۷۵۰ مترمکعب در هکتار برای آبیاری قطره‌ای (بازده ۹۰ درصد) برآورد شد (وزیری و شریعتی، ۱۳۷۷). دانش نیا (۱۳۷۸) آب مورد نیاز درختان بارور خرمای رقم شاهانی را بر اساس ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A، معادل ۱۰۰۰۰ متر مکعب در هکتار برای شهرستان جهرم (استان فارس) اعلام نمود.

غفاری‌نژاد (۱۳۸۰) میزان تبخیر-تعرق و نیاز خالص آبیاری پاجوش (شاخساره[1] یا نهالی را که از جوانه‌های ریشه نخل خرما چند ساله یا بارور به وجود می‌آید) خرمای رقم مضافتی را به ترتیب بین ۳۳۰۸/٦ تا ٤۰۲٤ میلی‌متر و ۳۳٤۱/۱ تا ۱۱٤۸۵/۱ مترمکعب در هکتار برای سال اول تا نهم کشت در منطقه بم برآورد نمود. در حالی که میزان نیاز خالص آبیاری درختان خرمای رقم پیارم در شهرستان حاجی آباد (استان هرمزگان)، بین ٤۳٦٦/۸ تا ۸٤۳۸/٤ مترمکعب بر هکتار برای سال ششم تا دهم برآورد شد (محبی و علی‌حوری، ۱۳۹۲). در مطالعات مذکور، تبخیر-تعرق گیاه بر اساس روش تشت تبخیر فائو محاسبه گردید، آبیاری گیاه با روش قطره‌ای انجام گرفت و نیاز آبشویی به علت کیفیت مناسب آب آبیاری در نظر گرفته نشد. در مطالعه دیگری، میزان تبخیر-تعرق نخل خرما در شهرستان حاجی آباد با اندازه‌گیری تبخیر-تعرق گیاه مرجع در یک لایسیمتر، ۲٤۹٦ میلی‌متر برآورد شده بود (مرادی دالینی و همکاران، ۱۳۸٤). علی‌حوری و تراهی (۱۳۸۹) با تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری برای پاجوش خرمای رقم استعمران، میزان تبخیر-تعرق پاجوش خرما بر اساس روش تشت تبخیر فائو و نیاز خالص آبیاری برای روش‌های خردآبیاری (آبیاری موضعی) را در سال اول رشد، به ترتیب معادل ۱۸۱۰/٤ میلی‌متر و ۱۹۱۲/۵ مترمکعب در هکتار برآورد نمودند. در تحقیق دیگر، بیشترین رشد رویشی پاجوش خرمای رقم برحی در سال‌های اول و دوم رشد هنگامی رخ داد که عملیات آبیاری بر اساس ۸۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A انجام گرفت. در این مطالعه که آبیاری به روش بابلر انجام گرفت، میزان تبخیر-تعرق گیاه (بر مبنای روش تشت تبخیر فائو) در سال اول و دوم رشد به ترتیب معادل ۲۰۷۳/٦ و ۲۲٦۸/۸ میلی‌متر و نیاز خالص آبیاری بر اساس ۸۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر، در سال اول و دوم رشد به ترتیب معادل ۱۸۵٤/٦ و ۲۸۱۱/۵ مترمکعب در هکتار برآورد گردید (علی‌حوری، ۱۳۹۲).

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 متر مکعب در هکتار گزارش نموده است (زید[2]، ۱۹۹۹). مقدار تبخیر-تعرق درختان بارور خرمای رقم سوکاریاح[3] در کشور عربستان سعودی بر اساس روش بیلان آب در خاک برابر ۱٦٤٤ میلی‌متر در سال اندازه‌گیری شد (کاسم[4]، ۲۰۰۷). العمود[5] و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه دیگری برای هفت

1. Shoot

1. Zaid
2. Sukariah
3. Kassem
4. Alamoud

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه از کشور عربستان سعودی، مقدار تبخیر-تعرق درختان بارور خرما را با روش بیلان آب در خاک بین ۲۱۰۰ و ۲۸۲۹ میلی‌متر اعلام نمودند. اندازه‌گیری تبخیر-تعرق درختان ۱۱ ساله خرمای رقم مجول در کشور اردن با روش بیلان آب در خاک نشان داد که میزان تبخیر-تعرق درختان برابر ۱۸۲۸ میلی‌متر بود (مزهریح[5] و همکاران، ۲۰۱۲).

به طور کلی بررسی منابع علمی مختلف نشان داد که تاکنون مقدار دقیق ضریب گیاهی و تبخیر-تعرق خرما در دوره رشد رویشی تعیین نشده و فقط توسط برخی پژوهشگران (فرشی و همکاران، ۱۳۷٦) ضرایب کاهشی برای استفاده از ضریب گیاهی مرحله زایشی نخل خرما در مرحله رویشی پیشنهاد شده است. از سوی دیگر در برنامه راهبردی خرمای کشور، تعیین دقیق نیاز آبی یا تبخیر-تعرق نخل خرما در مرحله رویشی با توجه به سطح زیرکشت ۲۹۵۰۰ هکتار نخلستان غیربارور در کشور، یکی از راهکارهای مهم برای رفع چالش‌های موجود در مسایل آبیاری و زهکشی نخلستان‌های کشور می‌باشد (علی‌حوری و تیشه‌زن، ۱۳۹۰)؛ بنابراین در این تحقیق میزان دقیق و واقعی تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی خرمای رقم برحی که یکی از ارقام مهم و تجاری کشور است، در سال‌های اول تا سوم رشد رویشی تعیین شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در اهواز به طول جغرافیایی ٤٠°٤٨' شرقی و عرض جغرافیایی ٣١°٢٠' شمالی و با ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا به مدت سه سال (۹۳-۱۳۹۱) اجرا شد. میانگین بارندگی سالانه در اهواز برای یک دوره آماری ۵۰ ساله، برابر ۲۱۳/۳ میلی‌متر بود و اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن واقلیم نمای آمبرژه به ترتیب خشک و بیابانی گرم میانه می‌باشد. میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز مستقر در محل اجرای تحقیق، در جداول ۱ تا ۳ ارائه شده است. در این تحقیق، سه لایسیمتر استوانه‌ای از جنس پلی‌اتیلن به قطر ۱۰۰ سانتی‌متر و عمق ۱۲۰ سانتی‌متر برای تعیین نیاز آبی خرما (رقم برحی) و یک لایسیمتر استوانه‌ای از جنس پلی‌اتیلن به قطر ٦۰ سانتی‌متر و عمق ۹۰ سانتی‌متر برای تعیین تبخیر-تعرق مرجع (چمن) تهیه شد.

در هر یک از لایسیمترهای خرما، یک قطعه لوله پلی‌اتیلن به قطر ۲/٥٤ سانتی‌متر و طول ۱۰۵ سانتی‌متر و در لایسیمتر چمن یک قطعه لوله پلی‌اتیلن به قطر ۲/٥٤ سانتی‌متر و طول ٦٥ سانتی‌متر قرار گرفت که منافذی به قطر دو میلی‌متر بر جدار لوله ایجاد شد. هر یک از لوله‌های مذکور به عنوان لوله زهکش، در فاصله پنج سانتی‌متر از کف هر لایسیمتر نصب گردیدند. درون لایسیمترها، ابتدا لوله زهکش توسط یک لایه فیلتر شنی به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر پوشانده شد و در مرحله بعد، از خاک زراعی به همراه پنج کیلوگرم کود حیوانی پوسیده پر گردید (جدول ٤). لازم به ذکر است که بر اساس یافته‌های تحقیقاتی، در عملیات کاشت نهال خرما توصیه می‌شود چاله‌های کاشت با یک خاک دارای بافت لومی و هدایت الکتریکی کمتر از چهار دسی زیمنس بر متر پر شوند (مستعان و همکاران، ۱۳۹٦). لذا در این راستا، خاک مورد نیاز برای پر نمودن لایسیمترها از حاشیه رودخانه کارون تهیه شد. به منظور جلوگیری از ورود آب آبیاری حاشیه به داخل لایسیمترها، لبه هر لایسیمتر حدود ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک قرار گرفت. سپس چهار لایسیمتر در یک نخلستان تازه احداث به وسعت نُه هکتار قرار گرفتند.

بعد از اتمام عملیات کاشت نهال‌های کشت بافتی خرما، عملیات آبیاری با یک لوله پلی اتیلن به قطر ۱٦ میلی‌متر که مجهز به کنتور و متصل به سیستم آبیاری نخلستان بود، انجام گرفت. در لایسیمتر چهارم به منظور اندازه‌گیری مقدار تبخیر-تعرق مرجع، چمن برمودا‌گراس با تراکم ۲۵ گرم بر مترمربع کشت گردید که ارتفاع آن در دوره انجام تحقیق، در حد ۱۲ سانتی‌متر نگه داشته شد

5. Mazahrih

Archive of SID

www.SID.ir

(احمدی عدلی، ۱۳۸۸؛ آلن[1] و همکاران، ۱۹۹۸). آبیاری نهال‌های خرما و چمن، با استفاده از آب رودخانه کارون انجام گرفت که در یک استخر ذخیره می‌شد. نمونه‌ای از آب آبیاری برای تعیین خصوصیات شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید که تفاوت بین مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها در آب آبیاری به دلیل عدم امکان اندازه‌گیری سولفات است (جدول ۵).

دور آبیاری بر اساس یافته‌های تحقیقاتی، در ماه اول، دوم و بقیه ایام سال به ترتیب پس از ٤٥، ٦٠ و ٧٥ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A در نظر گرفته شد (علی‌حوری و تراهی، ۱۳۸۹؛ علی‌حوری، ۱۳۹۲). میزان آب آبیاری نیز بر اساس روش تشت تبخیر فائو برآورد شد. لازم به ذکر است که استفاده از روش تشت تبخیر در این تحقیق، فقط برای تخمین آب مورد نیاز در آبیاری لایسیمترهای خرما بود و تعیین دقیق میزان تبخیر-تعرق خرما، با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک انجام شد. سپس به منظور اطمینان از تامین آب مورد نیاز گیاه (وارد نشدن تنش آبی به گیاه) و داشتن زه‌آب خروجی، حجم آب آبیاری با استفاده از معادله (۲) به مقدار ۲۰ درصد افزایش یافت (پناهی و همکاران، ۱۳۸۵؛ شهابی‌فر و رحیمیان، ۱۳۸٦؛ نتزر[2] و همکاران، ۲۰۰۹؛ بتانا و لازارویچ[3]، ۲۰۱۰):

$$V = 1.2\ (d.a) \qquad (۱)$$

در این رابطه:

V حجم آب آبیاری (لیتر)، d عمق خالص آبیاری یا تفاوت بین میزان تبخیر-تعرق گیاه و بارندگی (میلی‌متر) و a مساحت لایسیمتر (متر مربع) است. حجم زه‌آب خروجی از هر لایسیمتر بعد از جمع‌آوری در یک بشکه پلی‌اتیلن، توسط استوانه مدرج اندازه‌گیری شد.

میزان تبخیر-تعرق واقعی خرما در هر آبیاری، نیز با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک تعیین گردید:

$$ET_{c\ (Ly)} = I + P - RO - DP \pm \Delta S \qquad (۲)$$

در این رابطه:

$ET_{c\ (Ly)}$ تبخیر-تعرق گیاه (میلی‌متر در لایسیمتر)، I آب آبیاری (میلی‌متر)، P بارندگی (میلی‌متر)، RO رواناب سطحی که برابر صفر بود (میلی‌متر)، DP نفوذ عمقی یا زه‌آب جمع آوری شده از هر لایسیمتر (میلی‌متر) و ΔS تغییرات رطوبت خاک که با توجه به برنامه آبیاری، مقدار ماهانه آن برابر صفر بود (میلی‌متر).

همچنین با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده تبخیر-تعرق گیاه، میزان دقیق ضریب گیاهی (K_c) خرما تعیین شد. بدین منظور با توجه به این که در گیاهان باغی تمام سطح زمین در موقع آبیاری خیس نمی‌شود، ابتدا لازم است میزان تبخیر-تعرق به دست آمده از لایسیمتر اصلاح شود. سپس بر اساس میزان تبخیر-تعرق اصلاح شده (میلی‌متر) و میزان اندازه‌گیری شده تبخیر-تعرق مرجع (ET_o)، میزان ضریب گیاهی در ماه‌های مختلف هر سال محاسبه گردید (علیزاده، ۱۳۹٤؛ بومن[4]، ۱۹۹٤؛ مرکلی و آلن[5]، ۲۰۰٤؛ ویلیامز و آیرز[6]، ۲۰۰۵؛ آلوزجر[7] و همکاران، ۲۰۰۷؛ نتزر و همکاران، ۲۰۰۹).:

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

$$K_c = ET_c / ET_o \qquad (٤)$$

در این روابط:

ET_c تبخیر-تعرق گیاه (میلی‌متر) و P_d سطح سایه انداز گیاه (درصد) است. به منظور تعیین سطح سایه انداز گیاه، مساحت لایسیمتر بر مساحت زیر پوشش هر نخل در نخلستان (٦٤ مترمربع برای فواصل کاشت هشت در هشت متر) تقسیم گردید. عملیات داشت و مراقبت‌های باغی نظیر مبارزه با علف‌های هرز نیز برای تمام لایسمترهای خرما به طور یکسان انجام گرفت.

1. Allen
1. Netzer
2. Bhantana and Lazarovitch

1. Boman
2. Merkley and Allen
3. Williams and Ayars
4. Alves Jr

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز در سال اول رشد گیاه

ماه	حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	حداقل رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر از تشت (میلی‌متر)
فروردین	۳۰/۹	۱۵/۶	۶۵	۲۰	۸/۴	۲۵۸/۱
اردیبهشت	۳۹/۷	۲۳/۱	۴۳	۱۰	۰/۰	۳۹۵/۰
خرداد	۴۴/۹	۲۶/۳	۳۳	۷	۰/۰	۵۸۳/۹
تیر	۴۶/۷	۲۸/۱	۳۵	۸	۰/۰	۶۸۳/۷
مرداد	۴۷/۹	۲۸/۶	۳۸	۹	۰/۰	۷۳۶/۹
شهریور	۴۷/۳	۲۴/۳	۴۸	۱۰	۰/۰	۵۲۴/۷
مهر	۳۹/۸	۲۰/۸	۶۲	۱۵	۰/۰	۲۶۲/۰
آبان	۳۱/۱	۱۶/۴	۷۲	۳۰	۴۴/۷	۱۵۲/۷
آذر	۲۰/۳	۱۱/۱	۹۱	۵۷	۷۰/۰	۶۴/۳
دی	۱۸/۰	۷/۳	۸۹	۴۷	۴۰/۰	۷۶/۲
بهمن	۲۲/۰	۱۰/۱	۸۸	۴۳	۳۷/۹	۹۰/۲
اسفند	۲۶/۲	۱۲/۱	۷۳	۲۵	۲/۸	۱۶۳/۴
مجموع	–	–	–	–	۲۰۳/۸	۳۹۹۱/۱

جدول ۲- میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز در سال دوم رشد گیاه

ماه	حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	حداقل رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر از تشت (میلی‌متر)
فروردین	۳۲/۸	۱۶/۳	۶۴	۱۶	۴/۰	۲۴۸/۵
اردیبهشت	۳۴/۵	۲۰/۰	۶۳	۲۱	۲۷/۲	۳۱۲/۶
خرداد	۴۲/۹	۲۴/۳	۳۸	۷	۰/۰	۶۵۶/۸
تیر	۴۶/۷	۲۷/۱	۴۶	۱۰	۰/۰	۵۸۵/۷
مرداد	۴۴/۹	۲۶/۰	۴۸	۱۲	۰/۰	۵۱۳/۸
شهریور	۴۳/۵	۲۳/۹	۵۸	۱۲	۰/۰	۳۹۷/۲
مهر	۳۶/۲	۱۶/۸	۵۹	۱۳	۰/۰	۲۹۷/۰
آبان	۲۷/۷	۱۵/۲	۸۱	۴۱	۵۶/۷	۱۱۹/۶
آذر	۲۰/۵	۹/۷	۸۹	۴۸	۱۲/۲	۷۰/۵
دی	۱۶/۶	۵/۸	۹۲	۵۷	۶۹/۷	۵۶/۲
بهمن	۱۹/۵	۷/۶	۹۲	۴۶	۱۰/۴	۷۰/۵
اسفند	۲۶/۲	۱۲/۸	۸۲	۳۴	۳۸/۱	۱۳۹/۵
مجموع	–	–	–	–	۲۱۸/۳	۳۴۶۷/۹

جدول ۳- میانگین آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز در سال سوم رشد گیاه

ماه	حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	حداقل رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر از تشت (میلی‌متر)
فروردین	۳۰/۵	۱۵/۳	۷۶	۲۳	۳۷/۸	۲۱۴/۹
اردیبهشت	۳۹/۳	۲۲/۳	۵۳	۱۲	۰/۶	۴۱۷/۷
خرداد	۴۴/۰	۲۶/۰	۴۱	۸	۰/۰	۵۷۹/۲
تیر	۴۶/۷	۲۷/۸	۳۹	۷	۰/۰	۶۳۲/۴
مرداد	۴۶/۵	۲۷/۸	۵۰	۱۰	۰/۰	۶۱۹/۶
شهریور	۴۴/۵	۲۵/۲	۵۷	۱۲	۰/۰	۴۴۶/۵
مهر	۳۸/۰	۲۱/۰	۵۷	۱۸	۲/۲	۳۲۸/۵
آبان	۲۹/۰	۱۲/۷	۷۱	۲۶	۹/۸	۱۷۳/۱
آذر	۲۲/۳	۱۰/۷	۹۰	۵۱	۲۸/۵	۸۲/۶
دی	۱۹/۸	۶/۹	۸۶	۴۱	۶/۱	۹۴/۱
بهمن	۲۳/۴	۱۱/۰	۷۹	۳۷	۱۱/۱	۱۱۹/۵
اسفند	۲۴/۹	۱۱/۰	۸۲	۳۱	۲۶/۹	۱۴۱/۱
مجموع	–	–	–	–	۱۲۳/۰	۳۸۴۹/۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

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	۱۶/۸	۷/۶	۳/۹	۵/۶

جدول ۵- نتایج تجزیه کیفی نمونه‌ای از 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

نتایج و بحث

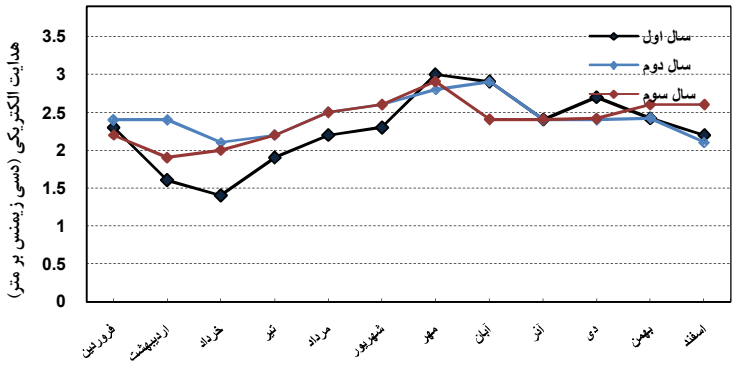
تغییرات ماهانه هدایت الکتریکی آب آبیاری در شکل ۱ ارائه شده است. میانگین شوری آب در سال‌های اول، دوم و سوم اجرای تحقیق به ترتیب برابر ۲/۳، ۲/٤ و ۲/٤ دسی زیمنس بر متر بود. میانگین حاصل از مقادیر ماهانه آب آبیاری یا آب داده شده به گیاه (I در رابطه ۲) سه لایسیمتر در شکل ۲ ارائه شده است. بیشترین مقدار آب آبیاری در سال اول رشد گیاه، در مرداد ماه با ٤۳۱/۲ میلی‌متر در لایسیمتر و کمترین آب آبیاری در آذر ماه با ٤٤/۵ میلی‌متر در لایسیمتر بود. ولی در سال‌های دوم و سوم رشد گیاه، بیشترین مقدار آب آبیاری به ترتیب با ۷٦٦/۵ و ۸۳٦/۵ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به تیر ماه و کمترین مقدار آب آبیاری به ترتیب با ۱۲/۷ و ۱٤٦/۵ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به دی ماه بود. مقدار کل آب آبیاری نیز در سال‌های اول تا سوم رشد گیاه به ترتیب معادل ۲۸۰۲/٤، ۳۹٦۸/۵ و ۵٤۷۰/۹ میلی‌متر در لایسیمتر (۲۱۹۹/۹، ۳۱۱۵/۳ و ٤۲۹٤/٦ لیتر در لایسیمتر) بود.

میزان نیاز آبی یا تبخیر-تعرق مرجع در سال‌های اول تا سوم اجرای تحقیق که با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک به دست آمد، در شکل ۳ ارائه شده است. بیشترین میزان تبخیر-تعرق مرجع در سال‌های اول و دوم با ۳۲۷/۸ و ۳۲۲/۸ میلی‌متر در مرداد ماه و کمترین میزان تبخیر-تعرق مرجع با ۳٤/٤ و ۲۵/٤ میلی‌متر در دی ماه وجود داشت. در سال سوم، بیشترین میزان تبخیر- تعرق مرجع با ۲۸۱/۳ میلی‌متر مربوط به تیر ماه و کمترین میزان تبخیر- تعرق مرجع با ٤۲/۵ میلی‌متر مربوط به دی ماه بود. مقدار کل تبخیر-تعرق مرجع نیز در سال‌های اول تا سوم به ترتیب معادل ۲۱۰۵، ۱۸۲۷ و ۲۰۲۱/۸ میلی‌متر به دست آمد. با توجه به مقادیر تبخیر از تشت در سال‌های اول تا سوم اجرای این پژوهش (جداول ۱ تا ۳)، علت عمده نوسان مقدار کل تبخیر-تعرق مرجع را می‌توان تغییرات عوامل اقلیمی دانست.

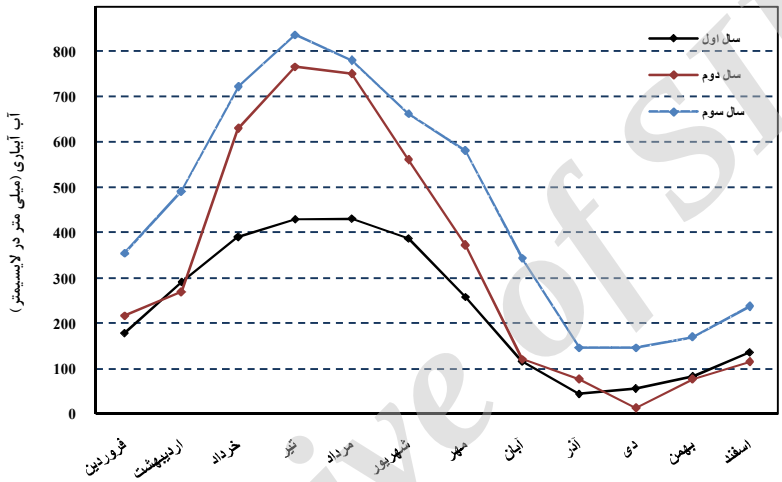
میانگین میزان تبخیر-تعرق خرما طی سال‌های اول تا سوم رشد (پس از کاشت در زمین) که با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک به دست آمد، در شکل ٤ ارائه شده است. بیشترین میزان تبخیر-تعرق خرما در سال اول رشد، در مرداد ماه با ٤۰۰/۲ میلی‌متر در لایسیمتر و کمترین میزان تبخیر-تعرق در دی ماه با ۵۷ میلی‌متر در لایسیمتر وجود داشت؛ اما در سال‌های دوم و سوم رشد، بیشترین میزان تبخیر- تعرق خرما به ترتیب با ٦۵۵/٦ و ۷۷۱/۱ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به تیر ماه و کمترین میزان تبخیر- تعرق به ترتیب با ٦۹/٦ و ۱۵۰ میلی‌متر در لایسیمتر مربوط به دی ماه بود. مقدار کل تبخیر-تعرق خرما نیز در سال‌های اول تا سوم رشد به ترتیب معادل ۲٤۷٦/۷، ۳٦۳۵/۹ و ۵۳۹۱/۹ میلی‌متر در لایسیمتر (۱۹٤٤/۲، ۲۸۵٤/۲ و ٤۲۳۲/٦ لیتر در لایسیمتر) به دست آمد. علت تفاوت در مقدار نیاز آبی خرما در سال‌های اول تا سوم رشد، باغی و دائمی بودن گیاه است؛ به عبارت دیگر ادامه اجرای این تحقیق در سال‌های دوم و سوم، تکرار سال اول نبود (برخلاف گیاهان زراعی)، بلکه فقط برای تعیین نیاز آبی خرما در دومین و سومین سال رشد آن بود.

Archive of SID

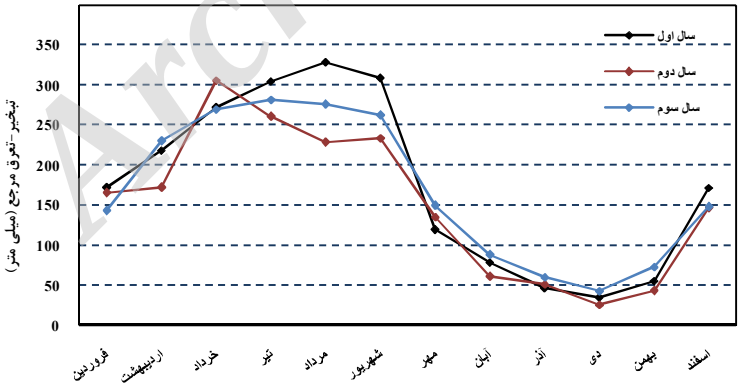
www.SID.ir



شکل۱- تغییرات ماهانه هدایت الکتریکی آب آبیاری در مدت اجرای تحقیق



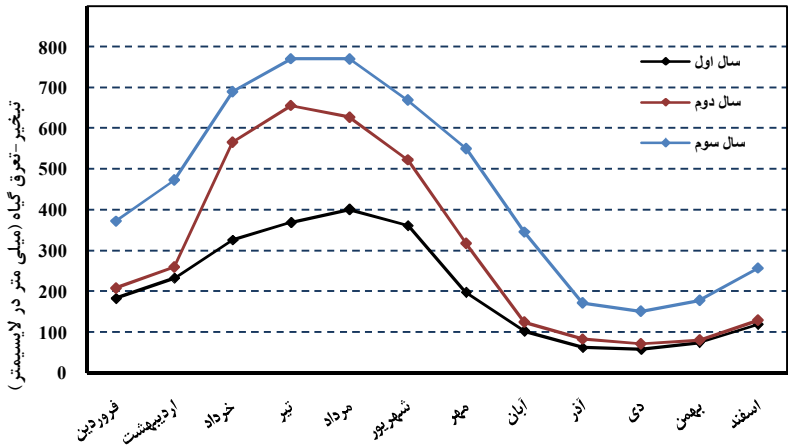
شکل ۲- میانگین ماهانه آب آبیاری در لایسیمترهای خرما در سال‌های اول تا سوم رشد



شکل۳- میانگین میزان تبخیر-تعرق مرجع در سال‌های اول تا سوم اجرای تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- میانگین میزان تبخیر-تعرق خرما در سال‌های اول تا سوم رشد

میزان افزایش سالانه تبخیر-تعرق خرما از سال اول تا سال سوم به ترتیب برابر ٤٦/٨ و ٤٨/٣ درصد بود که بالا رفتن سن گیاه و در نتیجه افزایش فعالیت‌های متابولیکی گیاه را می‌توان علت اصلی این روند صعودی تبخیر-تعرق خرما در سال‌های مختلف دانست. در پژوهش دیگری میزان سالانه تبخیر-تعرق خرمای رقم برحی معادل ١٦٢٦/١ میلی‌متر در لایسیمتر برای سال اول رشد به دست آمد (علی‌حوری، ١٣٩٤). این مقدار که برای شرایط اقلیمی شهرستان اهواز بود، نسبت به میزان اندازه‌گیری شده تبخیر-تعرق گیاه در این تحقیق از کاهش ٣٤/٣ درصدی برخوردار است. علت اصلی این موضوع می‌تواند استفاده از خاک‌پوش (مالچ) برگ خرما در پژوهش مذکور و تفاوت شرایط اقلیمی در زمان انجام دو تحقیق باشد. بررسی مقادیر تبخیر-تعرق خرما (جداول ٦ تا ٨) و تبخیر از تشت کلاس A (جداول ١ و ٢) نشان می‌دهد که نسبت تبخیر-تعرق خرما (میلی‌متر) به تبخیر از تشت کلاس A در دوره‌های ماهانه سال اول رشد از ٠/٠٦ تا ٠/١١ نوسان دارد. این نسبت در دوره‌های ماهانه سال‌های دوم و سوم رشد از ٠/٠٩ تا ٠/١٥ و از ٠/١٣ تا ٠/٢٣ متغیر است. این نسبت‌ها می‌تواند به عنوان راهنما برای تعیین میزان نیاز آبی خرما بر اساس مقادیر تبخیر از تشت کلاس A باشد.

جدول ۶- میزان ضریب گیاهی خرمای رقم برحی در سال اول رشد

ماه	تبخیر- تعرق مرجع (میلی‌متر)	تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر در لایسیمتر)	تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر)	ضریب گیاهی
فروردین	١٧١/٦	١٨٢/٠	٢٠/٢	٠/١٢
اردیبهشت	٢١٧/٥	٢٣١/٤	٢٥/٦	٠/١٢
خرداد	٢٧١/٤	٣٢٥/٧	٣٦/١	٠/١٣
تیر	٣٠٤/٢	٣٦٨/١	٤٠/٨	٠/١٣
مرداد	٣٢٧/٩	٤٠٠/٢	٤٤/٣	٠/١٤
شهریور	٣٠٨/٠	٣٦١/٢	٤٠/٠	٠/١٣
مهر	١١٩/٢	١٩٦/٢	٢١/٧	٠/١٨
آبان	٧٧/٨	١٠٢/٠	١١/٣	٠/١٥
آذر	٤٦/٥	٦١/٢	٦/٨	٠/١٥
دی	٣٤/٤	٥٧/٠	٦/٣	٠/١٨
بهمن	٥٥/٠	٧٣/٥	٨/١	٠/١٥
اسفند	١٧١/٥	١١٨/٢	١٣/١	٠/٠٨
مجموع	٢١٠٥/٠	٢٤٧٦/٧	٢٧٤/٣	-

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- میزان ضریب گیاهی خرمای رقم برحی در سال دوم رشد

ماه	تبخیر- تعرق مرجع (میلی‌متر)	تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر در لایسیمتر)	تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر)	ضریب گیاهی
فروردین	۱۶۵/۴	۲۰۷/۹	۲۳/۰	۰/۱۴
اردیبهشت	۱۷۲/۱	۲۵۸/۸	۲۸/۷	۰/۱۷
خرداد	۳۰۵/۳	۵۶۵/۰	۶۲/۶	۰/۲۰
تیر	۲۶۰/۶	۶۵۵/۶	۷۲/۶	۰/۲۸
مرداد	۲۲۸/۵	۶۲۷/۱	۶۹/۵	۰/۳۰
شهریور	۲۳۳/۴	۵۲۲/۹	۵۷/۹	۰/۲۵
مهر	۱۳۵/۱	۳۱۶/۷	۳۵/۱	۰/۲۶
آبان	۶۰/۹	۱۲۳/۵	۱۳/۷	۰/۲۲
آذر	۵۱/۰	۸۲/۵	۹/۱	۰/۱۸
دی	۲۵/۴	۶۹/۶	۷/۷	۰/۳۰
بهمن	۴۲/۹	۷۸/۸	۸/۷	۰/۲۰
اسفند	۱۴۶/۴	۱۲۷/۳	۱۴/۱	۰/۱۰
مجموع	۱۸۲۷/۰	۳۶۳۵/۹	۴۰۲/۷	–

جدول ۸- میزان ضریب گیاهی خرمای رقم برحی در سال سوم رشد

ماه	تبخیر- تعرق مرجع (میلی‌متر)	تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر در لایسیمتر)	تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر)	ضریب گیاهی
فروردین	۱۴۲/۹	۳۷۲/۳	۴۱/۲	۰/۲۹
اردیبهشت	۲۳۰/۰	۴۷۱/۸	۵۲/۳	۰/۲۳
خرداد	۲۶۹/۲	۶۸۹/۲	۷۶/۳	۰/۲۸
تیر	۲۸۱/۳	۷۷۱/۱	۸۵/۴	۰/۳۰
مرداد	۲۷۵/۶	۷۶۹/۹	۸۵/۳	۰/۳۱
شهریور	۲۶۲/۱	۶۶۸/۱	۷۴/۰	۰/۲۸
مهر	۱۴۹/۴	۵۵۰/۳	۶۰/۹	۰/۴۱
آبان	۸۸/۲	۳۴۵/۵	۳۸/۳	۰/۴۳
آذر	۵۹/۷	۱۷۰/۱	۱۸/۸	۰/۳۲
دی	۴۲/۵	۱۵۰/۰	۱۶/۶	۰/۳۹
بهمن	۷۲/۸	۱۷۶/۷	۱۹/۶	۰/۲۷
اسفند	۱۴۸/۱	۲۵۶/۹	۲۸/۵	۰/۱۹
مجموع	۲۰۲۱/۸	۵۳۹۱/۹	۵۹۷/۲	–

علی‌حوری (۱۳۹۲) میزان نیاز آبی پاجوش خرمای رقم برحی را با روش تشت تبخیر فائو برای شهرستان اهواز در سال‌های اول و دوم پس از کاشت، به ترتیب ۲۲۹/۷ و ۳۵۱/۸ میلی‌متر برآورد نمود. این مقادیر نسبت به میزان تبخیر-تعرق اندازه‌گیری شده در این تحقیق (جداول ٦ و ۷)، به ترتیب ٤٤/٦ و ۵۰/۹ میلی‌متر یا ۱٦/۳ و ۱۲/٦ درصد کمتر است. میزان تبخیر از تشت در دوره انجام مطالعه مذکور، معادل ٤۰۰٦/۱ میلی‌متر در سال اول و ٤۲۰۹/۹ میلی‌متر در سال دوم بود. در پژوهش دیگری، میزان تبخیر-تعرق پاجوش خرمای رقم استعمران با روش تشت تبخیر برای شهرستان اهواز در اولین سال رشد، ۲۰۰/٤ میلی‌متر برآورد شد (علی‌حوری و تراهی، ۱۳۸۹). این مقدار نسبت به میزان تبخیر-تعرق اندازه‌گیری شده در این تحقیق (جدول ٦)، ۷۳/۹ میلی‌متر یا ۲٦/۹ درصد کمتر بود. میانگین میزان تبخیر از تشت در دوره انجام مطالعه مذکور، برابر ۳۷۱۰/٦ میلی‌متر در سال بود که ۲۸۰/۵ میلی‌متر کمتر از میزان تبخیر در این تحقیق بود. علل تفاوت میزان تبخیر-تعرق گیاه در دو پژوهش اخیر با

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این تحقیق را می‌توان به شرایط اقلیمی، نوع رقم خرما، درجه دقت روش تشت تبخیر و همچنین احتمال متفاوت بودن نیاز آبی پاجوش با نهال کشت بافتی خرما ارتباط داد.

فرشی و همکاران (۱۳۷٦) میزان تبخیر-تعرق یا نیاز آبی درختان بارور خرما را برای شهرستان اهواز با روش پنمن- مانتیث فائو برای روش‌های آبیاری سطحی و موضعی[1] (میکرو) به ترتیب معادل ۱۹۳۳۱ و ۱۵۲۱۷ مترمکعب در هکتار برآورد نمودند. سپس برای دوره زمانی از کاشت تا سن سه سالگی گیاه، ضریب کاهشی ۰/٤ را برای تعیین میزان تبخیر-تعرق گیاه پیشنهاد دادند. بدین ترتیب میزان تبخیر-تعرق خرما تا سه سال پس از کاشت برای انواع روش آبیاری موضعی، که تمام سطح زمین هنگام آبیاری خیس نمی‌شود، برابر ٦۰۸۷ مترمکعب در هکتار خواهد بود. در صورتی که در این تحقیق، میزان نیاز آبی خرمای رقم برحی برای روش‌های آبیاری موضعی، در سال‌های اول تا سوم به ترتیب معادل ۲۷٤۳، ٤۰۲۷ و ۵۹۷۲ مترمکعب در هکتار به دست آمد؛ به عبارت دیگر میزان برآورد شده نیاز آبی خرما بر اساس برآورد محققان مذکور، برای سال‌های اول تا سوم رشد گیاه به ترتیب ۳۳٤٤، ۲۰٦۰ و ۱۱۵ میلی‌متر بیشتر از میزان نیاز آبی خرما بر اساس اندازه‌گیری لایسیمتری در این تحقیق است. این تفاوت زیاد در مقادیر نیاز آبی خرما در سال‌های اول و دوم رشد (۲/۲ و ۱/۵ برابر) گویای اهمیت مطالعات لایسیمتری در اندازه‌گیری و تعیین نیاز آبی واقعی گیاهان می‌باشد.

بر اساس مقادیر تبخیر-تعرق مرجع و خرما، میزان ضریب گیاهی (K_c) با استفاده از معادله‌های ٤ و ۵ برای ماه‌های مختلف سال‌های اول تا سوم رشد گیاه تعیین شد که در جداول ٦ تا ۸ ارائه گردیده است. همان طور که در جدول ٦ مشاهده می‌شود مقدار ضریب گیاهی (K_c) خرمای رقم برحی برای سال اول رشد، بین ۰/۰۸ تا ۰/۱۸ در نوسان است. کمترین مقدار ضریب گیاهی در اسفند ماه و بیشترین مقدار آن در مهر و دی ماه وجود داشت؛ اما مقدار ضریب گیاهی برای سال دوم از ۰/۱۰ تا ۰/۳۰ و برای سال سوم از ۰/۱۹ تا ۰/٤۳ متغیر است (جداول ۷ و ۸). بیشترین مقدار ضریب گیاهی برای سال دوم در مرداد و دی ماه و برای سال سوم در آبان ماه و کمترین مقدار آن برای هر دو سال در اسفند ماه بود.

بررسی منابع علمی نشان داد که تاکنون ضریب گیاهی نخل خرما (غیر بارور) در دوره رشد رویشی گزارش نشده است. سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (فائو)، مقدار ضریب گیاهی درخت خرما (بارور) 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). اندازه‌گیری تبخیر-تعرق درختان ۱۵ ساله خرمای رقم سوکاریاح نشان داد که میزان ضریب گیاهی در مرحله رشد زایشی بین ۰/۵٦ تا ۰/۷۰ نوسان داشت. کاشت درختان با فواصل ۸ متر و آبیاری آنها 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 فاصله بین درختان برابر ۱۰ متر بود (العمود و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین میزان ضریب گیاهی در مرحله رشد زایشی درختان ۱۱ ساله خرمای رقم مجول در کشور اردن بین ۰/۵۰ تا ۱/۱۸ بود. آبیاری درختان به روش قطره‌ای و فاصله کاشت درختان برابر هشت متر بود (مزهریح و همکاران، ۲۰۱۲).

نتیجه‌گیری

در حال حاضر، استفاده از معادله‌های تبخیر-تعرق برای برآورد نیاز آبی نخلستان‌های تازه احداث کشور، یکی از روش‌های معمول در طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی توسط شرکت‌های مهندسی مشاور است؛ اما اندازه‌گیری میزان تبخیر-تعرق خرما توسط لایسیمتر نشان داد که میزان نیاز آبی خرما در سال اول رشد گیاه، ٥٤/۹ درصد و در سال دوم رشد گیاه، ۳۳/۸

1. Localized irrigation

Archive of SID

www.SID.ir

درصد کمتر از میزان برآورد شده با معادله پنمن-مانتیث فائو (فرشی و همکاران، ۱۳۷٦) است. این تفاوت قابل توجه بین مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده نیاز آبی خرما، حاکی از اهمیت انجام مطالعات لایسیمتری در تعیین نیاز آبی واقعی گیاهان باغی در مرحله رویشی می‌باشد؛ بنابراین از آنجا که تعیین دقیق نیاز آبی نخل خرما یکی از ضرورت‌های مهم برای رفع چالش‌های موجود در مسایل آبیاری و زهکشی نخلستان‌های کشور است، به منظور تکمیل نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی مقادیر واقعی تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی درختان جوان خرما تا پایان مرحله رشد رویشی اندازه‌گیری و تعیین شوند.

فهرست منابع

۱. احمدی عدلی، ر. ۱۳۸٦. تعیین آب مصرفی پتانسیل گیاه ذرت در منطقه مغان به روش لایسیمتری. دهمین کنگره علوم خاک ایران، ٤ تا ٦ شهریور ۱۳۸٦، کرج: ۵۳-۵۵.

۲. پناهی، م.، عقدایی، م. و م. رضایی. ۱۳۸۵. تعیین تبخیر و تعرق استاندارد گیاه چغندر قند در کبوترآباد اصفهان. چغندر قند، ۲۲(۱): ۲۵-۳۷.

۳. 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.

٤. شهابی‌فر، م. و م.ح. رحیمیان. ۱۳۸٦. تعیین نیاز آبی چغندر قند به روش لایسیمتری در مشهد. چغندر قند، ۲۳(۲): ۱۷۷-۱۸٤.

۵. علی‌حوری، م. ۱۳۹۲. اثرات دور و عمق آبیاری بر رشد رویشی پاجوش‌های خرمای رقم برحی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. اهواز: موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری. ۲۵ص.

٦. علی‌حوری، م. ۱۳۹٤. بررسی اثرات توأم کم آبیاری و شوری آب آبیاری بر تبخیر-تعرق و رشد رویشی نهال خرمای رقم برحی با استفاده از خاک‌پوش در استان خوزستان. پایان نامه دکتری. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱٦۲ص.

۷. علی‌حوری، م. و پ. تیشه‌زن. ۱۳۹۰. برنامه راهبردی بخش خرما در کشور/ زیر برنامه آبیاری. اهواز: انتشارات کردگار. ٤۳ص.

۸. علی‌حوری، م. و ع. تراهی. 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: ۱۲۳-۱۳۱.

۹. علیزاده ،ا. ۱۳۹٤. طراحی سیستم‌های آبیاری: طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار. مشهد: دانشگاه امام رضا(ع). ٤۵۲ص.

۱۰. غفاری‌نژاد، ع. ۱۳۸۰. تعیین بهترین دور و عمق آبیاری نخل مضافتی به روش قطره‌ای. بم: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان. ۲۳ص.

۱۱. فرشی ع.ا.، شریعتی م.ر.، جارالله‌ی ر.، قائمی م.ر.، شهابی فر م. و م. تولایی. ۱۳۷٦. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عهده زراعی و باغی کشور. جلد دوم. کرج: نشر آموزش کشاورزی. ٦۲۹ص.

۱۲. محبی، ع. و م. علی‌حوری. ۱۳۹۲. اثر عمق و روش آبیاری بر میزان بهره‌وری، عملکرد و صفات رویشی نخل پیارم. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، ۲۷(٤): ٤۵۵-٤٦٤.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳. مرادی دالینی، ا.، صالح، ج.، کرمی، ی. و ا. مقیمی. ۱۳۸٤. تعیین نیاز آبی خرما در منطقه حاجی آباد هرمزگان. خلاصه مقالات اولین جشنواره و همایش بین المللی خرما. بندر عباس، ۲۹ و ۳۰ آبان ۱۳۸٤: ٥٤-٥٥.

۱٤. مستعان، ا.، لطیفیان، م.، تراهی، ع.، امانی، م.، محبی، ع. و م. علی‌حوری. ۱۳۹٦. راهنمای فنی کاشت، داشت و برداشت خرما. تهران: نشر آموزش کشاورزی. ۲۸۲ص.

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

16. Alamoud, A.I., Mohammad, F.S., Al-Hamed S.A. and A.M. Alabdulkader. 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.
17. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy, 211p.
18. Alves Jr, J., Folegatti, M.V., Parsons, L.R., Bandaranayake, W., Silva, C.R., Silva, T,J.A. and L.F.S.M. Campeche. 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.
19. Bhantana, P. and N. Lazarovitch. 2010. Evapotranspiration, crop coefficient and growth of two young pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties under salt stress. Agricultural Water Management, 97: 715–722.
20. Boman, B. 1994. Evapotranspiration by young Florida Flatwoods citrus trees. Journal of Irraigation and Drainage Engineering, 120 (1): 80-88.
21. Kassem, M.A. 2007. Water requirements and crop coefficient of date palm trees "*sukariah* cv.". Misr J. Ag. Eng., 24(2): 339-359.
22. Mazahrih, N.T., AL-Zu'bi, Y., Ghnaim, H., Lababdeh, L., Ghananeem, M. and H. Abu Ahmadeh. 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.
23. Merkley, G.P. and R.G. Allen. 2004. Sprinkle and trickle irrigation lectures. Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State University, Logan, Utah. 213p.
24. Netzer, Y., Yao. C. and M. Shenker. 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.
25. Williams, L.E. and J.E. Ayars. 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.
26. Zaid, A. 1999. Date palm cultivation, FAO Plant Production and Protection paper, No. 156, 287p.

Archive of SID

www.SID.ir