Archive of SID

نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال دوم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۱

ISSN 2251-7480

ارزیابی کارآیی آمار بلندمدت هواشناسی در مدیریت آبیاری قطره‌ای و بارانی

سمیه امیری[۱]، مهدی قیصری[۲*] و بیتا مروج الحکامی[۳]

۱) فارغ التحصیل کارشناسی؛ گروه مهندسی آب؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه صنعتی اصفهان؛ اصفهان؛ ایران

۲*) استادیار گروه مهندسی آب؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه صنعتی اصفهان؛ اصفهان؛ ایران؛ نویسنده مسئول مکاتبات: Gheysari@cc.iut.ac.ir

۳) دکتری آبیاری و زهکشی؛ دانشگاه صنعتی اصفهان؛ شرکت مهندسین مشاور هیدراب اندیش؛ اصفهان؛ ایران

تاریخ دریافت:۹۱/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۶/۱۶

چکیده

تخمین صحیح نیاز آبی گیاهان برای حفاظت از منابع آبی کشور بسیار مهم است. لیکن در بیشتر مطالعات انجام شده در ایران برای تخمین تبخیر- تعرق گیاه از آمار بلندمدت هواشناسی استفاده می‌شود. این در حالی است که حتی داده‌های همزمان ایستگاه‌های هواشناسی غیرکشاورزی می‌تواند به کم یا فرآبرآورد تبخیر- تعرق گیاه منجر شود. بنابراین ضرورت دارد کارشناسان و متخصصان آبیاری از میزان خطای برآورد تبخیر- تعرق محاسبه شده با استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی آگاه باشند. هدف از این مطالعه، ارزیابی دقت تخمین تبخیر- تعرق گیاه مرجع با استفاده از آمار بلند مدت هواشناسی به‌جای آمار همزمان در مدیریت‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی بود. به این منظور، آمار سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ در سه ایستگاه هواشناسی اصفهان، هواشناسی کبوترآباد اصفهان و فرودگاه شهید بهشتی اصفهان برای ارزیابی انتخاب شد. نتایج نشان داد حداکثر مقدار خطای میانگین مربعات نسبی (n-RMSE) در صورت استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی (تخمینی) به جای آمار همزمان هواشناسی (واقعی) برای محاسبه تبخیر- تعرق در مدیریت آبیاری قطره‌ای ۲۴ درصد، در مدیریت آبیاری بارانی ۱۸ درصد، در فصل بهار ۲۲ درصد، در فصل تابستان ۲۰ درصد، در فصل پاییز ۴۴ درصد و در فصل زمستان ۵۶ درصد بدست آمد. بر پایه نتایج این مطالعه، آمار بلندمدت هواشناسی قابلیت کاربرد در مدیریت کم‌آبیاری را ندارند. از سویی با توجه به حساسیت بیشتر سیستم آبیاری قطره‌ای به تنش رطوبتی در مقایسه با سیستم آبیاری بارانی، استفاده از آمار بلندمدت در تخمین تبخیر- تعرق به منظور برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای، توصیه نمی‌شود. در نهایت، استفاده از ایستگاه‌های هواشناسی اتوماتیک و استفاده از آمار همزمان برای مدیریت آبیاری دقیق، بویژه برای اعمال مدیریت کم‌آبیاری در شرایط بحران کمبود آب توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری هوشمند؛ ایستگاه هواشناسی اتوماتیک؛ تبخیر- تعرق؛ نیاز آبی

مقدمه

در سال‌های اخیر سیستم‌های نوین آبیاری به منظور استفاده بهینه از منابع آبی کشور توسعه یافته‌اند. مطالعات و طراحی سامانه‌های آبیاری و مطالعات هیدرولوژی بر اساس آمار بلندمدت انجام می‌شوند. همچنین در حال حاضر، تدوین سند آبیاری ایران و تحویل حجمی آب به زارعین و برآورد نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی کشور نیز با استفاده از آمار بلندمدت صورت می‌گیرد (تقی زاده، ۱۳۵۵؛ فرشی، ۱۳۷۶ و وزیری، ۱۳۸۷). به علت عدم وجود ایستگاه‌های هواشناسی اتوماتیک در بیشتر مناطق کشاورزی و یا عدم دسترسی به داده‌های همزمان هواشناسی، طراحان و برنامه‌ریزان آبیاری از آمار هواشناسی بلندمدت سال‌های پیشین برای برنامه‌ریزی آبیاری استفاده می‌کنند.

سوال این است که آیا بهره‌برداری و مدیریت آبیاری نیز می‌تواند با استفاده از آمار بلندمدت انجام شود؟

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده بهینه از منابع آب، مستلزم برنامه‌ریزی دقیق آب آبیاری است که پایه و اساس آن،تخمین دقیق نیازآبی گیاهان است (محمدیان و همکاران، ۱۳۸٤). تاکنون بیش از ۵۰ روش تخمین تبخیر- تعرق مرجع در قالب روش‌های ترکیبی، آئرودینامیک و تجربی ارائه شده است که اغلب با توجه به داده‌های هواشناسی نتایج متفاوتی ارائه می‌کنند (Grismer *et al.*,2002). با این حال مناسب‌ترین روش محاسبه تبخیر- تعرق مرجع در هر منطقه بستگی به شرایط اقلیمی، داده‌های در دسترس و هزینه‌های مربوط به آن دارد (سبزی‌پرور و همکاران، ۱۳۸۷). در این بین لایسیمتر تنها روش مستقیم برآورد تبخیر-تعرق است. با وجود هزینه زیاد نصب و نگهداری آن، در عین حال معتبرترین روش محسوب می‌گردد. با این حال، به دلیل کارائی بالای مدل فائو پنمن مانتیث، در بسیاری از نقاط جهان از جمله اقالیم خشک و نیمه خشک، به عنوان روشی استاندارد برای محاسبه تبخیر- تعرق با استفاده از داده‌های هواشناسی و ارزیابی سایر روش‌ها به کار می‌رود (Allen *et al.*, 1998a; Allen *et al.*,1998b; Bakhtiari and Liaghat, 2011; Sorenson, 2008; Steiner *et al.*, 1991 and Stockle *et al.*, 2004).

در کشورهای توسعه یافته از داده‌های هواشناسی همزمان ثبت شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی اتوماتیک برای محاسبه تبخیر- تعرق استفاده می‌شود. در حالی که در کشورهای درحال توسعه چون ایران، طراحان و برنامه‌ریزان آبیاری از آمار هواشناسی بلندمدت استفاده می‌کنند.

با توجه به اینکه استان اصفهان بیش از ٦۵ هزار هکتار سطح اراضی تحت پوشش آبیاری تحت فشار را در اختیار دارد، یکی از پیشروان توسعه آبیاری تحت فشار در کشور می‌باشد. بنابراین، با توجه به سرمایه‌گذاری انجام شده، مدیریت دقیق آب در مزرعه در روش‌های آبیاری تحت فشار ضروری است. براساس مطالعه علیزاده و همکاران (۱۳۸۹)، با آبیاری اتوماتیک که در آن مقدار آبیاری بر اساس داده‌های بهنگام هواشناسی در مزرعه مدیریت شده بود، با کاهش مقدار آب مصرفی، کارائی مصرف آب تا ۲۷ درصد در مقایسه با استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی افزایش یافت. با توجه به اینکه برآورد مقدار آبیاری بر اساس محاسبات نیاز آبی با استفاده از داده‌های هواشناسی بلندمدت منطقه و حتی داده‌های همزمان ایستگاه‌های هواشناسی غیرکشاورزی می‌تواند به کم یا فرآبرآورد نیاز آبی گیاه منجر شود (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹)، ضرورت دارد دقت کاربرد عمق آب آبیاری تخمین زده شده با استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی در مدیریت آبیاری بارانی و قطره‌ای ارزیابی شود. هدف از این پژوهش محاسبه و ارزیابی دقت برآورد نیاز آبی گیاه مرجع با استفاده از آمار بلندمدت به‌جای داده‌های هواشناسی همزمان، در مدیریت آبیاری قطره‌ای و بارانی و نیز در فصول مختلف سال می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از داده‌های هواشناسی سه ایستگاه هواشناسی در اصفهان با سه شرایط متفاوت کاربری اراضی شامل یک ایستگاه هواشناسی کشاورزی (ایستگاه هواشناسی کبوترآباد) و دو ایستگاه غیرمرجع (ایستگاه‌های هواشناسی اصفهان و فرودگاه شهید بهشتی) استفاده شد. ایستگاه هواشناسی اصفهان در جنوب غربی اصفهان (عرض ´۳۷ °۳۲ شرقی وطول ´٤۰ °۵۱ شمالی)، هواشناسی کشاورزی کبوترآباد در شرق اصفهان (عرض ´۳۱ °۳۲ شرقی و طول ´۵۱ °۵۱ شمالی) و هواشناسی فرودگاه شهید بهشتی اصفهان در شرق اصفهان (عرض ´٤۵ °۳۲ شرقی و طول ´۵۱ °۵۱ شمالی) واقع شده‌اند. در مطالعات پیشین بر اساس هدف پژوهش، دوره بررسی تغییرات تبخیر- تعرق روزانه ۱۰ تا ۵۰ ساله در نظر گرفته شده است (رحیمی خوب و همکاران، ۱۳۸۵؛ محمدی و همکاران، ۱۳۸۸ و محمدیان و همکاران، ۱۳۸٤) در حالی که در این مطالعه، آمار ۱۵ سال اخیر (سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. داده‌های مورد استفاده شامل سرعت و جهت باد، درصد رطوبت نسبی در ساعات ۳، ٦ و ۱۵ از شبانه‌روز،

www.SID.ir

Archive of SID

درجه حرارت ماکزیمم و مینیمم، بارش و ساعات آفتابی به صورت روزانه بودند (Irmak *et al.*,2003; Allen *et al.*, 1998a).

در این مطالعه مفهوم بلندمدت و همزمان به صورت زیر تعریف شده است:

میانگین ده ساله تبخیر-تعرق برای سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ به عنوان مقدار بلندمدت (ET_L) و مقدار تبخیر– تعرق که برای سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ برای هر سال جداگانه محاسبه شده به عنوان مقدار همزمان ($ET_{i\text{-}year}$) در نظر گرفته شد. به عنوان مثال، اگر در سال ۲۰۰۶، برای محاسبه تبخیر– تعرق از آمار ده ساله (۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵) استفاده شود، مقدار تبخیر– تعرق بلندمدت (تخمینی) است. اما اگر در همان سال از داده‌های هواشناسی ۲۰۰۶ استفاده شود مقدار تبخیر– تعرق همزمان (واقعی) است.

در تعیین نیاز آبی گیاه، مجموع تبخیر– تعرق در یک دوره چند روزه (برای دور آبیاری) محاسبه می‌شود. همچنین برای سیستم‌های آبیاری مختلف دور آبیاری بین ۳ تا ۷ روز متفاوت است. بنابراین در این تحقیق، متوسط تبخیر– تعرق در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی به ترتیب در دوره‌های ۳ و۷ روزه متوالی مورد ارزیابی قرار گرفت.

سناریوهای موردبررسی به شرح زیر بودند:

۱- $ET_{i3\text{-}year}$: میانگین تبخیر– تعرق واقعی در هر ۳ روز متوالی؛ قابل استفاده برای مدیریت سیستم آبیاری قطره‌ای

۲- $ET_{i7\text{-}year}$: میانگین تبخیر– تعرق واقعی در هر ۷ روز متوالی؛ قابل استفاده در مدیریت سیستم آبیاری بارانی

۳- ET_{L3}: میانگین تبخیر– تعرق تخمینی در هر ۳ روز متوالی؛ قابل استفاده برای مدیریت سیستم آبیاری قطره‌ای

٤- ET_{L7}: میانگین تبخیر– تعرق تخمینی در هر ۷ روز متوالی؛ قابل استفاده در مدیریت سیستم آبیاری بارانی

با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک اصفهان و کارایی بالای معادله فائو پنمن مانتیث و با توجه به مطالعات گذشته (Allen *et al*, 1998a; Allen *et al*., 1998b; Bakhtiari and Liaghat, 2011; Sorenson, 2008; Steiner *et al*., 1991 and Stockle *et al*., 2004)، محاسبه تبخیر– تعرق در این پژوهش با این روش با استفاده از فرمول زیر انجام شد:

$$\mathbf{ET_0} = \frac{\mathbf{0.408[\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}}{\mathbf{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_2)}} \qquad (۱)$$

که در آنها ET_0 تبخیر– تعرق مرجع (میلی‌متر در روز)، Δ شیب منحنی تغییرات فشار بخار اشباع نسبت به درجه حرارت، R_n تشعشع خالص در سطح گیاه (مگا ژول بر مترمربع در روز)، G فلاکس گرمای خاک (مگا ژول بر متر مربع در روز)، γ ضریب سایکرومتری (کیلوپاسکال بر درجه سانتیگراد)، T متوسط دما (درجه سانتیگراد)، U_2 سرعت باد در ارتفاع ۲متری (متر بر ثانیه)، e_s فشار بخار اشباع هوا (میلی‌بار) و e_a فشار واقعی بخار آب در هوا (میلی‌بار).

برای ارزیابی مقادیر تبخیر– تعرق تخمینی و واقعی از شاخص‌های آماری ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال (n-RMSE)، راندمان پیش‌بینی (EF) و خطای مطلق (E_i) به شرح زیر استفاده شد (Yang *et al.*, 2010):

$$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (s_i - m_i)^2 \right] \qquad (۲)$$

$$n - RMSE = \frac{RMSE}{\overline{m}} \qquad (۳)$$

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^{n} (m_i - \overline{m})^2 - \sum_{i=1}^{n} (s_i - m_i)^2}{\sum_{i=1}^{n} (m_i - \overline{m})^2} \qquad (٤)$$

$$E_i = |m_i - s_i| \qquad (۵)$$

که در آنها RMSE ریشه میانگین مربعات خطا (میلی‌متر در روز)، n تعداد روزهای هر سال، s_i متوسط تبخیر– تعرق بلندمدت (تخمینی– میلی‌متر در روز)، m_i تبخیر– تعرق همزمان (واقعی– میلی‌متر در روز)، n-RMSE ریشه میانگین مربعات خطای نرمال، $\overline{m}$ میانگین تبخیر-تعرق در سال (دوره) مورد بررسی (تخمینی– میلی‌متر در روز)، EF راندمان پیش‌بینی، E_i خطای مطلق (میلی‌متر در روز) می‌باشد.

تبخیر-تعرق بلندمدت با تبخیر-تعرق همزمان در مدیریت‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی و در فصول مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ نیز از لحاظ آماری مقایسه و بررسی شدند.

بین مقادیر تبخیر- تعرق بلندمدت و همزمان، معادله خطی که در مقایسه با سایر معادلات بیشترین ضریب همبستگی را داشت، برازش داده شد که به شرح زیر است:

$$ET_L = aET_i + b \qquad (۶)$$

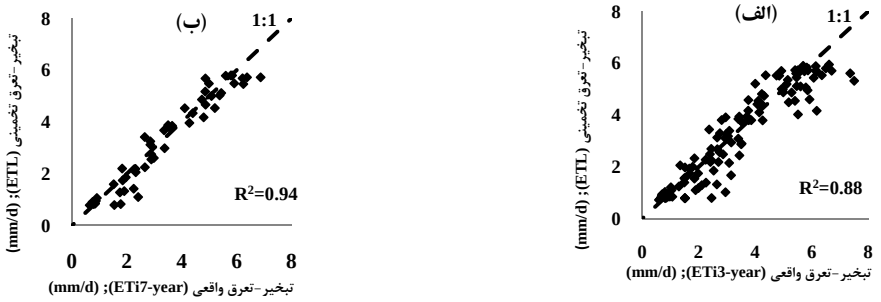
که در آن ET_L تبخیر- تعرق بلندمدت، ET_i تبخیر- تعرق همزمان، a و b ضرایب ثابت از معادله بهترین خط برازش داده شده می‌باشند.

نتایج و بحث

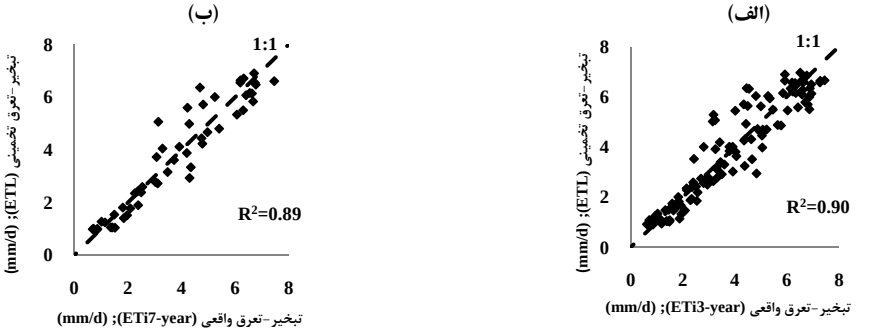
نتایج حاصل از مقایسه تبخیر- تعرق بلندمدت و تبخیر- تعرق همزمان در مدیریت آبیاری قطره‌ای و بارانی در شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب برای ایستگاه اصفهان در طول سال ۲۰۰۷ و ایستگاه شهید بهشتی در طول سال ۲۰۰۹ برای مدیریت‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی ارائه شده است.

همانطور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، پراکنش نقاط نسبت به خط ۱:۱ به وضوح نشان می‌دهد که روند تغییرات تبخیر- تعرق بلندمدت و همزمان در یک راستا نیستند و همچنین روند مشخصی را نشان نمی‌دهند. در برخی موارد استفاده از آمار بلندمدت سبب فرابرآورد تبخیر- تعرق و در برخی موارد سبب کم برآورد تبخیر- تعرق شده است.

مقدار ضریب تبیین (R^2) در مدیریت آبیاری قطره‌ای و بارانی در ایستگاه‌های اصفهان به ترتیب بین ۰/۸۸ تا ۰/۹۲ و ۰/۹۳ تا ۰/۹۶ تغییر می‌کند.



شکل۱- مقایسه تبخیر- تعرق بلندمدت و همزمان در ایستگاه اصفهان در طول سال ۲۰۰۷: مدیریت آبیاری قطره‌ای(دور آبیاری ۳ روزه) (الف) و مدیریت آبیاری بارانی(دور آبیاری ۷ روزه) (ب).



شکل۲- مقایسه تبخیر- تعرق بلندمدت و همزمان در ایستگاه فرودگاه شهید بهشتی در طول سال ۲۰۰۹: مدیریت آبیاری قطره‌ای(دور آبیاری ۳ روزه) (الف) و مدیریت آبیاری بارانی(دور آبیاری ۷ روزه) (ب).

همانطورکه نتایج نشان می‌دهد، مقدار R^2 در مدیریت بارانی بیشتر از مدیریت قطره‌ای است. نتایج مشابه برای دو ایستگاه دیگر در سال‌های مختلف مشاهده شد.

در جداول ۱ و ۲ نتایج مقایسه آماری دقت برآورد تبخیر- تعرق همزمان با استفاده از آمار بلندمدت در مدیریت آبیاری قطره‌ای و بارانی در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ برای

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه‌های هواشناسی اصفهان، کبوترآباد و شهید بهشتی اصفهان ارائه شده است.

ایستگاه هواشناسی کشاورزی کبوترآباد، بین ۰/۵ تا ۰/۶۹ میلی‌متر در روز و در ایستگاه هواشناسی شهید بهشتی اصفهان بین ۰/۵۳ تا ۱/۲۷ میلی‌متر در روز متغیر بود. مقدار RMSE در مدیریت بارانی در ایستگاه‌های فوق به ترتیب ۰/۳۹ تا ۰/۴۸، ۰/۳۶ تا ۰/۵۳ و ۰/۴۴ تا ۱/۲۲ میلی‌متر در روز متغیر بود.

پارامتر n-RMSE برای مقایسه ریشه میانگین مربعات خطا در دوره‌های مختلف نسبت به تبخیر- تعرق همان دوره، بکار می‌رود. مقدار n-RMSE برآورد تبخیر-تعرق با استفاده از آمار بلندمدت به‌جای آمار همزمان در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ در مدیریت آبیاری قطره‌ای در ایستگاه اصفهان بین ۱۶ تا ۱۹ درصد، در ایستگاه کبوترآباد بین ۱۶ تا ۲۴ درصد و در ایستگاه شهیدبهشتی اصفهان بین ۱۳ تا ۲۷ درصد متغیر بود. به عبارتی در صورت استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی به‌جای آمار همزمان هواشناسی برای محاسبه تبخیر-تعرق در مدیریت آبیاری قطره‌ای در ایستگاه‌های اصفهان، کبوترآباد و شهید بهشتی حداکثر ۱۹ درصد، ۲۴ درصد و ۲۷ درصد خطا به ترتیب در محاسبه تبخیر-تعرق وجود خواهد داشت. مقدار n-RMSE در ایستگاه‌های فوق در مدیریت آبیاری بارانی به ترتیب ۱۱ تا ۱۴ درصد، ۱۱ تا ۱۸ درصد و ۱۱ تا ۲۶ درصد متغیر بود. به این معنی که در صورت استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی به‌جای آمار همزمان در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ در مدیریت آبیاری بارانی در ایستگاه‌های مذکور به ترتیب حداکثر ۱۴ درصد، ۱۸ درصد و ۲۶ درصد خطا در محاسبه تبخیر- تعرق وجود خواهد داشت. با توجه به این که سطح بهینه کم‌آبیاری در مطالعات پیشین ۱۰ تا ۱۵ درصد گزارش شده است (Gheysari *et al.*, 2009) و درصد خطای تخمین تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلند مدت ۱۱ تا ۲۷ درصد است، خطای ناشی از استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی به‌جای آمار همزمان، موجب تشدید خطا در مطالعات کم آبیاری می‌شود. مقدار راندمان پیش‌بینی (EF) دقت برآورد تبخیر-تعرق در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ در مدیریت آبیاری قطره‌ای در ایستگاه اصفهان بین ۸۷ تا ۹۱ درصد، در ایستگاه کبوترآباد بین ۸۲ تا ۹۲ درصد و در ایستگاه شهیدبهشتی اصفهان بین ۷۳ تا ۹۳ درصد متغیر بود.

جدول۱- مقایسه آماری دقت برآورد تبخیر-تعرق همزمان با استفاده از آمار بلندمدت در مدیریت آبیاری قطره‌ای در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹

ایستگاه	سال	RMSE (mm/day)	ET_{3avg}[1] (mm/day)	n- RMSE (%)	EF (%)	$Error_3$[2] (mm/day)
اصفهان	۲۰۰۶	۰/۵۴	۳/۳۶	۱۶	۹۱	۲/۱۸
	۲۰۰۷	۰/۶۶	۳/۴۱	۱۹	۸۷	۲/۱۸
	۲۰۰۸	۰/۶۳	۳/۳۳	۱۹	۸۹	۲/۱۰
	۲۰۰۹	۰/۶۳	۳/۳	۱۹	۸۹	۱/۸۵
کبوترآباد	۲۰۰۶	۰/۵	۳/۱۴	۱۶	۹۲	۰/۹۲
	۲۰۰۷	۰/۵۹	۲/۹۸	۲۰	۸۷	۰/۸۷
	۲۰۰۸	۰/۶۶	۲/۹۸	۲۲	۸۵	۰/۸۵
	۲۰۰۹	۰/۶۹	۲/۹۳	۲۴	۸۲	۰/۸۲
فرودگاه شهید بهشتی	۲۰۰۶	۰/۵۳	۳/۹۵	۱۳	۹۳	۱/۵۷
	۲۰۰۷	۱/۲۷	۴/۷	۲۷	۷۳	۳/۲۶
	۲۰۰۸	۱/۱۳	۴/۳۱	۲۶	۸۱	۳/۰۳
	۲۰۰۹	۰/۶۹	۳/۸	۱۸	۸۹	۲/۱۱

۱- میانگین تبخیر- تعرق واقعی در هر ۳ روز متوالی از سال؛ ۲- خطای مطلق برآورد تبخیر- تعرق همزمان در صورت استفاده از آمار بلندمدت در مدیریت آبیاری قطره‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه آماری دقت برآورد تبخیر-تعرق با استفاده از آمار بلندمدت در مدیریت آبیاری بارانی در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹

ایستگاه	سال	RMSE (mm/day)	ET_{3avg}[1] (mm/day)	n- RMSE (%)	EF (%)	$Error_3$[2] (mm/day)
اصفهان	۲۰۰۶	۰/۳۹	۳/۳۷	۱۱	۹٤	۱/۰۱
	۲۰۰۷	۰/٤۸	۳/٤۲	۱٤	۹۳	۱/۳۱
	۲۰۰۸	۰/٤۷	۳/۳۵	۱٤	۹٤	۱/۲٤
	۲۰۰۹	۰/٤۸	۳/۳۲	۱٤	۹۲	۱/۲٤
کبوترآباد	۲۰۰۶	۰/۳٦	۳/۱٦	۱۱	۹٦	۱/۲۱
	۲۰۰۷	۰/٤۵	۲/۹۹	۱۵	۹۲	۱/٤۳
	۲۰۰۸	۰/۵	۲/۹۹	۱۷	۹۰	۱/٦۱
	۲۰۰۹	۰/۵۳	۲/۹٤	۱۸	۸۹	۱/۱٦
فرودگاه شهید بهشتی	۲۰۰۶	۰/٤٤	۳/۹۷	۱۱	۹۵	۱/۳۲
	۲۰۰۷	۱/۲۲	٤/۷۲	۲٦	۷٦	۲/٤٦
	۲۰۰۸	۱/۰۵	٤/۳۲	۲٤	۸٤	۲/٤٦
	۲۰۰۹	۰/٦۳	۳/۸۲	۱۷	۹۰	۱/۹۳

۱- میانگین تبخیر- تعرق واقعی در هر ۷ روز متوالی از سال؛ ۲- خطای مطلق برآورد تبخیر- تعرق همزمان در صورت استفاده از آمار بلندمدت در مدیریت آبیاری بارانی

مقدار راندمان پیش‌بینی در ایستگاه‌های فوق در مدیریت آبیاری بارانی به ترتیب ۹۲ تا ۹٤ درصد، ۸۹ تا ۹٦ درصد و ۷٦ تا ۹۵ درصد متغیر بود.

مقدار خطای مطلق برآورد تبخیر- تعرق همزمان در سال‌های ۲۰۰٦ تا ۲۰۰۹ با استفاده از آمار بلندمدت در مدیریت آبیاری قطره‌ای در ایستگاه اصفهان، بین ۱/۸۵ تا ۲/۱۸ میلی‌متر کم‌برآورد، در ایستگاه کبوترآباد بین ۰/۸۲ تا ۰/۹۲ میلی‌متر کم‌برآورد و در ایستگاه شهید بهشتی بین ۳/۲٦ میلی‌متر کم‌برآورد تا ۲/۱۱ میلی‌متر فرابرآورد را نشان می‌داد. مقدار پارامتر فوق در مدیریت آبیاری بارانی در ایستگاه اصفهان بین ۱/۰۱ تا ۱/۳۱ میلی‌متر کم‌برآورد، در ایستگاه کبوترآباد بین ۱/٤۳ میلی‌متر کم‌برآورد تا ۱/٦۱ میلی‌متر فرابرآورد و در ایستگاه شهید بهشتی بین ۲/٤٦ میلی‌متر کم‌برآورد تا ۱/۹۳ میلی‌متر فرابرآورد را نشان داد. با توجه به اینکه ماه پیک مصرف اکثر محصولات کشت شده در فصول بهار یا معمولا در تابستان واقع می‌شود، عدم توجه به مقادیر کم‌برآورد می‌تواند گیاه را با تنش آبی و در نتیجه کمبود محصول روبرو نماید. بنابراین مقدار خطای تخمین تبخیر- تعرق در هر دور آبیاری در سطوح وسیع کشاورزی قابل ملاحظه خواهد بود و ممکن است گیاه را با کم یا بیش آبیاری روبرو کند.

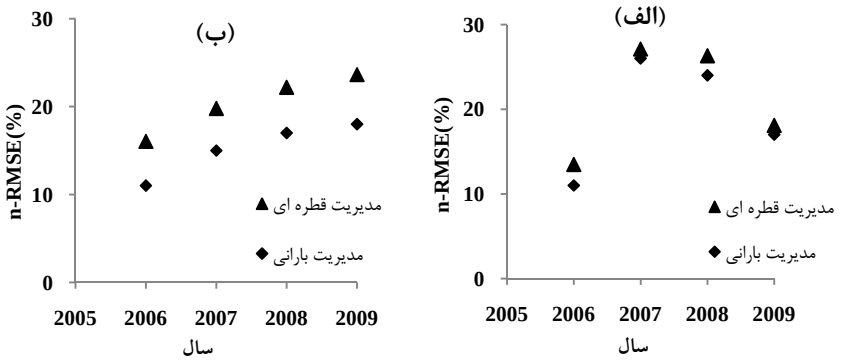
درشکل ۳ مقادیر n-RMSE برآورد تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی در سال‌های ۲۰۰٦ تا ۲۰۰۹ در ایستگاه‌های کبوترآباد و شهید بهشتی در مدیریت‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی مقایسه شده است.

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، در صورت استفاده از آمار هواشناسی بلندمدت به‌جای آمار همزمان، خطای برآورد تبخیر- تعرق در مدیریت آبیاری بارانی نسبت به قطره‌ای کمتر است. در مجموع نتایج نشان می‌دهد که در صورت استفاده از داده‌های هواشناسی بلندمدت هواشناسی به‌جای داده‌های همزمان در مدیریت آبیاری بارانی نسبت به مدیریت آبیاری قطره‌ای، راندمان پیش‌بینی بیشتر و خطای تخمین تبخیر- تعرق کمتری وجود دارد.

در جدول ۳ و در شکل‌های ٤ تا ٦ مقایسه آماری دقت برآورد تبخیر- تعرق بلندمدت به‌جای تبخیر- تعرق همزمان در فصول مختلف سال‌های ۲۰۰٦ تا ۲۰۰۹ برای هر سه ایستگاه اصفهان، کبوترآباد و شهیدبهشتی اصفهان ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- مقایسه n-RMSE بین تبخیر- تعرق بلندمدت و همزمان در مدیریت‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی: ایستگاه هواشناسی کبوترآباد (الف) و ایستگاه فرودگاه شهید بهشتی (ب).

مقدار n-RMSE برآورد تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلندمدت در ایستگاه اصفهان بین ١٦ تا ٢٢ درصد در فصل بهار، ١٦ تا ٢٠ درصد در فصل تابستان، ٣٥ تا ٤٤ درصد در فصل پاییز و ٤٤ تا ٥٦ درصد در فصل زمستان متغیر بود. با توجه به شکل ٤، حداکثر مقادیرn-RMSE در فصول مختلف در ایستگاه اصفهان در بهار ٢٠٠٧و بهار ٢٠٠٩، تابستان ٢٠٠٨، پاییز ٢٠٠٧ و زمستان ٢٠٠٨ مشاهده شد. مقدار n-RMSE در ایستگاه کبوترآباد بین ١٩ تا ٢٩ درصد در بهار، ١٩ تا ٢٣ درصد در تابستان، ٣٣ تا ٥٣ درصد در پاییز و ٣١ تا ٤٤ درصد در زمستان متغیر بود. مقدار این پارامتر در ایستگاه شهیدبهشتی اصفهان بین ١٦تا ٢٧ درصد در بهار، ١٠ تا ٢٦ درصد در تابستان، ٢٨ تا ٥٠ درصد در پاییز و ٤٠ تا ٥٣ درصد در زمستان متغیر بود. علت وقوع بیشترین مقدار خطای تخمین تبخیر- تعرق در فصل‌های پاییز و زمستان را می‌توان تحت تاثیر نزولات جوی دانست. بارندگی یک پدیده تصادفی است و زمان وقوع آن در سال های مختلف متفاوت است، از طرفی بارندگی شدیداً رطوبت نسبی هوا و به دنبال آن تبخیر- تعرق را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Allen *et al.*,1998a). بنابراین می‌توان این‌گونه استدلال نمود که مقدار خطای تخمین تبخیر- تعرق زمانی که تبخیر- تعرق بلندمدت به‌جای تبخیر- تعرق همزمان استفاده شود در مناطقی که در فصل بهار و تابستان بارندگی دارند، بیشتر از مناطقی است که در این دو فصل فاقد بارندگی هستند.

حداکثر مقادیر راندمان پیش‌بینی برآورد تبخیر- تعرق در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در سال‌های ٢٠٠٦ تا ٢٠٠٩ با استفاده از آمار بلندمدت در ایستگاه اصفهان، به ترتیب ٥٠ درصد، ٤٩ درصد، ٧٢ درصد و ٤٤ درصد بوده است. مقدار این پارامتر در ایستگاه شهید بهشتی اصفهان در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در سال‌های ٢٠٠٦ تا ٢٠٠٩ به ترتیب ٥٢ درصد، ٦١ درصد، ٦٨ درصد و ٤٥ درصد بوده است. نتایج نشان داد که مقدار راندمان پیش‌بینی تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلندمدت در برخی از فصول سال‌های ٢٠٠٦ تا ٢٠٠٩ از جمله تابستان ٢٠٠٩ در ایستگاه کبوترآباد، تابستان ٢٠٠٧ و پاییز ٢٠٠٧ در ایستگاه شهیدبهشتی منفی هم بوده که بیانگر دقت ضعیف برآورد تخمین تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلندمدت در سال‌های نامبرده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- مقایسه آماری دقت برآورد تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلندمدت در فصول سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹

ایستگاه	فصل	سال	RMSE (mm/day)	ET_{Savg}[1] (mm/day)	n-RMSE (%)	EF (%)	$Error_S$[2] (mm/day)
اصفهان	بهار	۲۰۰۶	۰/۷۷	۴/۶۸	۱۶	۵۰	۲/۱۷
		۲۰۰۷	۰/۹۹	۴/۵۷	۲۲	۴۳	۲/۶۶
		۲۰۰۸	۰/۹۴	۴/۶۷	۲۰	۲۲	۲/۵۸
		۲۰۰۹	۱/۰۲	۴/۵۸	۲۲	۳۰	۲/۸۴
	تابستان	۲۰۰۶	۰/۹۸	۵/۰۹	۱۹	۳۹	۳/۰۷
		۲۰۰۷	۰/۸۲	۵/۲۱	۱۶	۴۹	۲/۴۴
		۲۰۰۸	۱/۰۴	۵/۰۹	۲۰	۱۲	۲/۳۰
		۲۰۰۹	۰/۹۹	۵/۱۳	۱۹	۱۳	۲/۴۳
	پاییز	۲۰۰۶	۰/۸۱	۱/۸۸	۴۳	۵۵	۴/۲۶
		۲۰۰۷	۰/۹۴	۲/۱۶	۴۴	۱۴	۲/۵۵
		۲۰۰۸	۰/۶۱	۱/۷۶	۳۵	۷۲	۲/۰۹
		۲۰۰۹	۰/۶۶	۱/۷۲	۳۸	۶۰	۲/۰۶
	زمستان	۲۰۰۶	۰/۷۸	۱/۶۸	۴۷	۴۴	۲/۵۳
		۲۰۰۷	۰/۷۰	۱/۶۰	۴۴	۴۱	۳/۲۱
		۲۰۰۸	۰/۹۴	۱/۶۹	۵۶	۴۳	۳/۳۵
		۲۰۰۹	۰/۸۸	۱/۶۸	۵۲	۳۸	۱/۳۱
کبوترآباد	بهار	۲۰۰۶	۰/۸۴	۴/۳۵	۱۹	۳۸	۲/۴۲
		۲۰۰۷	۰/۹۱	۴/۰۵	۲۲	۳۲	۲/۸۸
		۲۰۰۸	۱	۳/۹۷	۲۵	۱۴	۲/۸۷
		۲۰۰۹	۱/۱۷	۴/۰۸	۲۹	۹	۲/۸۶
	تابستان	۲۰۰۶	۰/۹۴	۴/۹۳	۱۹	۳۶	۲/۷۸
		۲۰۰۷	۰/۹۶	۴/۵۲	۲۱	۴۷	۲/۸۲
		۲۰۰۸	۱/۰۸	۴/۷۲	۲۳	۲۶	۳/۳۱
		۲۰۰۹	۰/۹۹	۴/۴۵	۲۲	-۳۰	۲/۳۲
	پاییز	۲۰۰۶	۰/۵۵	۱/۶۸	۳۳	۶۹	۲/۴۰
		۲۰۰۷	۰/۹۶	۱/۸۳	۵۳	۲	۴/۲۸
		۲۰۰۸	۰/۶۶	۱/۶۳	۴۱	۶۵	۴/۰۲
		۲۰۰۹	۰/۵۶	۱/۵۳	۳۷	۶۱	۲/۷۸
	زمستان	۲۰۰۶	۰/۶۳	۱/۵۲	۴۱	۶۱	۳/۰۴
		۲۰۰۷	۰/۴۴	۱/۴۱	۳۱	۷۰	۱/۸۶
		۲۰۰۸	۰/۶۵	۱/۴۹	۴۴	۶۱	۲/۶۱
		۲۰۰۹	۰/۶۴	۱/۵۸	۴۱	۶۰	۲/۵۰
فرودگاه شهیدبهشتی	بهار	۲۰۰۶	۰/۸۶	۵/۳۱	۱۶	۴۵	۳/۳۵
		۲۰۰۷	۱/۱۴	۵/۶۴	۲۰	۵۲	۳/۶۷
		۲۰۰۸	۱/۲۱	۵/۷۲	۲۱	۴۲	۳/۵۶
		۲۰۰۹	۱/۲۵	۴/۶۳	۲۷	۱۵	۵/۱۳
	تابستان	۲۰۰۶	۰/۶۰	۶/۰۰	۱۰	۶۱	۱/۶۹
		۲۰۰۷	۱/۹۷	۷/۷۱	۲۶	-۲۷۷	۴/۰۹
		۲۰۰۸	۱/۷۳	۷/۰۱	۲۵	۲۱	۳/۴۵
		۲۰۰۹	۰/۷۵	۶/۲۱	۱۲	۲۸	۲/۴۹
	پاییز	۲۰۰۶	۰/۷۸	۲/۲۴	۳۵	۶۲	۲/۱۴
		۲۰۰۷	۱/۶	۳/۲۲	۵۰	-۱۳۳	۳/۴۰
		۲۰۰۸	۰/۶۰	۲/۱۳	۲۸	۶۸	۲/۰۹
		۲۰۰۹	۰/۶۷	۲/۱۸	۳۱	۶۸	۲/۵۲
	زمستان	۲۰۰۶	۰/۹۴	۲/۱۶	۴۴	۴۳	۲/۵۱
		۲۰۰۷	۰/۸۵	۲/۰۹	۴۰	۲۲	۲/۲۳
		۲۰۰۸	۱/۲۱	۲/۲۶	۵۳	۴۵	۵/۰۰
		۲۰۰۹	۰/۸۲	۲/۰۸	۴۰	۴۰	۳/۰۹

۱- متوسط تبخیر- تعرق واقعی در هر فصل از سال؛ ۲- خطای مطلق برآورد تبخیر- تعرق همزمان در صورت استفاده از آمار بلندمدت در هر فصل از سال

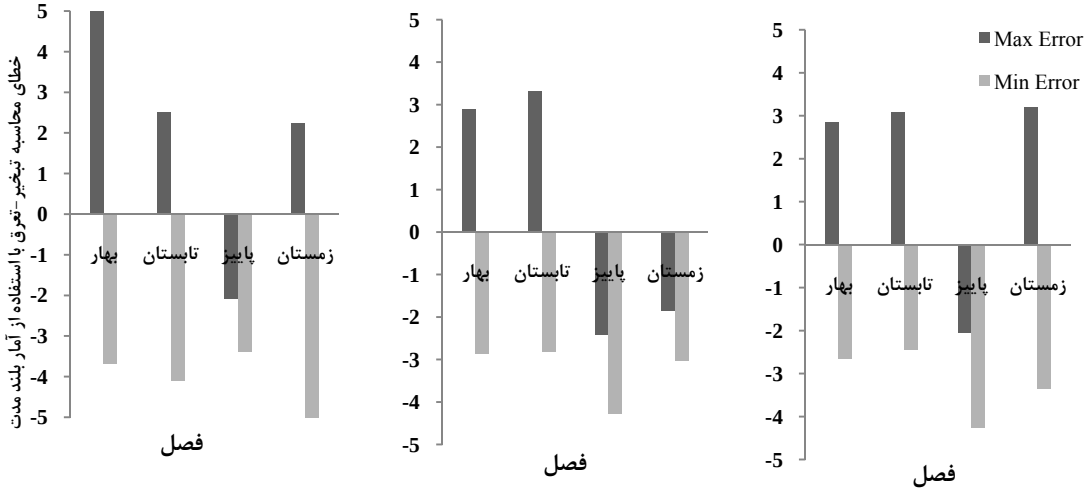
www.SID.ir

Archive of SID

همانطور که در شکل ٦ مشاهده می‌شود، مقدار خطای مطلق محاسبه تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلندمدت در ایستگاه اصفهان در فصل بهار بین ۲/٦٦ میلی‌متر کم‌برآورد تا ۲/۸٤ میلی‌متر فرابرآورد، در فصل تابستان ۲/٤٤ میلی‌متر کم‌برآورد تا ۳/۰۷ میلی‌متر فرابرآورد، درفصل پاییز بین ۲/۰٦ میلی‌متر تا ٤/۲٦ میلی‌متر کم‌برآورد و در فصل زمستان ۳/۳۵ میلی‌متر کم‌برآورد تا ۳/۲۱ میلی‌متر فرابرآورد را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه تبخیر- تعرق روزانه در اصفهان معمولا تا ٤ الی ۸ میلی‌متر در روز می‌رسد، مقادیر فوق، سبب بروز خطای قابل ملاحظه‌ای در محاسبه نیاز آبی گیاه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

شاخص‌های آماری مورد بررسی نشان دادند که در صورت استفاده از داده‌های بلندمدت هواشناسی به‌جای داده‌های همزمان، خطای متوسط تا زیاد در تخمین تبخیر- تعرق برای مدیریت‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی وجود دارد. بنابراین عدم توجه به این نکته موجب می‌گردد در مطالعات کم‌آبیاری و مدیریت کم‌آبیاری مزارع کشاورزی امکان اعمال صحیح سطح بهینه آب کاربردی مقدور نباشد. به طور کلی خطای برآورد تبخیر- تعرق با استفاده از آمار بلندمدت در مدیریت آبیاری بارانی در مقایسه با مدیریت قطره‌ای کمتر است. با توجه به حساسیت بیشتر سیستم آبیاری قطره‌ای به تنش رطوبتی نسبت به سیستم آبیاری بارانی، استفاده از آمار بلندمدت در تخمین تبخیر- تعرق، به منظور برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای، توصیه نمی‌شود. استفاده از آمار بلندمدت هواشناسی به‌جای آمار همزمان در مدیریت آبیاری بارانی برای محصولاتی با ارزش اقتصادی کم و اعمال نظر کارشناسی می‌تواند قابل کاربرد باشد. در مجموع، با توجه به بحران کمبود آب در کشور و وجود سطح وسیع اراضی مستعد کشاورزی اعمال مدیریت کم‌آبیاری به منظور افزایش تولید در واحد حجم آب مصرفی و همچنین افزایش تولید اجتناب ناپذیر است. این درحالی است که در سطح جهان برای استفاده بهینه از منابع آب و افزایش تولید محصول به آبیاری هوشمند روی آورده‌اند. لذا توصیه می‌شود توسعه سیستم‌های آبیاری هوشمند و ایستگاه‌های هواشناسی اتوماتیک در مناطق کشاورزی در برنامه توسعه کشاورزی کشور قرار داده شود. توسعه ایستگاه‌های هواشناسی هوشمند و در دسترس قرار دادن داده‌های همزمان به کشاورزان و محققان راهکاری مناسب برای فراهم آوردن بستر مناسب برای اعمال مدیریت کم‌آبیاری و تولید محصول بیشتر به ازای واحد آب مصرفی در شرایط بحران کمبود آب در کشور است.



شکل ٦- مقایسه خطای مطلق استفاده از آمار بلندمدت تبخیر- تعرق به‌جای آمار همزمان در فصول مختلف سال‌های ۲۰۰٦ تا ۲۰۰۹: ایستگاه اصفهان (الف)، ایستگاه کبوترآباد (ب) و ایستگاه شهید بهشتی اصفهان (ج).

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی قرارداد شماره ۵۰۰/۹۰/٦۱۰٤ دانشگاه صنعتی اصفهان می‌باشد. بدینوسیله از دانشگاه صنعتی اصفهان سپاسگزاری می‌گردد.

فهرست منابع

تقی‌زاده، ح. ۱۳۵۵. محاسبه پتانسیل تبخیر و تعرق درایران. سازمان هواشناسی کشور، ۲۳٤ صفحه.

رحیمی خوب، ع.، بهبهانی، س.و نظری فر، م. ۱۳۸۵. بررسی استفاده از حداقل داده های هواشناسی در معادله پنمن مانتیث–مطالعه موردی: استان خوزستان. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی،۳: ۵۹۱–۵٦۰.

سبزی پرور، ع.، تفضلی، ف.، زارع ابیانه ، ح.، بانژاد، ح.، موسوی بایگی، م.، غفوری، م.، محسنی موحد، ا. و مریانجی، ز. ۱۳۸۷. مقایسه چند مدل برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع در یک اقلیم سرد نیمه خشک به منظور استفاده بهینه از مدل های تابش. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۲): ۳٤۰–۳۲۸.

علیزاده، ا.، دهقانی سانیج، ح. و موسوی، م. ۱۳۸۹. تاثیر استفاده از داده های بهنگام هواشناسی مزرعه در محاسبه نیاز آبیاری بر افزایش کارایی مصرف آب در ذرت علوفه ای. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ٤(۲):۳۰۸–۳۱۸.

فرشی، ع. ا. ۱۳۷٦. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۹۰۰ صفحه.

محمدی، م.، نوری، م. و لیاقت، ع. م. ۱۳۸۸. ارزیابی روش فائو پنمن مانتیس برای تخمین تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از داده های محدود آب و هوایی. اولین کنفرانس بین المللی مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی شاهرود.

محمدیان، آ.، علیزاده، ا. و جوانمرد، س. ۱۳۸٤. محاسبه میزان فرابرآورد تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از داده‌های ایستگاه های هواشناسی غیرمرجع در ایران. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ٦(۲۳): ٦۷–۸٤

وزیری، ژ. ۱۳۸۷. تبخیر–تعرق گیاهان: (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان). کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۳٦۲ صفحه.

Allen, R.G., Pereira, L.S.,Raes, D. and Smith, M. 1998a. Crop Evapotranpiration:Guildlines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No 56. Food and Agriculture Organization, Land and Water, Rome, Italy.

Allen, R.G., Jensen, M.E. Wright, J.L. and Burman, R.D. 1989b. Operational estimates of reference evapotranspiration. Agronomy Journal, 81: 650-662.

Bakhtiari, B. and Liaghat, A.M. 2011.Seasonal sensitivity analysis for climatic variables of Penman-Monteith model in a semi-arid climate.Journalof Agricultural Science and Technology, ASCE, 13:1135-1145.

Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Bannayan, M., Homaee, M. and Hoogenboom G. 2009.Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. Agricultural Water Management, 96:809-821.

Grismer, M., Orang,M.and Matyac, S. 2002.Pan Evaporation to Evapotranspiration Conversion Methods. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 3:180–184.

Irmark, S.,Irmark, A., Allen, R.G. and Jones, J.W. 2003.Solar and Net Radiation-based Equations to Estimate Reference Evapotranspiration in Humid Climates. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129: 336-347.

Sorensen, M.L.2008. Agriculture water management research trends, Nova science publishers, Inc, New York,307 p.

Stockle, C. O., Kjelgaard, J. and Bellocchi, G. 2004. Evaluation of estimated weather data for calculating Penman-Monteith reference crop evapotranspiration.Irrigation Science, 23:39-46.

Steiner, J.L., Howell, T.A. and Schneider, A.D. 1991. Lysimetric evaluation of daily potential evapotranspiration models for grain-sorghum. Agronomy Journal, 83:240-247.

Yang, J. Y., Drury, C. F., Reynolds, W.D., Tan, C. S., Bai, Y. L., He, P., Jin, J. and Hoogenboom, G. 2010. Using the DSSAT-CERES-Maize model to simulate crop yield and nitrogen cycling in fields under longterm continuous maizeproduction. Available online at: http://sdcite.iisd.org/cgibin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=50534.

www.SID.ir

Archive of SID

ISSN 2251-7480

Evaluation of efficiency of long-term weather data in trickle and sprinkler irrigation management

Samia Amiri[1], Mahdi Gheysari [2*] and Bita Movavejalahkami[3]

1) B.Sc. Graduate, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2*) Assistant Professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, Corresponding author email: Gheysari@cc.iut.ac.ir
3) PhD of irrigation and drainage, Isfahan University of Technology, Head of researching of Hidrab Andish Consulting Engineering Company, Isfahan, Iran

Received: 22-04-2012 Accepted: 07-09-2012

Abstract

Proper estimation of crop water requirement is very important for water resource conservation in Iran. However, in most studies in Iran, the estimation of evapotranspiration is based on long-term weather data. However, use of simultaneous weather data of a non-agricultural weather station may underestimate or overestimate the crop water requirement. Therefore, it is essential for irrigation specialist to be aware of the error of evapotranspiration calculated by long-term weather data. The objective of this study was to evaluate accuracy of evapotranspiration of reference crop using long-term weather data in comparison with simultaneous weather data in drip and sprinkler irrigation. The period was designated to be from 1995 to 2009 in Isfahan weather station, Kabootarabad weather station and Shahid Beheshti airport weather station. The maximum value of n-RMSE using long-term weather data in comparison to simultaneous weather data were 24% for trickle irrigation and 18% for sprinkler irrigation management, 22% in spring, 20% in summer, 44% in fall and 56% in winter. According to results of this study, the application of long-term weather data in deficit irrigation management is not recommended. On the other hand, due to sensitivity of trickle irrigation to water stress, the application of long-term weather data for estimating of evapotranspiration in irrigation scheduling is not recommended. Finally, application of automatic weather stations and simultaneous weather data for accurate irrigation management particularly in deficit irrigation management in critical situation of water shortage is recommended.

Keywords: automatic weather station; crop water requirement; evapotranspiration; smart irrigation

www.SID.ir