مجله آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۱، جلد۴، بهار ۱۳۸۹، ص. ۸۹-۸۳

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 1, Vol. 4, Spring 2010, p. 83-89

تأثیر بازه زمانی اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی در برآورد نیاز آبی گیاه مرجع چمن در منطقه کرمان

بهرام بختیاری[۱*] ، عبدالمجید لیاقت[۲] و علی خلیلی[۳]

چکیده

در این مطالعه، تأثیر بازه زمانی متغیرهای هواشناسی اندازه‌گیری شده در برآورد تبخیرتعرق مرجع (ET_o) در ایستگاه هواشناسی خودکار مستقر در مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان مورد بررسی قرار گرفته است. با استفاده از سری داده‌های اندازه‌گیری شده در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه‌ای طی یک دوره زمانی یک ماهه (ژوئن ۲۰۰۷) مشتمل بر ۴۳۱۸ داده از متغیرهای هواشناسی تشعشع طول موج کوتاه خورشید، سرعت باد، دمای هوا و رطوبت نسبی، ابتدا تأثیر بازه زمانی نمونه‌برداری در برآورد میانگین‌های متغیرهای مذکور تحلیل شده است. همچنین با استفاده از تحلیل حساسیت مدل پنمن-مونتیث استاندارد ASCE و با ترکیب ضرایب حساسیت و خطاهای حاصله به سبب نمونه‌برداری زمانی، تأثیر بازه زمانی اندازه‌گیری داده‌های هواشناسی در برآورد ET_o روزانه برای هر متغیر به صورت کمی بررسی گردیده است. نتایج نشان داد که شدت تابش خورشید و سرعت باد از حساس‌ترین متغیرهای هواشناسی مؤثر بر ارزیابی در اثر بازه زمانی نمونه برداری ناکافی بوده‌اند. به طوری که خطای روزانه‌ای معادل ۱۲/۶٪ برای شدت تابش و ۱۳/۶٪ برای سرعت باد در اثر ناکافی بودن نمونه‌گیری متغیرها به دست آمد. به علاوه، تأثیر ناکافی بودن نمونه‌گیری زمانی در برآورد ET_o روزانه با توجه به حداکثر ارزیابی ۰/۴۱ میلی‌متر بر روز به سبب نمونه برداری ناکافی شدت تابش خورشید معنی‌دار بوده است.

واژه‌های کلیدی: تبخیرتعرق، داده‌های اقلیمی، کرمان، نمونه‌گیری زمانی

مقدمه

برنامه‌ریزی آبیاری بدون داشتن اطلاعات کافی از تبخیرتعرق مرجع (ETo) امکان‌پذیر نمی‌باشد. دقت در برآورد ETo می‌تواند از یک طرف نیاز آبی گیاه را به صورت مطمئن‌تری تأمین نموده و از طرف دیگر از هدر رفتن آب جلوگیری نماید. می‌توان گفت یکی از پیش‌نیازهای اساسی بهبود مدیریت مصرف آب در مزرعه، تخمین دقیق میزان آب مصرفی گیاه است. از آنجایی که محاسبه تبخیرتعرق برای انواع پوشش گیاهی امری بسیار مشکل است، در ابتدا تبخیرتعرق مرجع محاسبه و سپس با استفاده از آن تبخیرتعرق گیاه مورد نظر برآورد می‌گردد (Doorenbos and Pruitt, 1977). هم‌اکنون در اغلب نقاط دنیا جهت برآورد رد ETo، از روش‌های ترکیبی متکی بر داده‌های اقلیمی استفاده می‌شود (Allen, et al., 1991). در این روش‌ها از داده‌های تابش، دما، رطوبت نسبی و سرعت باد، تبخیرتعرق مرجع برآورد می‌شود. به منظور اطمینان از صحت محاسبات، اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی باید در ارتفاع دو متری و در یک سطح وسیع پوشیده از چمن سبز که بر روی زمین سایه افکنده و دچار کمبود آب نباشد، انجام پذیرد (Allen, et al., 1998). این روش که غالباً در بازه زمانی ۲۴ ساعته (روزانه) استفاده می‌شود نیاز به اندازه‌گیری مقادیر حداکثر و حداقل دمای خشک و میانگین روزانه سایر متغیرهای اقلیمی دارد. متغیرهای اقلیمی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های هواشناسی تحت تأثیر منابع خطای گوناگونی قرار دارند. اولین منبع خطا، خطای حاصل از چگونگی نصب حسگرها است (Ritchie, et al., 1996). دومین منبع خطا در اثر برآورد یک متغیر اقلیمی با استفاده از سایر متغیرهای هواشناسی موجود حاصل می‌شود. به عنوان مثال این موضوع توسط Fransworth and Lindseyan (1997) جهت برآورد شدت تابش با استفاده از تعداد ساعات آفتابی یا درصد ابرناکی نشان داده شده است. سومین منبع خطا بستگی به بازه زمانی اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی دارد. این خطا که به ندرت در مقالات علمی مورد توجه قرار گرفته است، بر برآورد میانگین روزانه تأثیر می‌گذارد. معمولاً در تحقیقات بنیادی، بازه زمانی نمونه‌گیری بر اساس داده‌های یک ثانیه بوده و میانگین‌های ۱۰ دقیقه‌ای یا ساعتی این داده‌ها مورد توجه قرار

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(* نویسنده مسئول: (Email:DrBakhtiari@mail.uk.ac.ir
۲و۳- اساتید گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

Archive of SID
www.SID.ir

مـی‌گیـرد (Lascano and Van Bavel, 1986)، امـا در مطالعـات مربوط به کشاورزی و به علت استفاده از دیتالاگرهـا و ایسـتگاه‌هـای هواشناسی خودکار، بازه زمانی داده‌برداری کمتر شده و به عنوان مثال در بازه‌های زمـانی ۳۰ دقیقـه، یـک سـاعت و حتـی روزانـه صـورت مـی‌پـذیرد (Al-ghobari, 2000). در هـر حـال اکثـر متغیرهـای هواشناسی در بازه‌های زمانی کوتاه ، تحت نوسانات زیادی قرار دارنـد. به گونه‌ای که اگر تغییرپذیری متغیرهای اقلیمی در بـازه‌هـای زمـانی کوتاه زیاد باشد، فراوانی نمونه‌گیـری زمـانی نقـش مهمـی در بـرآورد خطای مربوط به میانگین‌های روزانه هر یک از متغیرها ایفا می‌نمایـد. علاوه بر این، وابستگی بازه زمانی نمونه‌گیری در بـرآورد خطـا، بـرای هر یک از متغیرهای اقلیمی، متفاوت است. به منظور تعیین این تـأثیر برای هر یک از متغیرهای اقلیمی می‌توان از دو رویه مختلف اسـتفاده نمود. اولین روش، مقایسه ETo محاسبه شده با استفاده از متغیرهـای هواشناسی نمونه‌گیری شده در بازه زمانی کوتاه (بـه جـز متغیـر مـورد نظر) با ETo حاصله از تمامی متغیرهای هواشناسـی نمونـه‌گیـری در بازه‌های زمانی کوتاه اسـت (Hupet and Vanclooster, 2001). در روش دوم از ترکیب تحلیل حساسیت مـدل ترکیبـی بـرآورد ETo بـا خطای متغیر مورد مطالعه به سبب فراوانی نمونه‌گیری زمانی اسـتفاده مـی‌شـود (Rana and Katerji, 1998; McCuen, 1974). در ایـن مطالعه با استفاده از داده‌های هواشناسی ثبت شده در بـازه زمـانی ۱۰ دقیقـه‌ای توسـط ایسـتگاه هواشناسـی خودکـار در ایسـتگاه مرجـع هواشناسی مزرعه دانشـگاه شـهید بـاهنر کرمـان، تـأثیر بـازه زمـانی اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی در برآورد تبخیرتعرق مرجـع (ETo) مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

ایستگاه مورد مطالعه در مزرعه دانشگاه شـهید بـاهنر کرمـان بـا عرض جغرافیایی۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طـول جغرافیـایی ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و متوسط ارتفاع ۱۷۵۳/۸ متـر از سـطح دریـا مستقر شده و اطراف سایت را زمین‌های کشاورزی و تحت آبیـاری در بر گرفته است. میانگین بارندگی سالانه منطقه بر اساس آمار ۳۵ ساله (۲۰۰۵-۱۹۷۰) ایستگاه سینوپتیک کرمان، ۱۵۴/۱ میلی‌متر به دسـت آمده است. بر این اساس میانگین دمای هوا ۱۷/۱ درجه سانتی‌گـراد و میانگین سالانه رطوبت نسبی در منطقه ۳۲ درصد است. جهت ایجـاد شرایط مرجع در سایت مطالعاتی، در سطح ایستگاه به مساحت ۲۰×۲۰ متر، گیاه چمن کشت و آبیاری آن به صورت بارانی انجـام گرفـت. در این ایستگاه مرجع از یک ایسـتگاه هواشناسـی خودکـار جهـت ثبـت متغیرهای هواشناسی دمای هوا، رطوبت نسبی و سمت و سـرعت بـاد در بازه زمانی ۱۰ دقیقه‌ای استفاده شده است. مشخصات سنسـورهای مورد استفاده در این ایستگاه خودکار به به ایـن شـرح اسـت. حسـگر دمای هوا در ارتفاع ۲ متری از نوع عنصـر حسـاس pt ۱۰۰ بـه وزن ۰/۸ کیلوگرم با دقت سنجش ۰/۱ $\pm$ و دامنه اندازه‌گیری ۳۰- تا ۸۰+ درجه سانتی‌گراد، حسگر رطوبت نسـبی در ارتفـاع ۲ متـری بـا دقـت سنجش ۰/۵ $\pm$ درصد و دامنه انـدازه‌گیـری صـفر تـا ۱۰۰ درصـد و حسگر اندازه‌گیری سـمت و سـرعت بـاد در ارتفـاع ۲ متـری. جهـت اندازه‌گیری سرعت باد از یک بادسنج فنجانی بسیار حسـاس بـه وزن ۲/۲ کیلوگرم استفاده گردید که سرعت‌های بسیار آرام تا ۰/۲ متـر بـر ثانیه را نیز اندازه‌گیری می‌نماید. دامنه اندازه‌گیری شامل سرعت‌هـای ۰/۲ تا ۴۰ متر بر ثانیه و دقت سنجش آن ۰/۲ $\pm$ متر بر ثانیـه اسـت. دامنه اندازه‌گیری جهت باد بین صفر تا ۳۶۰ درجـه بـوده و حساسـیت پاسخ آن تا سرعت‌های ۰/۵ متر بر ثانیه، به ۳۰ درجه می‌رسد. جهـت پردازش داده‌های کوتـاه مـدت، برنامـه‌ای در محـیط اکسـل تهیـه و داده‌های مربوطه در آن ذخیره شده‌اند. لازم به ذکر است که به دلیـل فقدان حسگر تشعشع در ایستگاه مطالعاتی، از داده‌هـای کوتـاه مـدت تشعشع ثبت شده توسـط تشعشـع‌سـنج مـدل لامبرخـت در ایسـتگاه سینوپتیک فرودگاه کرمان (واقع در ۱۰ کیلـومتری ایسـتگاه دانشـگاه) استفاده شده است. دوره زمانی مورد مطالعه منطبق بر ماه ژوئن سـال ۲۰۰۷ (۱۲ خـرداد تـا ۱۰ تیـر ۱۳۸۶) بـوده و یـک بانـک اطلاعـاتی مشتمل بر ۴۳۱۸ داده از هر متغیر هواشناسی در نظر گرفته شده است. جهت برآورد ETo روزانه از مدل ترکیبی پـنمن- مونتیـث اسـتاندارد ارائه شده توسط انجمن مهندسین عمـران آمریکـا (ASCE) اسـتفاده شده است (ASCE-EWRI, 2005).

$$ET_o = \frac{0.408\times\Delta(R_n - G) + \gamma\dfrac{C_n}{T_a+273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta+\gamma(1+C_d u_2)} \quad (۱)$$

که در آن ET_o تبخیرتعرق مرجع چمن (mmd-1)، R_n میـزان تابش خالص بر سطح چمن (MJ m-2d-1)، G چگالی شار حرارتـی خاک (MJm-2d-1)، T میانگین دمای روزانه هوا در ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متری از سطح زمین (°C)، u_2 میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (ms-1)، e_s میانگین فشار بخار اشباع در ارتفاع ۱/۵ تا ۲/۵ متری (Kpa) که برای گام زمـانی روزانـه، متوسـط آن در دمای حداکثر و حداقل هوا محاسبه می‌شود، e_a میانگین فشـار بخـار واقعی هوا در ارتفاع ۱/۵ تا ۲/۵ متری (Kpa)، Δ شیب منحنی فشـار بخار اشباع در دمای هوا (Kpa°C-1)، γ ثابت سـایکرومتری (Kpa °C-1)، C_n ثابت صورت و C_d ثابت مخرج کسر که مقـدار آن‌هـا تابعی از نوع گیاه مرجع و بازه زمانی اندازه‌گیری می‌باشد. مقـدار C_n برای بازه زمانی روزانه یا ماهانه برابر با ۹۰۰ و برای بازه زمانی ساعتی

Archive of SID

www.SID.ir

در طی روز و شب برابر ۳۷ است. همچنین مقدار C_d در بازه زمانی روزانه یا ماهانه برابر ۰/۳۴ و در بازه زمانی ساعتی طی روز ۰/۲۴ و طی شب ۰/۹۶ در نظر گرفته می‌شود. از طرف دیگر چگالی شار حرارتی در بازه زمانی روزانه بسیار کوچک و برابر صفر لحاظ می‌گردد (ASCE-EWRI, 2005). جهت بررسی تأثیر بازه زمانی اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی بر ETo برآورد شده، کوچکترین بازه زمانی، ۱۰ دقیقه و پس از آن بازه‌های زمانی ۲۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای در نظر گرفته شده است. طی دوره مطالعاتی، میانگین روزانه تابش برابر ۲۷ MJm-2d-1 بوده که حداکثر مشاهده شده برابر ۳۲ (روز ۱۶۸) و حداقل آن ۱۵/۳ (روز ۱۸۲) MJm-2d-1 بوده است. همچنین میانگین روزانه دما ۲۹ درجه سانتی‌گراد و متوسط مقدار سرعت باد در ارتفاع دو متری، ۲/۸ متر بر ثانیه می‌باشد. میانگین روزانه ETo بر اساس داده‌های ۱۰ دقیقه‌ای ۸/۱۸ میلی‌متر بر روز با حداکثر ۱۱/۳۵ (روز ۱۶۶) و حداقل ۵/۹۶ (روز ۱۸۲) میلی‌متر بر روز به دست آمده است. در ابتدا به منظور بررسی تأثیر گام زمانی اندازه‌گیری در برآورد ETo، میانگین روزانه هر یک از متغیرهای هواشناسی بر اساس گام‌های زمانی ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای برای تمامی مقادیر اندازه‌گیری شده (۴۳۱۸ داده) محاسبه شده است. بنابراین برای هر روز چهار میانگین روزانه مختلف (برای چهار گام زمانی ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای) محاسبه می‌شود. سپس میانگین روزانه محاسبه شده حاصل از کوچک‌ترین بازه زمانی (۱۰ دقیقه) به عنوان مقادیر مرجع در نظر گرفته شده و با v_{true} بیان می‌شود. میانگین‌های روزانه دیگر تحت عنوان v_i در نظر گرفته می‌شوند که در آن i نمایانگر فواصل زمانی نمونه‌برداری است. خطای ایجاد شده به سبب نمونه‌برداری زمانی با خطای نسبی به صورت معادله ۲ بیان می‌شود.

$$\varepsilon_{rel} = \frac{v_i - v_{true}}{v_{true}} \times 100 \qquad (۲)$$

در مرحله بعد پس از تحلیل حساسیت محلی و استفاده از مشتقات جزئی توسط روش پیشنهادی McCuen (1974)، یک ضریب حساسیت نسبی بدون بعد (معادله ۳) تعریف می‌گردد.

$$S_i = \frac{\partial ET_o}{\partial p_i} \times \frac{p_i}{ET_o} \qquad (۳)$$

که در آن S_i ضریب حساسیت و p_i متغیرها یا پارامترهای ورودی به مدل می‌باشند.

مثلاً مقدار S_i برابر ۰/۱ به این مفهوم است که ۱۰٪ افزایش در p_i باعث ۱٪ افزایش در ETo می‌شود. ضریب حساسیت منفی نشان می‌دهد که افزایش در p_i باعث کاهش در مقدار ETo شده است. لذا با محاسبه ضرایب حساسیت مربوط به هر متغیر هواشناسی، می‌توان خطای به وجود آمده به وسیله هر متغیر در برآورد ETo را به صورت تقریبی با استفاده از اختلافات محدود، به صورت کمی نشان داد (معادله ۴).

$$\Delta ET_o = S_i \times \frac{\Delta v_i}{v_i} \times ET_o \qquad (۴)$$

با استفاده از معادله ۴، می‌توان خطای میانگین روزانه به علت نمونه‌گیری زمانی (Δv_i) و مقادیر واقعی ETo روزانه (حاصل از میانگین‌های ۱۰ دقیقه‌ای داده‌های هواشناسی) را محاسبه نمود.

بحث و نتایج

مقادیر میانگین و انحراف معیار خطای نسبی مشاهده شده و مقدار مطلق حداکثر خطای نسبی عوامل اقلیمی تابش، سرعت باد، دمای هوا و رطوبت نسبی در سه گام زمانی مختلف (۲۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه) برای کل دوره مطالعاتی در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به آماره‌های مندرج در این جدول، اگر چه خطاهای محاسبه شده برای متغیرهای اقلیمی مختلف، متفاوت است اما برای تمامی این متغیرها با افزایش طول بازه زمانی نمونه‌گیری، دقت کاهش یافته است. به طور مثال خطای تشعشع روزانه و سرعت باد برآورد شده به بازه زمانی اندازه‌گیری حساس است. به عبارت دیگر این دو متغیر به سبب بازه زمانی نمونه‌گیری، ایجاد خطا می‌نماید. برای بازه زمانی ۶۰ دقیقه، خطای نسبی تشعشع روزانه ممکن است به بیش از ۱۲/۶۰ درصد برسد. میانگین خطای نسبی روزانه برای هر بازه زمانی با توجه به کم‌برآورد نمودن تشعشع همیشه منفی است. همچنین حداکثر خطای نسبی سرعت باد برای بازه زمانی ۶۰ دقیقه، ۱۳/۶ درصد به دست آمده است. برای متغیرهای میانگین دما و رطوبت، خطای نسبی در بازه زمانی ۶۰ دقیقه‌ای به ترتیب برابر ۰/۶۸ و ۲/۶۳ محاسبه گردیده است.

به منظور کمی نمودن تأثیر بازه زمانی نمونه‌گیری در برآورد ETo، میانگین‌های روزانه مختلف به دست آمده از دوره‌های زمانی نمونه‌گیری متفاوت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شکل ۱ مقادیر ETo روزانه محاسباتی را با استفاده از میانگین‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای هر یک از متغیرها نشان می‌دهد. مقدار محاسبه شده ET_{oi} با مقدار واقعی ET_{otrue} توسط آماره‌های حداکثر مطلق خطا و میانگین و انحراف معیار خطاها در جدول ۲ مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. همان گونه که مشخص است، بازه زمانی اندازه‌گیری تابش خورشید باعث ایجاد بیشترین خطا در برآورد ETo شده است به طوری که در بازه نمونه‌گیری ۶۰ دقیقه‌ای، حداکثر خطای مطلق به ۰/۴۱ میلی‌متر بر روز می‌رسد.

با کاهش فواصل زمانی داده‌برداری، مقادیر خطاها نیز کاهش می‌یابد. دمای میانگین در بازه زمانی ۶۰ دقیقه‌ای باعث ایجاد خطایی به میزان ۰/۰۰۳ میلی‌متر می‌گردد. همچنین در همین فاصله زمانی،

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت باد باعث ایجاد خطایی به میزان ۰/۰۰۷ میلی‌متر شده است. در این حالت میانگین و انحراف معیار خطا کوچک می‌باشد. به طور کلی برای هر یک از متغیرهای مورد بحث، با افزایش فواصل زمانی اندازه‌گیری، میزان خطای ایجاد شده در برآورد نیاز آبی گیاه مرجع بیشتر شده است.

نتیجه‌گیری

به منظور برآورد نیاز آبی گیاه مرجع چمن، معمولاً از روش‌های ترکیبی نظیر روش‌های استاندارد پنمن-مونتیث فائو ۵۶ و یا پنمن-مونتیث ASCE استفاده می‌شود. در این مدل‌ها داده‌های ورودی شامل متغیرهای اقلیمی مانند شدت تابش، سرعت باد و دماهای خشک و تر هستند.

جدول ۱ - مقادیر مطلق حداکثر خطای نسبی روزانه ، میانگین و انحراف معیار خطای نسبی روزانه حسب درصد برای متغیرهای هواشناسی در سه گام زمانی مورد مطالعه (۱۲ خرداد تا ۱۰ تیر ۱۳۸٦) در ایستگاه هواشناسی مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان

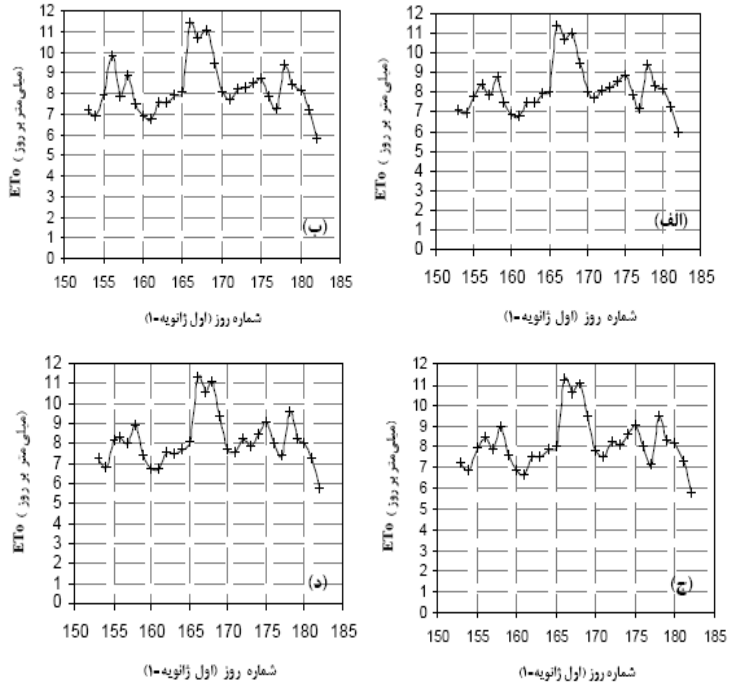
متغیر اقلیمی		گام زمانی (دقیقه)		
		۲۰	۳۰	۶۰
شدت تابش	مقدار مطلق حداکثر خطای نسبی	۳/۵۳	۷/۵۷	۱۲/۶۰
	میانگین خطای نسبی	-۰/۰۵	-۰/۰۱۴	-۰/۱۷۴
	انحراف معیار خطای نسبی	۱/۱۱۵	۲/۳۴۵	۳/۷۸۵
سرعت باد در ارتفاع دو متری	مقدار مطلق حداکثر خطای نسبی	۵/۸۱	۷/۱۴	۱۳/۶۲
	میانگین خطای نسبی	۰/۱۵۱	-۰/۴۴۵	-۰/۲۵۴
	انحراف معیار خطای نسبی	۱/۷۲۹	۲/۸۱۱	۵/۳۳۳
میانگین دمای هوا	مقدار مطلق حداکثر خطای نسبی	۰/۱۰	۰/۳۷	۰/۶۸
	میانگین خطای نسبی	-۰/۰۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۷
	انحراف معیار خطای نسبی	۰/۰۴۵	۰/۱۲۹	۰/۲۶۵
رطوبت نسبی	مقدار مطلق حداکثر خطای نسبی	۰/۴۷	۱/۶۸	۲/۶۳
	میانگین خطای نسبی	۰/۰۱۳	-۰/۰۸۸	-۰/۰۲۶
	انحراف معیار خطای نسبی	۰/۲۲۵	۰/۵۱۸	۱/۲۷۱

جدول ۲ - تأثیر بازه زمانی اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی در برآورد ET_o (مقادیر حسب میلی‌متر بر روز) در سه گام زمانی مورد مطالعه (۱۲ خرداد تا ۱۰ تیر ۱۳۸٦) در ایستگاه هواشناسی مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان

متغیر اقلیمی		گام زمانی (دقیقه)		
		۲۰	۳۰	٦۰
شدت تابش	حداکثر مطلق خطا	۰/۲۱۴	۰/۳۳۲	۰/۴۱۳
	میانگین خطا	$۱/۲۷*۱۰^{-۳}$	$۶/۵۶*۱۰^{-۳}$	$۱/۹۵*۱۰^{-۳}$
	انحراف معیار خطا	$۷/۵*۱۰^{-۲}$	$۷/۴*۱۰^{-۲}$	$۲/۵۳*۱۰^{-۱}$
سرعت باد در ارتفاع دو متری	حداکثر مطلق خطا	$۲/۳۶*۱۰^{-۲}$	$۴/۲۷*۱۰^{-۲}$	$۷/۴۵*۱۰^{-۳}$
	میانگین خطا	$-۱/۲۸*۱۰^{-۳}$	$۱/۷۸*۱۰^{-۳}$	$۲/۶۳*۱۰^{-۳}$
	انحراف معیار خطا	$۱/۳۳*۱۰^{-۲}$	$۱/۸۰*۱۰^{-۲}$	$۳/۵۵*۱۰^{-۲}$
میانگین دمای هوا	حداکثر مطلق خطا	$۴/۰*۱۰^{-۳}$	$۱/۴۹*۱۰^{-۲}$	$۳/۱*۱۰^{-۲}$
	میانگین خطا	$-۷/۲*۱۰^{-۵}$	$۵/۳*۱۰^{-۴}$	$۵/۸*۱۰^{-۴}$
	انحراف معیار خطا	$۲/۲*۱۰^{-۳}$	$۵/۷*۱۰^{-۳}$	$۱/۲۶*۱۰^{-۲}$
رطوبت نسبی	حداکثر مطلق خطا	$۱/۱۳*۱۰^{-۲}$	$۲/۲۳*۱۰^{-۲}$	$۵/۷۷*۱۰^{-۲}$
	میانگین خطا	$-۱*۱۰^{-۵}$	$۷/۸۱*۱۰^{-۴}$	$۱/۷۳*۱۰^{-۳}$
	انحراف معیار خطا	$۲/۷*۱۰^{-۳}$	$۴/۳۳*۱۰^{-۳}$	$۱/۱۱*۱۰^{-۲}$

Archive of SID

www.SID.ir



(شکل ۱)- محاسبه ET_o (میلی‌متر بر روز) روزانه با توجه به میانگین داده‌های الف: ۱۰ دقیقه‌ای شبانه‌روزی، ب: ۲۰ دقیقه‌ای شبانه‌روزی، ج: ۳۰ دقیقه‌ای شبانه‌روزی، د: ٦٠ دقیقه‌ای شبانه‌روزی

جهت تخمین ETo، مقادیر میانگین‌های روزانه یا مقادیر حدی این متغیرها مورد نیاز می‌باشند. با توجه به وجود خطاهای تصادفی و سیستماتیک که جزء ذاتی اندازه‌گیری‌های هواشناسی می‌باشند، میانگین‌های روزانه و مقادیر حدی نیز به سبب فراوانی نمونه‌گیری نامناسب متغیرهای اقلیمی شامل این خطاها می‌شوند. لذا لازم است تا با تشخیص فواصل زمانی داده‌برداری بهینه، مقدار اریبی در محاسبات مربوط به نیاز آبی کاهش یابد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که شدت تابش و سرعت باد از عمده‌ترین متغیرهای اقلیمی هستند که در معرض اریبی به علت نمونه‌گیری نامناسب متغیرهای اقلیمی قرار می‌گیرند. به گونه‌ای که مقادیر حداکثر خطای نسبی روزانه برای هر یک از این متغیرها به ترتیب ۱۲/۶۰ و ۱۳/۶۲ درصد بوده است. با ترکیب ضرایب حساسیت محاسبه شده برای متغیرهای هواشناسی و خطای مربوط به هر یک از آن‌ها مشخص گردید که شدت تابش و سرعت باد دو متغیری هستند که بیشترین تأثیر را در برآورد ETo دارند. نتایج این تحقیق با مطالعات Hupet and Vanclooster (2001) نیز منطبق است. این محققان برای بازه زمانی ۶۰ دقیقه‌ای خطای نسبی روزانه تابش را به میزان ۴۱/۰۵ درصد محاسبه نمودند. همچنین متذکر گردیدند که سرعت باد دومین متغیر مهمی است که به سبب افزایش بازه زمانی نمونه‌گیری ایجاد خطا می‌نماید، به طوری که برای بازه زمانی ۶۰ دقیقه، حداکثر خطای نسبی ۱۸ درصد را به دست آوردند. همچنین نتایج مطالعات Rana and Katerji (1998) نشان داد که دو متغیر تابش و سرعت باد در برآورد نیاز آبی گیاه مرجع چمن نقش عمده‌ای ایفا نموده و اندازه‌گیری آن‌ها باید با دقت بیشتری انجام پذیرد. در حقیقت می‌توان گفت که در برآورد نیاز آبی روزانه گیاه مرجع چمن نباید از خطاهای تصادفی و سیستماتیک صرف‌نظر نمود. به عبارت دیگر می‌توان با کوتاه نمودن فواصل زمانی ثبت داده‌های هواشناسی، این خطاها را کاهش داد. در نهایت توصیه می‌شود تا تأثیر فواصل اندازه‌گیری متغیرهای هواشناسی در دیگر اقلیم‌ها نیز بررسی گردد.

مراجع

Al-Ghobari, H. M. (2000). Estimation of reference evapotranspiration for southern of Saudi Arabia. Irrigation Science, 19, 81-86.

Allen, R. G., Howell, T. A., Pruitt, W. O., Walter, I. A., and Jensen, M. E. (1991). Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements. ASCE, 444 p.

Allen, R. G., Raes, L. S., and Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 56, FAO, Rome, Italy, 301 p.

ASCE-EWRI. (2005). The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Technical Committee report to the Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil

Archive of SID

www.SID.ir

evaporation for use in streamflow modeling. Journal of Hydrology, 201, 348-366.

McCuen, R. H. (1974). A sensitivity and error analysis of procedures used for estimating evapotranspiration. Water Resources Bull., 10(3), 486-498.

Rana, G., and Katerji, N. (1998). A measurement based sensitivity analysis of the Penman-Monteith actual evapotranspiration model for crops of different height and in contrasting water status. Theoretical and Applied Climatology, 60, 141-149.

Ritchie, J. T., Howell, T. A., Meyer, W. S., Wright, J. L. (1996). Source of biased errors in evaluating evapotranspiration equations. Proceedings of the International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, San Antonio, USA, pp. 147-157.

Engineers from the Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration. ASCE-EWRI, 1801 Alexander Bell Drive, Reston, VA 20191-4400, 173 p.

Doorenbos, J., and Pruitt, W. O. (1977). Guidelines for Predicting Crop Water Requirement. FAO irrigation and Drainage, paper No. 24, FAO, Rome, Italy, 156 p.

Hupet, F., and Vanclooster, M. (2001). Effect of the sampling frequency of meteorological variables on the estimation of the reference evapotranspiration. Journal of Hydrology, 243, 192-204.

Lascano, R. J., and Van Bavel, C. H. M. (1986). Simulation and measurement of evaporation of a bare soil. Soil science Society of America Journal, 50, 1127-1132.

Lindsey, D., and Fransworth, R. (1997). Source of solar radiation estimates and their effect on daily potential

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۱۸

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 1, Vol. 4, Spring 2010, p. 83-89

مجله آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۱، جلد۴، بهار ۱۳۸۹، ص. ۸۹-۸۳

Effect of measurements time scales of meteorological variables on the estimation of crop reference water requirement in Kerman region

B. Bakhtiari[1*], A. M. Liaghat[2], A. Khalili[3]

Abstract

In this study, the effect of time scales of measured meteorological variables on the estimation of the reference evapotranspiration (ET_o) has been considered in an automatic weather station in Shahid Bahonar University of Kerman. At first, the effect of the time scales sampling on the estimation of the daily means of the shortwave solar radiation, wind speed, air temperature and relative humidity has been analyzed using a dataset measured 10 minutes interval (4318 data) during a period of one month (June 2007). Also using a sensitivity analysis of the Standardized Penman-Monteith ASCE model and combined the sensitivity coefficients with the errors due to the temporal sampling, the impact of the time scales sampling on the estimation of daily ET_o for each variables has been quantified. The results showed that the solar radiation and wind speed are the most sensitive meteorological variables to bias induced by inadequate time scales sampling. Daily errors of 12.6% for the solar radiation and 13.6% for the wind speed may be obtained if these variables are inappropriately sampled. Moreover, the impact of inappropriate temporal sampling on the estimation of ET_o can be significant with the maximum bias of 0.41 mmd^{-1} due to inappropriate solar radiation sampling.

Keywords: Climatological data, Evapotranspiration, Kerman, Temporal sampling

Archive of SID

1- Assistant Professor of Shahid Bahonar University of Kerman
(* - Corresponding author Email: DrBakhtiari@mail.uk.ac.ir)
2,3 - Professors of University of Tehran, Respectively

www.SID.ir