مجله علمی-پژوهشی

علوم کشاورزی

سال دوازدهم، شماره (۳) ۱۳۸۵

بررسی استفاده از حداقل داده‌های هواشناسی در معادله پنمن مانتیث-مطالعه موردی استان خوزستان

علی رحیمی خوب

استادیار گروه آبیاری دانشکده مهندسی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

سید محمود رضا بهبهانی

دانشیار گروه آبیاری دانشکده مهندسی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

محمدهادی نظری‌فر

کارشناس آموزش و پژوهش گروه آبیاری دانشکده مهندسی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

چکیده

معادله پنمن مانتیث(PM) به عنوان یک روش استاندارد برای تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع توصیه شده است، لیکن برای استفاده از این معادله ایستگاه‌های هواشناسی باید مجهز به وسایل اندازه‌گیری دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی و تابش سنج یا آفتاب نگار باشد. تجهیز چنین ایستگاه‌هایی برای مزارع کشاورزی گران تمام می‌شود. در این تحقیق، دو روش تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع با داده‌های کم، برای منطقه گرم و خشک استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. در روش اول (MPR)، معادله پنمن مانتیث به صورتی حل شده که پارامترهای رطوبت هوا و تابش آفتاب با استفاده از دمای حداکثر و حداقل هوا به وسیله روابط تجربی تعیین می‌گردند، از این نظر داده‌های مورد نیاز این روش، محدود به اندازه‌گیری دمای هوا و سرعت باد می‌شود. دومین روش مورد بررسی این تحقیق، استفاده از معادله هارگریوس (HG) است. برای بررسی‌های فوق، معادله PM مبنا قرار گرفت. نتایج نشان داد، روشHG همبستگی کمی با مقادیر مبنا دارد، به طوری که ضریب تبیین و خطای استاندارد آن به ترتیب ۰/۸۸ و ۱/۱ میلیمتر در روز برآورد شده است. لیکن روش MPR همبستگی زیادی با معادله PM دارد. ضریب همبستگی و خطای استاندارد این روش به ترتیب ۰/۹۷. و ۰/۳۲ میلیمتر در روز برای منطقه خوزستان می‌باشد. از این نظر روش MPR که داده‌های مورد نیاز آن دمای هوا و سرعت باد است برای منطقه خوزستان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق مرجع، حداقل داده، پنمن مانتیث، هارگریوس، خوزستان.

تاریخ دریافت مقاله ۸۵/۳/۱ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۵/۶/۳۰

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تبخیر و تعرق (ET) یکی از مهمترین مؤلفه‌های چرخه آب در طبیعت است و تعیین دقیق آن برای مطالعات بیلان آبی، آبیاری، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب ضروری است. تبخیر و تعرق واقعی از یک سطح پوشش گیاهی، با حاصل ضرب تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_O) و ضریب گیاهی برآورد می‌گردد. تبخیر و تعرق مرجع به طور مستقیم بوسیله لایسیمتر اندازه‌گیری می‌شود و یا غیر مستقیم با استفاده از داده‌های هواشناسی یا تبخیر از طشتک برآورد می‌گردد. روش‌های زیادی مبتنی بر داده‌های هواشناسی برای شرایط مختلف جغرافیایی و اقلیمی برای محاسبه ET_O تدوین شده است. این روش‌ها از معادلات پیچیده مثل روش پنمن مانتیث (۱)، که داده‌های هواشناسی زیادی نیاز دارند تا معادلات ساده‌تر مثل روش‌های بلینی و کریدل (۲)، هارگریوس و سامانی (۵) که به داده‌های کمتری نیاز دارند، گسترده است. محققین استفاده از معادله پنمن مانتیث (PM) را به علت دارا بودن مبانی نظری و سازگاری با دوره‌های زمانی کوتاه برای تعیین ET_O توصیه نمودند.

جنسن و همکاران (۹) در ۱۱ شرایط مختلف اقلیمی، ۱۹ روش مختلف را بر مبنای نتایج اندازه‌گیری ET_O در لایسیمتر ارزیابی نمودند و معادله PM را دقیق‌ترین روش برای تعیین تبخیر و تعرق روزانه و ماهانه گیاه مرجع شناسایی نمودند. همچنین انجمن بین‌المللی آبیاری و زهکشی[1] و مهندسین مشاور سازمان فائو روش PM را بعنوان یک روش استاندارد برای تعیین ET_O توصیه کردند. برای برآورد ET_O به روش PM، داده‌های تابش خورشید، سرعت باد، دما و رطوبت هوا مورد نیاز است. تجهیز ایستگاه‌های هواشناسی برای تعیین این داده‌ها به ویژه برای کشورهای در حال توسعه هزینه بر می‌باشد. حتی در کشورهای توسعه یافته، توزیع مکانی ایستگاه‌های داده‌های هواشناسی اغلب مناسب نیست. برای مثال در ایالت تکزاس آمریکا، برای هر ۴۰۰۰۰ هکتار اراضی کشاورزی این چنین ایستگاه‌هایی وجود دارد (۷). از این رو استفاده از روش‌های ساده که به داده‌های کمتری نیاز داشته باشد، برای توسعه ایستگاه‌های هواشناسی با هزینه کم، مورد توجه است.

آلن و همکاران (۱) در شرایطی که داده‌های هواشناسی در محدودیت باشد، روش هارگریوس (HG) را برای تعیین ET_O توصیه نمودند. این روش فقط نیاز به اندازه‌گیری دمای حداکثر و حداقل هوا دارد و تابش برون زمینی (تابش بالای جو) مورد استفاده در آن به صورت تابعی از عرض جغرافیایی و شماره روز سال محاسبه می‌شود. لیکن این روش تبخیر و تعرق را در اقلیم گرم و خشک کم برآورد می‌کند (۱۲ و ۳).

استان خوزستان از مناطق مهم کشاورزی در ایران است و بیش از ۱/۶ میلیون هکتار اراضی قابل کشت دارد. شبکه‌های مدرن آبیاری متعددی در این استان اجرا شده و در دست بهره‌برداری است از جمله شبکه آبیاری دز با وسعت ۱۲۰ هزار هکتار، گتوند با سطح ۵۰۰۰۰ هکتار، نیشکر هفت تپه ۱۰۰۰۰ هکتار، طرح‌های توسعه نیشکر ۷۵۰۰۰ هکتار و در آینده نیز با اجرای طرح‌های توسعه منابع آب بیش از ۸۰۰ هزار هکتار تحت پوشش شبکه های مدرن آبیاری قرار خواهد گرفت. اقلیم این استان در مناطق مرکزی و جنوب آن، خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های ملایم است، بطوریکه دمای هوا در تابستان به بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد می رسد. به رغم گستردگی و وسعت زیاد شبکه‌های آبیاری و مزارع سنتی این استان، ایستگاه‌های هواشناسی از توزیع مناسبی برای برآورد نیاز آبی برخوردار نیستند. تأسیس و راه‌اندازی ایستگاه‌های جدید که تمام پارامترهای مورد نیاز معادله پنمن مانتیث، در آنها اندازه‌گیری شود، گران می‌باشد. و همچنین استفاده از روش‌های ساده مثل هارگریوس که فقط نیاز به اندازه‌گیری دمای هوا دارد، از دقت خوبی برای مناطق گرم و خشک برخودار نیست. از این نظر تدوین یک روش که تبخیر و تعرق گیاه مرجع با حداقل داده هواشناسی با دقت مناسب تعیین گردد، برای مناطق خشک و گرم مثل استان خوزستان ضروری است.

معادله PM نسبت به معادلات تجربی این برتری را دارد که هر دو مکانیسم انرژی و آیرودینامیک در پدیده تبخیر در نظر گرفته شده است، از این نظر ارائه یک روش برای حل این معادله بدون حذف مکانیسم‌های فوق که به داده‌های کمتری برای اندازه‌گیری

1. International Commission for Irrigation and Drainage (ICID)

Archive of SID

www.SID.ir

لازم داشته باشد، راهکار مناسب برای توسعه ایستگاه‌های هواشناسی با هزینه کم برای مناطق کشاورزی استان خوزستان است. دمای هوا به آسانی و با دقت زیاد در ایستگاه‌های هواشناسی اندازه‌گیری می‌شود و معرف میزان انرژی برای تبخیر آب است و مستقیماً از اندازه‌گیری به دست می‌آید. سرعت باد باعث انتقال بخار آب از سطح تبخیر می‌شود و یکی از عوامل اصلی در پدیده تبخیر است و این پارامتر نیز مثل دمای هوا فقط با اندازه‌گیری مستقیم، تعیین می‌گردد. لیکن دو داده دیگر مورد نیاز معادله پنمن مانتیث (رطوبت هوا و تابش خورشید) را می‌توان با استفاده از دمای حداکثر و حداقل روزانه از روابط تجربی که توسط آلن و همکاران (۱) و هارگریوس و سامانی (۶) ارائه شده‌اند، برآورد نمود. از این نظر در صورتی که به جای اندازه‌گیری رطوبت هوا و تابش خورشید، از مقادیر برآورد شده آنها در معادله پنمن مانتیث استفاده شود، تعداد داده‌های مورد نیاز معادله پنمن مانتیث به دو پارامتر، دما و سرعت باد کاهش می‌یابد. در این مقاله، این راه کار به روش "پنمن مانتیث با حداقل داده" نامیده شده و با علامت اختصاری PMR نشان داده شده است. هدف اصلی این تحقیق بررسی دقت این روش برای منطقه خشک و گرم استان خوزستان می‌باشد. دومین هدف نیز مقایسه آن با روش هارگریوس است.

مواد و روش‌ها:

منابع داده‌ها

داده‌های مورد نیاز این تحقیق از ۱۰ ایستگاه هواشناسی وابسته به سازمان هواشناسی واقع در استان خوزستان جمع‌آوری شده است. این داده‌ها مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ میلادی است و شامل مقادیر روزانه حداکثر و حداقل دمای هوا، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و سرعت باد است. روزهایی که داده‌های ناقص داشتند، از تجزیه و تحلیل در این تحقیق حذف شدند. ارتفاعات اندازه‌گیری پارامترهای فوق ۲ متر (دمای هوا و رطوبت نسبی) و ۱۰ متر (سرعت باد) بالای سطح زمین است. برای تبدیل سرعت باد به ارتفاع ۲ متری از معادله لگاریتمی نیمرخ سرعت باد استفاده شده است (۱). میانگین ماهانه مقادیر فوق برای برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع به روش‌های مختلف استفاده شد. در جدول (۱) فهرست نام ایستگاه، کد ایستگاه، ارتفاع از سطح دریا و متوسط روزانه حداقل و حداکثر دما، رطوبت نسبی و سرعت باد مشاهده شده در دوره سالهای مورد مطالعه این تحقیق ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد، میانگین پارامترهای هواشناسی محل ایستگاه‌ها، تفاوت خیلی معنی‌داری ندارند. میانگین سالانه حداکثر و حداقل دمای هوا از ۳۳/۵ تا ۳۵/۸ و ۱۷/۰ تا ۲۲/۴ درجه سانتیگراد تغییر می‌کند، که بیشترین آن مربوط به آغاجری و کمترین آن مربوط به صفی‌آباد می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی از ۳۱/۲ تا ۴۲/۹ درصد و میانگین سرعت باد از ۰/۸ تا ۲/۸ متر بر ثانیه تغییر می‌کند. توزیع مکانی ایستگاه‌های مورد استفاده این تحقیق در شکل(۱) ارائه شده و مشاهده می‌شود این ایستگاه‌ها تقریباً غالب اراضی کشاورزی که در مرکز و جنوب استان خوزستان واقع شده‌اند را پوشش می‌دهند.

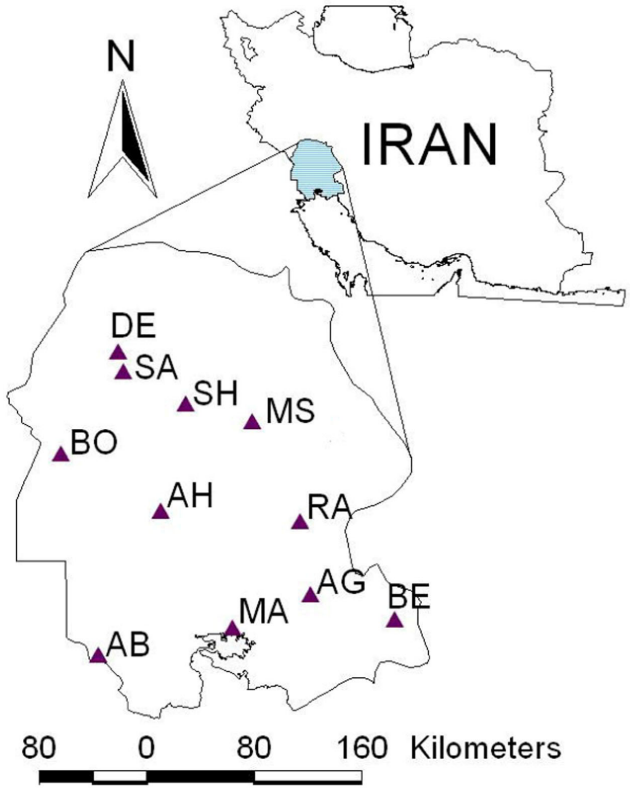
جدول ۱- متوسط سالانه مقادیر داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق

ایستگاه	کد	ارتفاع از سطح دریا(m)	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)	رطوبت نسبی (%)	سرعت باد (m/s)
آبادان	AB	۶/۶	۳۵/۱	۱۹/۷	۴۰/۵	۲/۲
اهواز	AH	۲۲/۵	۳۴/۹	۲۰/۴	۳۸/۷	۲/۰
مسجد سلیمان	MS	۳۲۰/۵	۳۴/۳	۲۱/۲	۳۳/۳	۱/۵
بوستان	BO	۷/۸	۳۴/۲	۱۷/۹	۴۳/۴	۲/۶
شوشتر	SH	۶۷	۳۴/۸	۲۲/۴	۳۱/۲	۲/۱
صفی آباد	SA	۸۲/۹	۳۳/۵	۱۷/۰	۴۲/۹	۰/۸
رامهرمز	RA	۱۵۰/۵	۳۵/۷	۲۱/۸	۳۱/۸	۱/۶

Archive of SID

www.SID.ir

ایستگاه	کد	ارتفاع از سطح دریا(m)	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)	رطوبت نسبی (%)	سرعت باد (m/s)
بهبهان	BE	۳۱۳	۳۴/۹	۱۸/۶	۳۵/۰	۱/۱
ماهشهر	MA	۶/۲	۳۴/۰	۱۹/۷	۴۲/۵	۲/۸
آغاجری	AG	۲۷	۳۵/۸	۱۹/۳	۳۸/۵	۱/۹



شکل۱- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه این تحقیق در استان خوزستان

معادله پنمن مانتیث

معادله PM که توسط سازمان فائو بعنوان روش استاندارد برای تعیین ET_o و مقایسه سایر روش‌ها توصیه شده است، در این تحقیق بعنوان مبنای ارزیابی روش‌های PMR و HG استفاده شده است. این معادله به صورت زیر می‌باشد (۱):

$$ET_O = \frac{0.408\Delta R_n + \gamma \frac{900}{T_a + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق، ET_o تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm/day)، T_a دمای هوا $(°C)$، U_2 سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (m/s)، R_n شار تابش خالص در سطح زمین $(MJ/m^2/day)$، $e_s - e_a$ کمبود فشار بخار اشباع هوا (KPa)، Δ شیب منحنی فشار بخار اشباع با

www.SID.ir

دما (KPa/°C) و γ ثابت سایکرومتر (KPa/°C) می‌باشند. در تدوین معادله فوق فرض شده که گیاه چمن در یک سطح وسیع و متراکم کشت شده و ارتفاع چمن به طور یکنواخت ۰/۱۲ متر و کاملاً بر سطح زمین سایه انداخته است و بدون کمبود آب تبخیر و تعرق می‌نماید. با توجه به این فرضیات، جریان افقی هوا و شار روزانه گرمای خاک ناچیز و از آنها صرفنظر شده است.

برای تعیین R_n، $e_s - e_a$، Δ و γ از روابط توصیه شده توسط آلن و همکاران (۱) استفاده شده است. R_n با استفاده از ساعات واقعی آفتاب روزانه، روز از سال و موقعیت جغرافیایی ایستگاه برآورد شده است. کمبود فشار بخار اشباع از اختلاف بین فشار بخار اشباع (e_s) و فشار بخار واقعی هوا (e_a) از روابط زیر تعیین می‌گردند:

$$e_s = \frac{e^o(T_{max}) + e^o(T_{min})}{2} \qquad (۲)$$

$$e_a = \frac{e^o(T_{min})\frac{RH_{max}}{100} + e^o(T_{max})\frac{RH_{min}}{100}}{2} \qquad (۳)$$

در معادلات فوق، $e^o(T_{max})$ و $e^o(T_{min})$ به ترتیب فشار بخار اشباع هوا در دماهای حداکثر و حداقل است، RH_{max} و RH_{max} رطوبت‌های حداکثر و حداقل روزانه می‌باشند.

معادله هارگریوس و سامانی

هارگریوس و سامانی (۵) رابطه تجربی زیر را که مبتنی بر درجه حرارت است برای تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع ارائه نمودند:

$$ET_O = 0.0023 R_a (T_a + 17.8)(T_{max} - T_{min})^{0.5} \qquad (۴)$$

در معادله فوق، R_a تابش بیرون زمینی برحسب عمق آب تبخیر شده می‌باشد ($mm\ d^{-1}$)، T_{max} و T_{min} حداکثر و حداقل روزانه دمای هوا (°C) می‌باشند. در این تحقیق معادله فوق برای منطقه خوزستان مورد بررسی قرار گرفته است.

فشار بخار واقعی هوا با استفاده از حداقل روزانه دمای هوا

با فرض مساوی بودن دمای نقطه شبنم روزانه با حداقل دمای روزانه هوا، معادله زیر برای آورد فشار بخار واقعی هوا بجای استفاده از معادله ۳ پیشنهاد شده است (۸، ۱۰، ۱ و ۱۱):

$$e_a = 0.611 \exp\left(\frac{17.27 T_{min}}{T_{min} + 237.3}\right) \qquad (۵)$$

در روش PMR ، معادله فوق برای برآورد فشار بخار هوا استفاده شده است.

برآورد تابش خورشید با استفاده از حداکثر و حداقل روزانه دمای هوا

هارگریوس و سامانی (۶) با استفاده از اختلاف دمای حداکثر و حداقل روزانه، رابطه تجربی زیر را برای زمانی که تابش خورشید یا ساعات آفتاب روزانه اندازه‌گیری نگردد، ارائه دادند و در این تحقیق برای روش PMR استفاده شده است:

$$R_S = K_S (T_{max} - T_{min})^{0.5} R_a \qquad (۶)$$

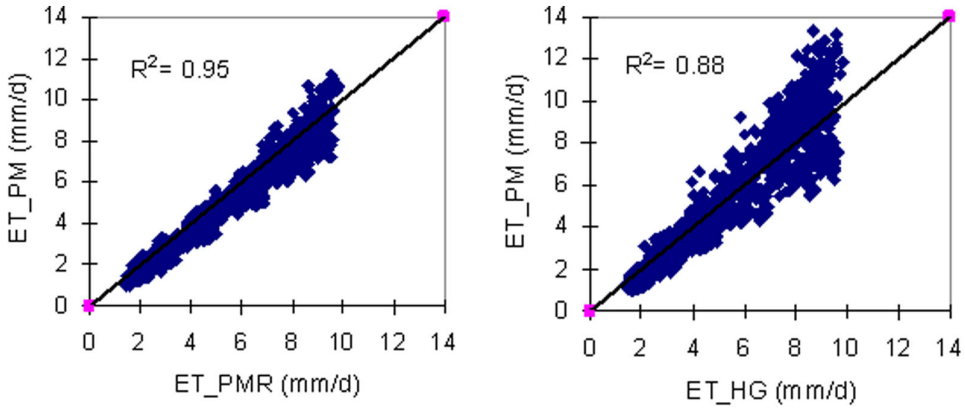
Archive of SID

www.SID.ir

در معادله فوق K_S ضریب اصلاحی است که R_S را برای شرایط مختلف آب و هوایی تعدیل می‌کند. این ضریب برای نواحی داخلی دور از دریا ۰/۱۶ توصیه شده است (۴).

نتایج و بحث

تبخیر و تعرق ماهیانه گیاه مرجع با استفاده از داده‌های ۱۰ ایستگاه هواشناسی استان خوزستان به سه روش پنمن مانتیث، پنمن مانتیث با حداقل داده و هارگریوس برآورد گردید. نتایج روش پنمن مانتیث، مبنای ارزیابی دو روش مورد بررسی این تحقیق، پنمن مانتیث با حداقل داده و هارگریوس قرار گرفت. مقایسه کلی روش پنمن مانتیث با دو روش فوق برای مجموعه ایستگاه‌ها در شکل ۲ ارائه شده است. مشاهده می‌گردد، مقادیر تبخیر و تعرق برآورد شده از روش هارگریوس (ET_HG) نسبت به مقادیر تبخیر و تعرق برآورد شده از روش پنمن مانتیث با حداقل داده (ET_PMR) در فاصله دورتری از بهترین خط انطباق ($y = x$) قرار گرفته‌اند و با افزایش تبخیر و تعرق فاصله داده‌ها در روشHG از خط $y = x$ بیشتر می‌گردد. ضریب تبیین (R^2) روش‌های PMR و HG به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۸۸ برآورد شده است، از این نظر روش PMR نسبت به روشHG همبستگی خطی بهتری با معادله پنمن مانتیث دارد و در نتیجه دقت بیشتری نیز دارد. آلن و همکاران (۱) برای اصلاح و افزایش دقت برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع، استفاده از معادله خطی زیر را برای واسنجی روش‌های تجربی توصیه کردند:



شکل ۲- مقایسه نتایج تبخیر و تعرق گیاه مرجع روش‌های "هارگریوس" و "پنمن مانتیث با حداقل داده" با روش "پنمن مانتیث" برای مجموعه ایستگاه‌های مورد مطالعه این تحقیق در استان خوزستان

$$ET_O = a + bET_e \qquad (۷)$$

در رابطه فوق، ET_O تبخیر و تعرق گیاه مرجع که به وسیله معادله پنمن مانتیث تعیین می‌شود، ET_e تبخیر و تعرق برآورد شده از روش‌های تجربی (در این تحقیق روش‌های PMR وHG)، a و b ضرایب واسنجی می‌باشند. بنابراین برای تعیین دقت روش‌های تجربی باید معادلات واسنجی شده آنها با روش پنمن مانتیث مقایسه شود. معادلات واسنجی روش‌های PMR و HG برای منطقه مورد مطالعه این تحقیق به صورت زیر تعیین گردید:

$$ET_CPMR = 0.967ET_PMR + 0.171 \qquad (۸)$$

$$ET_CHG = 1.103ET_HG - 0.535 \qquad (۹)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در معادلات فوق، ET_CPMR تبخیر و تعرق گیاه مرجع واسنجی شده روش PMR ، ET_PMR تبخیر و تعرق گیاه مرجع برآورد شده از روش PMR، ET_CHG تبخیر و تعرق گیاه مرجع واسنجی شده روش HG و ET_HG تبخیر و تعرق گیاه مرجع برآورد شده از روش HG است. نتایج آماری تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از معادلات واسنجی روش‌های فوق در جدول ۲ ارائه شده است. ملاحظه می‌گردد، روش PMR با خطای استاندارد ۰/۳۲ میلیمتر در روز و ضریب تبیین ۰/۹۷ نتایج نزدیکی به روش PM پنمن مانتیث ارائه می‌دهد. مقادیر مرزی (حداقل و حداکثر) دو روش PMR و PM، تفاوت زیادی نسبت به هم ندارند و به طور کلی روش PMR در دامنه‌های پایین حدود ۷ درصد و در دامنه‌های بالا حدود ۵ درصد، تبخیر و تعرق گیاه مرجع را کمتر برآورد می‌نماید. با توجه به خطای استاندارد روش PMR و مقدار متوسط تبخیر و تعرق به میزان ۵/۲۶ میلیمتر در روز، این روش حدود ۶ درصد خطا دارد و این مقدار خطا در کارهای عملی قابل اغماض است. بر خلاف روش PMR، روش HG از دقت مناسبی برای برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع برخوردار نیست. ضریب تبیین و خطای استاندارد روش HG به ترتیب ۰/۸۸ و ۱/۱ میلیمتر در روز برآورد شده است. این روش در دامنه‌های پایین، تبخیر و تعرق را حدود ۵۰ درصد بیشتر و در دامنه‌های بالا حدود ۲۳ درصد کمتر برآورد می‌کند. در مجموع می‌توان گفت روش هارگریوس حدود ۲۰ درصد خطا دارد و از این نظر این روش برای کاربرد در استان خوزستان توصیه نمی‌شود.

جدول ۲- نتایج آماری تبخیر و تعرق گیاه مرجع روشهای پنمن مانتیث با حداقل داده و هارگریوس

روش	علامت اختصاری	تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm/d)			ضریب تبیین	خطای استاندارد (mm/d)
		حداقل	حداکثر	متوسط		
پنمن مانتیث	PM	۰/۹۸	۱۳/۳۰	۵/۲۶	-	-
پنمن مانتیث با حداقل داده	PMR	۰/۹۱	۱۲/۵۹	۵/۲۶	۰/۹۷	۰/۳۲
هارگریوس	HG	۱/۴۴	۹/۸۱	۵/۲۴	۰/۸۸	۱/۱۰

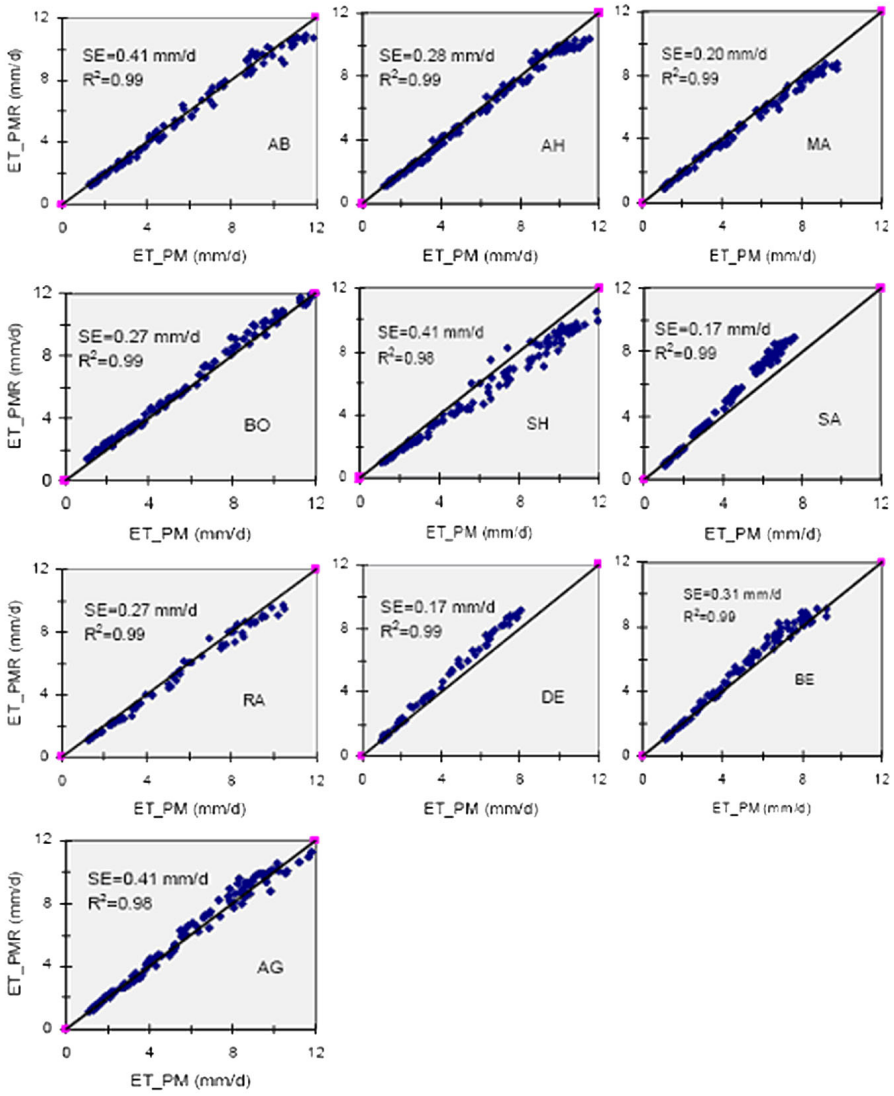
به منظور بررسی اثر تغییرات مکان بر روی روش PMR، نتایج این روش به طور جداگانه بر روی ایستگاه‌های مورد مطالعه این تحقیق در شکل (۲) ارائه شده است. مشاهده می‌شود عمکرد این مدل بر روی کلیه ایستگاه‌ها تقریباً یکسان است، بصورتی که ضریب تبیین بین ۰/۹۸ تا ۰/۹۹ و خطای استاندارد بین ۰/۱۷ تا ۰/۴۱ میلیمتر در روز تغییر می‌کند. کمترین خطای استاندارد مربوط به ایستگاه‌های دزفول و صفی‌آباد است و بیشترین آن مربوط به ایستگاه‌های آغاجاری، شوشتر و آبادان می‌باشد. از این نظر با توجه به نتایج فوق، روش PMR و معادله واسنجی شده آن (معادله ۸) از دقت مناسب برای تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع برای منطقه خوزستان برخوردار است، لیکن روش هارگریوس توصیه نمی‌شود.

نتیجه گیری

تعیین، تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از داده‌های ورودی کمتر برای توسعه و تجهیز ایستگاه‌های هواشناسی با هزینه کم ضروری است. در این تحقیق، دو روش هارگریوس و پنمن مانتیث تعدیل شده با حداقل داده برای تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع برای منطقه گرم و خشک خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش هارگریوس از دقت خوبی برخوردار نیست و استفاده از آن برای استان خوزستان توصیه نمی‌شود، لیکن روش پنمن مانتیث با حداقل داده نتایج نزدیکی با روش پنمن مانتیث دارد و از این نظر این روش که داده‌های مورد نیاز آن دمای هوا و سرعت باد است قابل کاربرد در مناطق گرم و خشک مثل استان خوزستان می‌باشد

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳ – مقایسه تبخیر و تعرق گیاه مرجع به روش پنمن مانتیث و پنمن مانتیث با حداقل داده در ایستگاه‌های هواشناسی استان خوزستان

منابع و مآخذ:

1. Computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy, 300 pp.
2. Blaney, H. F. and Criddle W. D. (1950). Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. Soil Conservation Service Technical Paper 96. 44 pp.
3. Droogres, P. and Allen, R.G. (2002). Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions. Irrigation and Drainage Systems, 16: 33–45.
4. Hargreaves, G. H. (1994). Simplified coefficients for estimating monthly solar radiation in North America and Europe. Departmental Paper, Dept. of Biol. and Irrig. Engrg., Utah State University, Logan, Utah.

www.SID.ir

5. Hargreaves, G.H, and Samani Z.A. (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering in Agriculture, 1(2): 96-99.
6. Hargreaves, G. H., and Samani, Z. A. (1982). Estimating potential evapotranspiration. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 108(3), 223–230.
7. Henggeler, J. C., Samani, Z., Flynn, M. S., and Zeitler, J. W. (1996). Evaluation of various evapotranspiration equations for Texas and New Mexico. Proc., Irrigation Association International Conf., San Antonio, Tex.
8. Jensen, D. T., Hargreaves, G. H., Temesgen, B., and Allen, R. G. (1997). Computation of ETo under nonideal conditions. J. Irrig. Drain.Eng., 123(5), 394–400.
9. Jensen, M. E., Burman, R. D. and Allen, R. G. (1990). Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE manuals and report on engineering practices No. 70. American Society of Civil Engineers, New York, 360 pp.
10. Kimball, J. S., Running, S. W., and Nemani, R. (1997). An improved method for estimating surface humidity from daily minimum temperature. Agric. Forest Meteorol., 85(1–2), 87–98.
11. Thornton, P. E., Hasenauer, H., and White, M. A. (2000). Simultaneous estimation of daily solar radiation and humidity from observed temperature and precipitation: an application over complex terrain in Austria. Agric. Forest Meteorol., 104(4), 255–271.
12. Vanderlinden, K., Giraldez, J. V. and Van Meirvenne, M. (2004). Assessing Reference Evapotranspiration by the Hargreaves Method in Southern Spain., Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 130, No. 3, June 1, 2004.

Archive of SID

www.SID.ir

JOURNAL OF
AGRICULTURAL
SCIENCES
Islamic Azad University

Evaluation of Using Minimum Meteorological Data for Penman Montieth Equation- Case Study Khuzestan Province

A. Rahimi Khoob
Assistant, of Irrigation Department, Abourayhan College, Tehran University
Seyyed M.R. Behbahani
Associate Professor of Irrigation Department, Abourayhan College, Tehran University
M. H. Nazarifar
Reasercher of Irrigation Department, Abourayhan College, Tehran University

Keywords: Reference evapotranspiration; Minimum data; Penman Monteith , Hargreaves, Khuzestan.

Abstract
The Penman Monteith equation (PM) has been proposed as the standard for estimating reference evapotranspiration. A major drawback to application of the PM is the relatively high data demand, where the method requires air temperature, windspeed, relative humidity, and solar radiation data. The number of meteorological stations where all of these parameters are measured is limited in many areas of the Iran. In this study two methods of estimating reference evapotranspiration for one of the hot and arid zone in Iran were evaluated. In first method (MPR), relative humidity and solar radiation have been derived from the maximum and minimum daily temperatures using empirical relationships, so PM requires only air temperature and windspeed for measuring at meteorological stations. Second method was using Hargreaves equation (HG). These two methods validated and calibrated using PM as a standaed. The results showed that the correlation between HG and PM was not as good as expected; however, an excellent correlation was found between PMR and PM.

Archive of SID

www.SID.ir