Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال سیزدهم، شماره اول، فروردین- اردیبهشت ۱۳۸۵
www.magiran.com/jasnr

مقایسه روش‌های مختلف برآورد تبخیر– تعرق مرجع (ترکیبی و دمایی) با روش استاندارد و بررسی اثرات خشکی هوا بر آن

حسین شریفان[۱]، بیژن قهرمان[۲]، امین علیزاده[۲] و سید مجید میر لطیفی[۱]

[۱]به‌ترتیب دانشجوی دوره دکتری گروه آبیاری و عضوهیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، [۲]عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،

تاریخ دریافت:۸۳/۱۱/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/٤/۲۸

چکیده

تبخیر-تعرق مرجع (ETo) یا به روش مستقیم (لایسیمتری) اندازه گیری و یا به‌طور غیر مستقیم (معادلات تجربی) برآورد می‌شود. به‌دلیل عدم داده‌های دقیق لایسیمتری در منطقه مطالعاتی (استان گلستان) و به‌دلیل پذیرش روش فائو-پنمن-مانتیث (F-P-M) توسط بسیاری از محققان و مؤسسات تحقیقاتی بین المللی به‌عنوان روش استاندارد، این روش در تحقیق حاضر به‌عنوان مرجع پذیرفته شد و ETo برآوردی دوگروه ترکیبی (پنمن و پنمن اصلاح شده فائو) و دمایی (هارگریوز- سامانی و بلانی- کریدل- فائو) با آن در سه وضعیت از داده‌ها مورد مقایسه قرار گرفته و ارزیابی شدند. این وضعیت‌ها استفاده از داده‌های اصلاح نشده و داده‌های اصلاح شده در شرائط توصیه شده برای ایران و جهان بودند. مقادیر ETo روزانه هر یک از روش‌های تجربی و مقادیر ETo روزانه روش استاندارد مرجع، در سه ایستگاه گرگان (با ۲۰ سال آمار)، گنبد (۸سال) و مراوه تپه (۹سال) مود مقایسه آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که روش‌های پنمن و بلانی- کریدل-فائو به‌ترتیب دارای بالاترین و پائین‌ترین ضریب R^2 بودند و اصلاح داده‌ها در ایستگاه‌های گرگان و گنبد تغییری در نتایج بررسی نداشت، ولی در ایستگاه مراوه تپه توانست اثر قابل توجهی داشته باشد که احتمالاً به‌دلیل خشکی این ایستگاه است. همچنین نتایج حاصل از اثر اصلاح داده‌ها بر اساس روش‌های فوق یکسان بود. با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده می‌توان در منطقه گلستان با استفاده از مقادیرETo به‌دست‌آمده از روش هارگریوز- سامانی و معادله همبستگی مناسب، مقدارETo قابل قبولی‌را بر اساس روشF-P-M تخمین زد.

واژه‌های کلیدی: پنمن- فائو، هارگریوز- سامانی، بلانی- کریدل، اعتبار سنجی، گلستان

مقدمه

پایه و اساس طراحی سیستم‌های آبیاری به‌منظور تولید غذای بیشتر برای جمعیت رو به ازدیاد و با منابع آبی محدود، تعیین میزان تبخیر- تعرق گیاهی، برنامه‌ریزی آبیاری و مطالعات هیدرولوژیکی می‌باشد. از آنجا که عوامل بسیار زیادی در تبخیر- تعرق دخالت دارند، برآورد دقیق تبخیر-تعرق کاری بسیار مشکل است. تبخیر- تعرق گیاه مرجع[1] (ETo) (تبخیر-تعرق از سطح مزرعه‌ای با پوشش گیاهی مشخصی - چمن یا یونجه- به ارتفاع ۱۵-

1 -Reference Evapotranspiration(ET0)

www.SID.ir

Archive of SID

۸ سانتی‌متر است که در طول دوره رشد با کمبود آب روبرو نگردد.) یا از روش مستقیم (لایسیمتری) اندازه‌گیری و یا غیر مستقیم (معادلات تجربی- تابعی از عوامل مختلف اقلیمی و گیاهی) برآورد می‌شود. با استفاده از مقادیرETo و ضرائب گیاهی(Kc) می‌توان ETp[1] مزرعه را برآورد نمود. طی نیم قرن اخیر روش‌های تجربی زیادی توسط محققان برای برآورد ETo در سراسر جهان ارائه شده است. این روش‌ها در پنج گروه ترکیبی، دمایی، تشعشعی، رطوبتی و تشت تبخیر طبقه بندی می‌شوند.

در گروه ترکیبی از دو جزء آئرودینامیکی و توازن انرژی استفاده می‌شود. یکی از معادلات پیچیده برای برآورد ETo، روش ترکیبی پنمن (۱۹٤۸) می‌باشد، جزء آئرودینامیکی آن از جزء توازن انرژی کوچکتر است (بای بوردی، ۱۳۷۰). بعدها معادله پنمن توسط سازمان خوارو بار جهانی(FAO) اصلاح و به پنمن فائو-۲٤ معروف گردید. مانتیث (۱۹٦۳) اثر مقاومت گیاه در مسیر انتقال بخار آب از حفره روزنه به سطح برگ را در معادله پنمن لحاظ نمود و معادله‌ای موسوم به پنمن- مانتیث ارائه کرد(آلن و همکاران، ۱۹۹۸)، در سال‌های اخیر رابطه پنمن-مانتیث مورد بررسی و بازنگری قرار گرفته و اصلاح گردید که مهم‌ترین آنها اصلاح شده توسط فائو (F-P-M) می‌باشد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). با استفاده از این رابطه می‌توان مقادیر کوتاه مدت (ساعتی و روزانه) ETo را تخمین زد.

در گروه دمایی پارامتر اصلی درجه حرارت هوا می‌باشد و معمولاً برای ایستگاه‌هایی که فاقد آمار کامل هستند به‌کار می‌رود. روش‌های هارگریوز-سامانی(H-S) و بلانی- کریدل و نوع اصلاح شده آن (B-C-FAO) در این دسته قرار می‌گیرند (دورنباس و پروت، ۱۹۷۷) در روش آخر علاوه بر درجه حرارت، پارامترهای رطوبت نسبی و سرعت باد و ساعات آفتابی نیز در معادله به‌کار می‌رود.

در گروه تشعشعی از انرژی تابشی خورشید به عنوان عامل اصلی در تبخیر-تعرق استفاده می‌شود. روش‌های ماکینگ، تورک، جنسن-هیز، دورنباس-پروت در این گروه قرار می گیرند.

در روش‌های پاپاداکیس و ایوانف که جزء گروه رطوبتی هستند، عواملی نظیر رطوبت نسبی و درجه حرارت مؤثرند. همچنین با استفاده از ضرائب مناسب تشت تبخیر می‌توان داده‌های تشت را به تبخیر-تعرق گیاه مرجع تبدیل نمود.

دقیق‌ترین روش برآورد مقدار تبخیر- تعرق، استفاده از لایسیمتر وزنی است، اما از آنجا که احداث این نوع لایسیمتر هزینه بسیار زیادی را به‌همراه دارد و از طرفی آمار این روش معمولاً در اختیار نمی‌باشد، بیشتر از روش‌های تجربی برای برآورد تبخیر و تعرق و از روش استاندارد برای مقایسه نتایج با آن استفاده می‌شود (سپاسخواه، ۱۳۷۷؛ آلن و همکاران، ۱۹۹٤). تحقیقات انجام گرفته در نقاط مختلف جهان مبین این نکته است که دقت مقادیر تبخیر- تعرق برآورد شده با رابطه-F–P M در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده لایسیمتری از دیگر روابط برآورد ETo بهتر می‌باشد و در شرایطی که داده‌های لایسیمتری در دسترس نباشد به‌عنوان یک رابطه استاندارد توصیه شده است (آلن و همکاران، ۱۹۹۸؛ هارگریوز، ۱۹۹٤). این روش در ایران نیز توسط محققینی چون ضیاء تبار احمدی (۱۳۷٤) برای ترسیم خطوط هم‌تبخیر- تعرق پتانسیل ماهانه و سالانه در مازندران و نیکبخت و همکاران (۱۳۸۰) برای مقایسه آن با چند روش دیگر برآورد ETo در ایستگاه سینوپتیک مهرآباد- تهران مورد استفاده قرار گرفته است.

هرگاه ایستگاهی در شرایط غیر مزرعه و خشک، داده‌های هواشناسی را ثبت کند، مقادیر تبخیر و تعرق به‌دست آمده در این شرایط با مقادیر تبخیر- تعرق مرجع یکسان نخواهد بود، بنابراین از معادله F-P-M باید تنها در شرایط مرجع (اطراف ایستگاه پوشیده از گیاه و خوب آبیاری شده باشد) استفاده نمود. در شرایط غیر مرجع باید

1-Potential Evapotranspiration(ETp)

www.SID.ir

Archive of SID

ابتدا داده‌های دما و رطوبت اصلاح گردیده و به شرایط مرجع نزدیک‌تر شوند سپس از آنها در محاسبات استفاده شود (آلن و همکاران، ۱۹۹٤).

سپاسخواه (۱۳۷۷) طی مطالعه‌ای روی دو ایستگاه باجگاه و کوشکک نشان داد که آمار هواشناسی تهیه شده از ایستگاه‌های مرجع با آمار حاصل از ایستگاه‌های غیر مرجع متفاوت است، و این تفاوت منجر به فرابرآورد ETo می‌گردد. وی در ادامه روش F-P-M را برای مناطق فاریاب و غیر فاریاب پیشنهاد نموده است.

آلن و همکاران (۱۹۸۳) اثرات خشکی ایستگاه غیر مرجع و منطقه مورد نظر را تشریح کردند و جهت اصلاح داده‌های دمایی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های غیر مرجع روش‌هایی را پیشنهاد نمودند تا نتایج حاصله از داده‌های تصحیح شده به مقادیر به‌دست آمده از ایستگاه‌های مرجع نزدیک شود. این تصحیح برای ایستگاه‌هایی که هرگز آبیاری نمی شوند تا ٤/٥ درجه سانتی‌گراد کاهش دما را در برداشت. محمدیان (۱۳۸۲) مقادیر تبخیر- تعرق گیاه مرجع را در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور محاسبه نمود و با توجه به ضریب خشکی هوا در آن ایستگاه‌ها، مقادیر تبخیر- تعرق گیاه مرجع را در شرایط استاندارد (خوب آبیاری شده) محاسبه کرد و از نسبت این دو، ضریب اصلاحی سالانه و ماهانه مقادیر ETo ایستگاه غیر مرجع به مرجع را به‌دست آورد.

یکی از روش‌های ساده برای برآورد اثرات خشکی در یک ایستگاه هواشناسی که در آن دما و رطوبت اندازه‌گیری می‌شود، مقایسه دمای حداقل روزانه (Tmin) و دمای نقطه شبنم (Tdew) می‌باشد. در ایستگاه‌های مرطوب، به‌خصوص اگر سرعت باد در اوائل صبح پائین باشد، Tmin معمولاً برابر Tdew است. این امر حتی در مناطق خشک و نیمه خشکی که محیط اطراف ایستگاه تحت آبیاری باشد نیز صدق می‌کند (آلن، ۱۹۹٦):

$$Ti_{(COR)} = Ti_{(OBS)} - 0.5\ (MDD - 2) \qquad (۱)$$

که در آن i یکی از خصوصیات dew، min، max; T درجه حرارت هوا (درجه سانتی‌گراد)، اندیس‌های OBS و COR به‌ترتیب به خصوصیت مشاهده شده و اصلاح شده مربوط می‌باشد و MDD (اختلاف دمای حداقل و شبنم روزانه مشاهداتی- درجه سانتی‌گراد، بزرگتر از ۲) از رابطه ۲ به‌دست می‌آید:

$$MDD = Tmin - T\ dew \qquad (۲)$$

با این‌حال چنانچه دمای نقطه شبنم قابل اطمینان نباشد، می‌توان آن‌را بر اساس رابطه (۳) اصلاح کرد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸):

$$Tdew = Tmin - K \qquad (۳)$$

که در آن K یک عامل تصحیح بوده و مقدار آن در مناطق مرطوب صفر و در مناطق خشک و نیمه خشک ۲ می‌باشد. تمسگن و همکاران (۱۹۹۹) برای اصلاح پارامتر های دما در ایستگاه‌های غیر مرجع، ضریب ۰/۵ در رابطه (۱) را برای مناطق خشک تعدیل کرده و روابط زیر را ارائه کردند:

$$Tmax_{(COR)} = Tmax_{(OBS)} - K_x\ (MDD - 2) \qquad (٤)$$

$$Tmin_{(COR)} = Tmin_{(OBS)} - K_n\ (MDD - 2) \qquad (٥)$$

$$Tdew_{(COR)} = Tdew_{(OBS)} + K_d(MDD - 2) \qquad (٦)$$

که در آن : برای مناطق خشک $K_x=K_n=0.4$ و $K_d=0.6$

روش تصحیح داده‌ها در خراسان مورد استفاده علیزاده و همکاران (۱۳۸۰) قرار گرفته است. ایشان میزان دقت و کارایی روش‌های هارگریوز- سامانی (H-S) و تشت تبخیر (PAN) برای محاسبه تبخیر-تعرق مرجع در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان را نسبت به روش F-P-M مورد بررسی قرار داد. آن‌ها همچنین اثر خشکی بر داده‌ها را تصحیح کردند و نشان دادند روش (H-S) قبل از تصحیح داده‌ها میزان تبخیر-تعرق در طول سال حدود ۱۲درصد نسبت به روش استاندارد فرابرآورد می نماید. در حالی که پس از تصحیح، این مقدار به ۲درصد رسید.

هدف از این تحقیق، مقایسه مقادیر تبخیر-تعرق گیاه مرجع روزانه محاسبه شده از روش‌های ترکیبی و دمایی با روش استاندارد مرجع در منطقه استان گلستان در دو

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت داده های اصلاح نشده و اصلاح شده می‌باشد (ارزیابی روش‌های تشعشعی و رطوبتی در حال تهیه است.).

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق از آمار و اطلاعات هواشناسی ۳ ساعته (۸ قرائت در روز) ایستگاه‌های سینوپتیک گرگان، گنبد و مراوه تپه به ترتیب با دوره آماری ۲۰، ۸ و ۹ ساله استفاده شده و مقادیر روزانه داده‌ها با میانگین‌گیری از ۸ قرائت انجام گرفته در طول شبانه روز محاسبه گردید. این آمار و اطلاعات شامل درجه حرارت‌های حداقل، حداکثر، تر و خشک و نقطه شبنم، ساعات آفتابی، سرعت باد می‌باشد. پس از جمع‌آوری آمار فوق و ذخیره کردن آنها در فایل‌های جداگانه و با استفاده از برنامه رایانه‌ای تهیه شده به زبان کوئیک بیسیک[1]، مقادیر تبخیر- تعرق روزانه هر یک از این ایستگاه‌ها محاسبه و با استفاده از نرم افزار اکسل[2] با مقادیر برآورد شده از روش استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش‌های محاسبه ETo

روش‌های ترکیبی: یکی از مهمترین و عمومی‌ترین معادلات ترکیبی، معادله پنمن می‌باشد که در سال ۱۹۴۸ توسط وی ارائه گردید. معادله پنمن در ابتدا برای محاسبه تبخیر از سطح آزاد آب ارائه گردید و سپس برای محاسبه شدت تبخیر- تعرق از یک سطح کامل پوشیده از چمن مورد استفاده قرار گرفت. معادله پنمن اصلاح شده توسط فائو یکی دیگر از روش‌های گروه ترکیبی است. پروت بر اساس مقایسه نتایج حاصله از رابطه اولیه پنمن و نتایج لایسیمتری تغییراتی روی معادله پنمن به‌عمل آورد که به روش اصلاح شده پنمن معروف گردید (علیزاده، ۱۳۷۸). روش فائو- پنمن- مانتیث(F-P-M) جزء گروه ترکیبی بوده و از دو جزء آئرودینامیکی و توازن انرژی تشکیل شده است. در این تحقیق به‌علت عدم لایسیمتر و داده‌های دقیق در منطقه، از این روش به‌عنوان روش استاندارد استفاده شد.

روش‌های دمایی: درجه حرارت یکی از معمولی‌ترین پارامترهای هواشناسی است که در تمام ایستگاه‌های هواشناسی سازمان هواشناسی و وزارت نیرو اندازه گیری می‌شود. بنابر این اکثر محققین از ابتدا سعی داشتند تا فرمول‌هایی را ارائه دهند که از روی درجه حرارت بتوان میزان آب مورد نیاز گیاه را تخمین زد. روش بلانی - کریدل یکی از قدیمی‌ترین روش‌های تخمین تبخیر-تعرق مرجع می‌باشد. با این وجود این معادله بعدها از سوی سازمان فائو و توسط دورنباس و پروت (۱۹۷۷) تصحیح گردید که معادله بلانی- کریدل- فائو نامیده می‌شود. بنابراین در روش اخیر به‌جز دما به پارامتر هایی نظیر رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی نیاز می‌باشد و معمولاً نسبت به روش اصلاح نشده از دقت بالاتری برخوردار است. هارگریوز و سامانی (۱۹۸۵) معادله‌ای را ارائه دادند که درآن با استفاده از متوسط دمای هوا و اختلاف حداکثر و حداقل درجه‌حرارت، مقدار تبخیر - تعرق گیاه مرجع (چمن) محاسبه می‌گردد (هارگریوز و سامانی، ۱۹۸۵). این روش بیشتر برای ایستگاه‌هایی که فاقد آمار کامل هستند، استفاده می‌شود و از دقت مناسبی برخوردار است.

تصحیح شرایط غیر مرجع به مرجع: از آنجا که برآوردETo با روش F-P-M باید در شرایط مرجع صورت پذیرد، با توجه به ضرائب بدست آمده در تحقیق محمدیا ن (۱۳۸۲) برای تبدیل نتایج غیر مرجع به مرجع، مقادیرETo بدست آمده از روش F-P-M به شرایط مرجع تعدیل گردید. ضرائب اصلاحی مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ بصورت ماهانه نشان داده شده است.

1- Q- Basic
2- Excel

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ضرائب اصلاحی مقادیر ETo ایستگاه‌های غیر مرجع به مرجع (محمدیان، ۱۳۸۲).

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
گرگان	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
گنبد	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مراوه تپه	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹٤	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹٤

با توجه به جدول فوق مشخص می‌شود از آنجا که ایستگاه سینوپتیک گرگان در منطقه کشاورزی و مرطوب تا نیمه مرطوب واقع شده است بنابراین یک ایستگاه مرجع محسوب می‌شود. ایستگاه گنبد فقط در یک ماه غیر مرجع می‌باشد که با توجه به ضریب مورد نظر می‌توان به ایستگاه مرجع تبدیل کرد، اما از آنجا که ایستگاه مراوه‌تپه در منطقه‌ای غیر کشاورزی واقع شده است، با استفاده از ضرائب جدول ۱ به ایستگاه مرجع تبدیل می‌شود. بنابراین مقادیر ETo روزانه محاسبه شده از روش استاندارد و اصلاح آن‌ها به شرایط مرجع، به‌عنوان معیار ارزیابی روش‌های دیگر مورد استفاده قرار گرفت.

مقایسه روش‌های مورد مطالعه با روش استاندارد: در تحقیق حاضر پس از تهیه آمار و اطلاعات هواشناسی و ضرائب تبدیل ایستگاه غیر مرجع به مرجع و ضرائب خشکی و با استفاده از برنامه رایانه‌ای تهیه شده، برای چهار روش (پنمن، پنمن-فائو، هارگریوز- سامانی، بلانی- کریدل- فائو) و در سه وضعیت بدون اصلاح داده‌ها، اصلاح داده‌ها با ضرائب به‌دست آمده در ایران (محمدیان، ۱۳۸۲، جدول ۲) و اصلاح داده‌ها با ضرائب تمسگن و همکاران (۱۹۹۹)، برای مناطق مرطوب Kx = Kn = Kd =۰/۵ و برای مناطق خشک ۰/٤ Kx = Kn = و Kd=۰/٦) مراحل زیر برای ایستگاه‌های سینوپتیک موردنظر انجام گرفت:

- مقادیر تبخیر- تعرق پتانسیل روزانه در طی دوره آماری موجود برای هر یک از روش‌های مورد نظر و روش استاندارد محاسبه گردید.
- مقادیر متوسط ETo روزانه هر روز ژولینوسی (در هر ایستگاه به تعداد دوره آماری برای هرروز ژولینوسی ETo روزانه وجود دارد.) برای کلیه روش‌ها محاسبه و در مقابل مقادیر متناظر ETo روزانه استاندارد همان روز ژولینوسی رسم گردید. از این نمودارها برای ارزیابی معادله تجربی استفاده می‌شود.
- بین مقادیر ETo روزانه هر روش (٤ روش مورد نظر) و مقادیر ETo روزانه روش استاندارد مرجع، رگرسیون‌گیری شده و ضرائب عرض از مبدأ و ضریب زاویه و ضریب همبستگی مورد بررسی قرار گرفت.
- مقادیر ETo روزانه محاسبه شده از روش‌های تجربی(Y) نسبت به مقادیر ETo روزانه روش استاندارد مرجع(Yi) با توجه به پارامترهای آماری MBE، SEE و R^2 مورد ارزیابی قرار گرفت(۲).

$$SEE = \{[SUM(Y-Yi)^2] / [(N-1)]\}^{0.5} \quad (۷)$$

$$MBE = [SUM(Y-Yi)] / (N-1) \quad (۸)$$

جدول ۲ - ضرائب اصلاح داده‌ها به روش تحقیقاتی محمدیان (۱۳۸۲).

	K_x	K_n	K_d
گرگان	۰/٦	۰/۵۵	۰/٤۵
گنبد	۰/٦۷	۰/۵٦	۰/٤٤
مراوه تپه	۰/۷۰	۰/۵٦	۰/٤٤

www.SID.ir

Archive of SID

اعتبار سنجی

- کل دوره آماری داده‌ها بطور تصادفی به دو دسته مساوی تقسیم شد. با رگرسیون‌گیری ۵۰ درصد اولیه مقادیر ETo درهر یک از روش‌های مورد نظر ، معادله همبستگی بین مقادیر ETo روزانه آن روش‌ها و روش استاندارد مرجع بدست می‌آید. معادله همبستگی در این رگرسیون‌گیری، معادله ۵۰درصد تصادفی اول (روش اول) نامیده می‌شود.

- در حالت دوم بدون استفاده از معادله از معادله رگرسیون ۵۰درصد اولیه، مابقی مقادیر ETo روزانه از روش‌های تجربی را با مقادیر متناظر روش استاندارد رگرسیون‌گیری می شود. رگرسیون‌گیری در این مرحله، به‌نام معادله ۵۰درصد تصادفی دوم قبل از بکارگیری معادله اول (روش دوم) نامیده شد.

- مقادیر ETo روزانه ۵۰ درصد مابقی از روش‌های تجربی را در معادله همبستگی قبلی (ناشی از ۵۰ درصد اولی) قرار داده و با مقادیر ETo روش استاندارد مقایسه شد تا میزان دقت آن معادله همبستگی (ناشی از ۵۰ درصد اولی) مورد ارزیابی قرار گیرد. این رگرسیون‌گیری به معادله ۵۰درصد تصادفی دوم بعد از بکار گیری معادله اول (روش سوم) نشان داده شده است.

نتایج و بحث

شکل ۱ متوسط ETo روزانه (در سال‌های آماری) توسط روش استاندارد را در مقابل هر کدام از روش‌های تجربی برای ایستگاه گرگان نشان می‌دهد. بر اساس این شکل می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های پنمن و پنمن-فائو در کلیه روزهای سال مقدار متوسط ETo روزانه بیشتری از روش استاندارد تخمین می زنندو این فرابرآورد در تابستان به حداکثر و در زمستان به حداقل میزان تخمین می‌رسد. (این روند برای دو ایستگاه دیگر نیز وجود داشت لیکن به‌علت عدم گنجایش مقاله اطلاعات نشان داده نشده است.) مطابق همین بررسی روش هارگریوز-سامانی در ایستگاه‌های گرگان و گنبد مقدار بیشتری از روش استاندارد برآورد می نماید، ولی در ایستگاه مراوه تپه این میزان برابر و یا کمتر از روش F-P-M می‌باشد.

روش بلانی-کریدل- فائو در ۸ ماه اول سال کمتر از میزانETo روزانه استاندارد و درمابقی سال بطور متوسط بیشتر از میزان تبخیر ـ تعرق پتانسیل استاندارد برآورد می‌کند.

برای انتخاب ۵۰ درصد سال‌ها، سه روش ۱) نصف اول سال‌های آماری ،۲) به‌صورت سال در میان و همچنین به‌صورت ۳) تصادفی مورد بررسی قرار گرفت و میزان R^2 با این سه روش انتخابی در ۵۰ درصد اولی اختلاف چندانی با یکدیگر نداشت، اما به ترتیب روش سال در میان، تصادفی و نصف اول سال‌های آماری دارای R^2 بزرگتری بودند. پس از جایگذاری مقادیر ETo روزانه در معادله همبستگی ۵۰ درصد اولی، میزان R^2 در سه روش انتخابی بر عکس روش قبلی بود. بدین معنی که ابتدا روش نصف اول سال‌های آماری، سپس روش تصادفی ودرنهایت روش سال درمیان بود. با توجه به بررسی فوق، در این تحقیق بر اساس روش تصادفی، ۵۰ درصد داده‌ها انتخاب شد. بنابراین ۵۰ درصد سال‌های آماری برای رگرسیون‌گیری اول چنین بود: گرگان سال‌های ۱۹۸٤-۹۰-۹۱-۹۲-۹۶-۹۷-۹۸-۹۹-۲۰۰۰-۲۰۰۱؛ گنبد سال‌های ۱۹۹۵-۹۹-۲۰۰۱-۲۰۰۲ و مراوه تپه سال‌های ۱۹۹٤-۹۵-۹۷-۹۹-۲۰۰۰.

به‌عنوان مثال، شکل ۲ نمودار همبستگی بین مقادیر ETo روزانه روش‌های تجربی را با مقدار نظیر روش استاندارد در حالت کل دوره آماری برای ایستگاه گرگان نشان می‌دهد (نمودارها برای دو ایستگاه دیگر مشابه بود). در جدول‌های ۳ و ٤ به‌ترتیب خصوصیات آماری خطوط رگرسیون و پارامترهای آماری برای هر سه ایستگاه را به‌عنوان مثال تنها برای روش هارگریوز- سامانی (به‌عنوان متغیر مستقل) ودر چهار روش (استفاده از کل مقادیر، استفاده از ۵۰ درصد تصادفی اول، استفاده از ۵۰درصد تصادفی دوم، استفاده از ۵۰درصد تصادفی دوم با بکارگیری معادله به‌دست‌آمده از ۵۰ درصد تصادفی اول) و در سه وضعیت داده‌ها (بدون اصلاح داده‌ها، اصلاح داده‌ها با روش محمدیان (۱۳۸۲) و اصلاح داده‌ها با روش تمسگن و همکاران (۱۹۹۹) ارائه شده است، بایستی توجه نمود که ایستگاه گرگان در منطقه نیمه

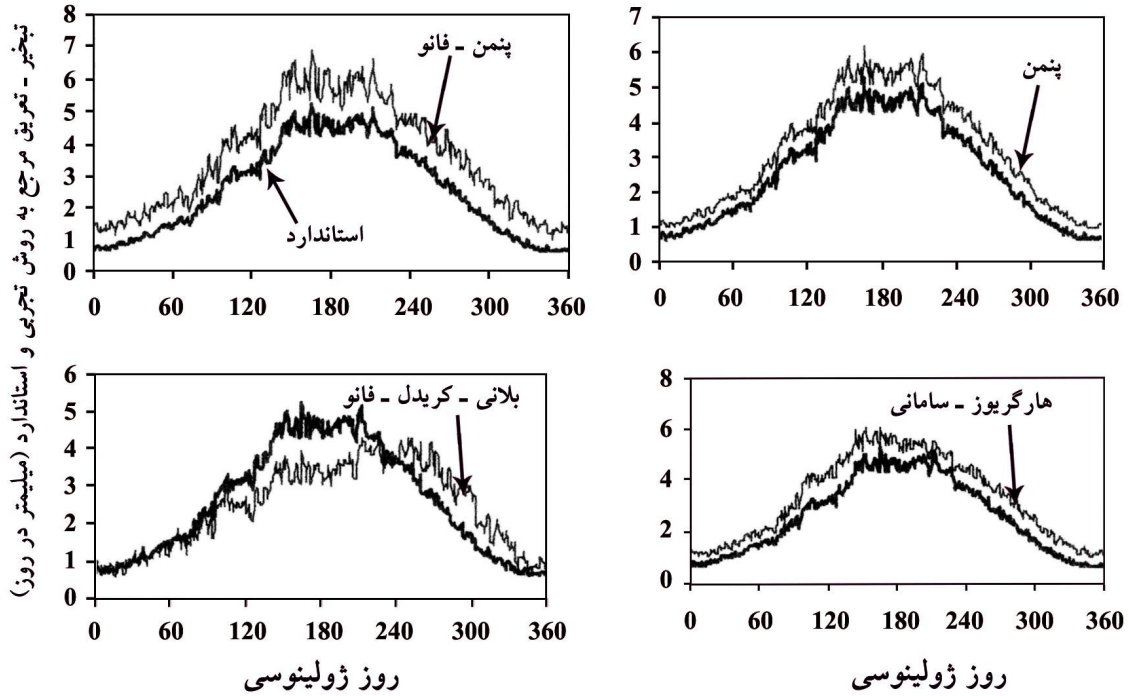
www.SID.ir

Archive of SID

مرطوب و کشاورزی، ایستگاه گنبد در منطقه نیمه خشک معتدل و ایستگاه مراوه تپه در منطقه نیمه خشک تا خشک واقع شده است. با بررسی‌های انجام شده نکات زیر برای روش‌های تحت بررسی قابل ارائه است.

روش پنمن[1]: این روش جزء گروه ترکیبی محسوب شده و از آنجا که روشF-P-M هم جزء همین گروه بوده و پارامترهای مورد استفاده در آنها تقریباً با یکدیگر مشترک است، بنابراین مقادیر محاسبه شده از روش پنمن به مقادیر متناظر روش استاندارد نزدیک بوده و ضریب تبیین (R^2) بین آنها در همه حالات بالاتر از ۰/۹۸ می‌باشد. از طرف دیگر اصلاح داده‌ها بر میزان R^2 تأثیر چندانی ندارد. با این وجود با اصلاح داده‌ها در ایستگاه مراوه تپه می‌توان مقدار برآورد ETo را به روش استاندارد نزدیکتر نمود تا اختلاف برآورد از ۱۶درصد به ۱۱درصد کاهش یابد در حالیکه اصلاح داده‌ها در ایستگاه‌های گرگان و گنبد ضروری بنظر نمی‌رسد. مقدار خطای استاندارد تخمین‌ها (SEE) در گرگان، گنبد و مراوه تپه به‌ترتیب ۰/۶۵، ۰/ ۷۷ و ۱/۱ میلی‌متر در روز بوده که با اصلاح داده‌ها، بویژه در مراوه تپه، این میزان کمتر می‌شود. میزان متوسط انحراف از استاندارد (MBE) که بیانگر متوسط اختلاف تخمین ها نسبت به روش استاندارد می‌باشد، در همه حالات منفی است.

با رگرسیون‌گیری از ۵۰درصد اولیه مقادیر ETo معادله همبستگی (ETo روش پنمن متغیر مستقل و ETo روش استاندارد متغیر وابسته می‌باشد) بدست آمد. برای ارزیابی این معادله، مقادیر ETo مابقی سال‌ها در آن قرار داده شد. سپس براساس ضرائب همبستگی و پارامترهای آماری نتایج حاصله مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی یافته‌ها (به‌دلیل محدودیت جا ارائه نشد) مشخص شد که معادله مزبور حدود ۱ تا ۲ درصد بیشتر از مقدار استاندارد، ETo را برآورد می نماید و با اصلاح داده‌ها می‌توان آن‌را کمتر نمود. از طرفی مقادیر SEE حدود ۰/۱۷ تا ۰/۲۶ میلی‌متر در روز و مقدار MBE آن حدود ۰/۰۲ میلی‌متر در روز حاصل شده و در مراوه تپه با اصلاح داده‌ها می‌توان آن را کمتر نمود.

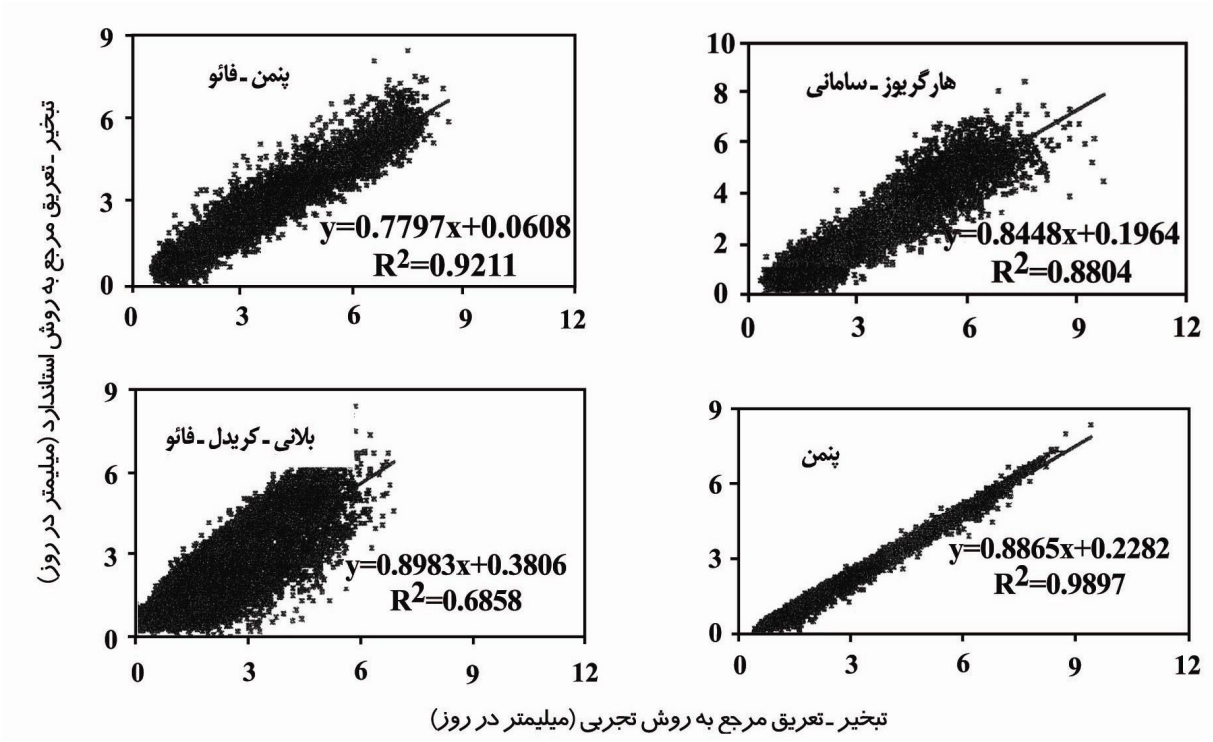


شکل ۱ – نمودار همبستگی بین مقادیر متوسط ETo روزانه هر روز ژولینوسی روش‌های تجربی با مقادیر متوسط ETo روزانه متناظر روش F-P-M برای کل سال‌های آماری (۲۰۰۲-۱۹۸۳) در ایستگاه گرگان.

1- Penman

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ – نمودار همبستگی بین مقادیر ETo روزانه روش‌های تجربی با مقادیر ETo روزانه روش F-P-M برای کل سال‌های آماری (۲۰۰۲-۱۹۸۳) در ایستگاه گرگان.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر برآورد شده از روش پنمن به مقادیر روش استاندارد نزدیک است و اصلاح داده‌ها در ایستگاه‌های گرگان و گنبد تأثیر چندانی بر روی نتایج ندارد، ولی در مراوه تپه با اصلاح داده‌ها می‌توان تا حدودی نتایج را بهبود بخشید. از طرفی با داشتن یک معادله همبستگی بین مقادیرETo روش پنمن (به‌عنوان متغیر مستقل) و مقادیر ETo روش استاندارد (به‌عنوان متغیر وابسته) می‌توان مقادیر تبخیر-تعرق گیاه مرجع برآورد شده از روش پنمن را به مقادیر استاندارد نزدیکتر نمود.

روش پنمن- فائو[1] : این روش نیز در گروه ترکیبی قرار گرفته و مقادیر برآورد شده توسط این روش حدود ۳۵-۲۳درصد کمتر از میزان ETo روش استاندارد می‌باشد (R^2 >۰/۹۱). با اصلاح داده‌ها به روش محمدیان (۷) بخصوص در مراوه‌تپه می‌توان این اختلاف را به ۱۵درصد کاهش داد ولی اصلاح داده‌ها بر روی SEE و MBE اثر قابل توجهی ندارد. SEE مقادیر ETo این روش بین ۰/۹۲ در گرگان تا ۱/٦ میلی‌متر در روز در مراوه تپه تغییر می‌کند. همچنین با توجه به مقادیر ETo ۵۰ درصد تصادفی اولیه، معادله همبستگی به‌دست آمد (نتایج آورده نشده است). هر گاه مقادیر ETo برآورد شده از روش پنمن- فائو (به‌عنوانX) در معادله مذکور قرار داده شود، ETo به‌روش F-P-M حاصل می‌گردد که تفاوت این مقادیر(Y) با مقادیر تبخیرــ تعرق روش F-P-M در گرگان و گنبد ناچیز (حدود ۲-۱ درصد) ولی در مراوه تپه حدود۳۰-۲۵ درصد می‌باشد. همچنین مقدار SEE این ارزیابی نیز در گرگان حداقل و در مراوه تپه حداکثر می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که از معادله پنمن- فائو در ایستگاه‌های گرگان و گنبد می‌توان استفاده کرد، اما در ایستگاه مراوه‌تپه به‌دلیل برآورد بیشتر نسبت به مقادیر روش استاندارد توصیه نمی‌گردد.

1- Penman-FAO

www.SID.ir

Archive of SID

روش هارگریوز- سامانی[1]: با توجه به رگرسیون‌گیری بین مقادیر ETo روزانه این روش با مقادیر متناظر ETo روش استاندارد (جدول ۳) مشخص می‌شود که ضریب R^2 در ایستگاه‌های گرگان و گنبد حدود ۰/۸۸ و در مراوه تپه حدود ۰/۷۰ می‌باشد که با اصلاح داده‌ها این ضریب افزایش می‌یابد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این روش در گرگان و گنبد حدود ۲۲-۱۵ درصد کمتر و در مراوه تپه (منطقه خشک) حدود ۸ درصد و حتی با اصلاح داده‌ها تا حد ۱۵درصد نیز بیشتر از روش استاندارد، تبخیر- تعرق گیاه مرجع را برآورد می‌کند. مقدار SEE این روش در گرگان حدود ۰/۹۵ و در گنبد حدود ۱/۱ و در مراوه تپه حدود ۱/٤میلی‌متر در روز بوده درحالی‌که مقدار MBE در گرگان و گنبد منفی و در مراوه تپه مثبت است (جدول٤).

در ارزیابی معادله همبستگی ناشی از ۵۰درصد تصادفی اولیه مقادیر ETo مشخص گردید که این معادله، ETo را در گرگان حدود ۳ درصد کمتر، در گنبد حدود ۲ درصد بیشتر و در مراوه‌تپه حدود ۲۲ درصد کمتر از مقدار استاندارد برآورد می‌کند و اصلاح داده‌ها این اختلاف را بیشتر می‌کند. از طرفی مقدار SEE در این ارزیابی حدود ۰/٦ در گرگان و گنبد و حدود ۱/۲ میلی‌متر در روز در مراوه تپه می‌باشد (جدول ٤).

بنابراین روش مزبور برای ایستگاه‌هایی که فاقد آمار هواشناسی کامل هستند ولی در آنها آمار درجه حرارت قرائت می‌شود، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اصلاح داده‌ها در گرگان و گنبد اثر قابل توجهی در نتایج ندارد، اما در مراوه تپه موجب افزایش R^2 و کاهش میزان تخمین ETo نسبت به روش استاندارد می‌گردد.

روش بلانی-کریدل- فائو[2] : مقادیرETo برآورد شده از این روش با مقادیر متناظر ETo روش استاندارد مورد مقایسه قرار گرفت. مطابق نتایج حاصل از این بررسی، میزان R^2 در همه حالات نسبتاً پائین و حدود ۰/٦۸ می‌باشد که در مراوه تپه با اصلاح داده‌ها از ۰/۸۰ بیشتر می گردد. این روش مقدار ETo را در حدود ۲۰-۱۰ درصد کمتر از روش استاندارد برآورد می‌نماید. با اصلاح داده‌ها به‌ویژه در مراوه تپه، این اختلاف کمتر شده و به مقادیر استاندارد نزدیکتر می‌گردد. مقدار SEE این روش حدود ۰/۹۵ در گرگان تا ۱/٤ میلی‌متر در مراوه تپه متغیر است و با اصلاح داده‌ها در مراوه تپه می‌توان آنرا به ۱/۱میلی‌متر در روز کاهش داد. مقدار MBE در گرگان همواره مثبت و در گنبد و مراوه تپه برای حالت بدون اصلاح داده منفی و برای حالت اصلاح داده مثبت می‌باشد. در ارزیابی معادله همبستگی بین ۵۰ درصد تصادفی اولیه، مقادیر ETo روش B-C-FAO مقدار ETo برآورد شده در هر سه‌ایستگاه حدود ۰/٦ تا ۵ درصد بیشتر از مقدار استاندارد می‌باشد. این در حالی است که مقدار R^2 این همبستگی در گرگان، گنبد و مراوه تپه به‌ترتیب ۰/٦۸، ۰/۷۱ و ۰/۷۳ می‌باشد.

بنابراین با توجه به پارامترهای مورد استفاده در این روش، میزان ETo برآورد شده روش بلانی-کریدل-فائو نسبت به ETo ر وش استاندارد دارای اختلاف حدود ۱۰درصدی را داراست، ولی مربع ضریب همبستگی آن حدود ۰/٦۰ می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های رگرسیونی و آماری مقادیرETo برآورد شده از روش‌های ترکیبی و دمایی با مقادیر متناظرETo روش استاندارد، بطور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد :

- در بین روش‌های مورد نظر در این تحقیق، روش‌های پنمن و بلانی- کریدل- فائو به‌ترتیب دارای بالاترین و پائین ترین ضریب R^2 می‌باشد.
- اصلاح داده‌ها در ایستگاه‌های گرگان و گنبد تأثیری بر تغییر نتایج ندارد، اما در ایستگاه مراوه تپه می‌تواند بطور قابل توجهی بر نتایج اثر بگذارد.

1- Hargreaves-Samani
2- Blany-Criddle-FAO

www.SID.ir

Archive of SID

- نتایج حاصل از اثر اصلاح داده‌ها به روش محمدیان (۱۳۸۲) و تمسگن و همکاران (۱۹۹۹)، یکسان است.
- در ایستگاه‌هایی که در آنها لااقل پارامتر درجه حرارت ثبت می‌گردد، توصیه می‌شود از معادله‌ها رگریوز- سامانی برای تخمین ETo استفاده شود.
- از معادله همبستگی به‌دست آمده و مقادیر ETo روش تجربی می‌توان تبخیر- تعرق مرجع نزدیک به مقدار روش استاندارد را تخمین زد.
- با توجه به مطالب قبلی می‌توان با استفاده از مقادیر ETo روش هارگریوز- سامانی و معادله همبستگی مناسب، مقدار ETo مناسبی را در گلستان تخمین زد. چنین نتیجه‌ای توسط نیکبخت و همکاران (۷) برای ایستگاه سینوپتیک تهران نیز گزارش شده است.

جدول ۳ – مقادیر ضرائب همبستگی (عرض از مبدأ =A ضریب زاویه=B ضریب همبستگی=R) ناشی از رگرسیون‌گیری بین مقادیر ETo روزانه روش هارگریوز- سامانی و مقادیر ETo روزانه روش استاندارد (mm/day)

	ضرائب	گرگان			گنبد			مراوه تپه		
		وضعیت۱	وضعیت۲	وضعیت۳	وضعیت۱	وضعیت۲	وضعیت۳	وضعیت۱	وضعیت۲	وضعیت۳
کل مقادیر	B	۰/۸٤٥	۰/۸٤۲	۰/۸٤۲	۰/۷٦۹	۰/۷۸۲	۰/۷۷۷	۱/۰۸۲	۱/۱۸۷	۱/۱٥۹
	A	-۰/۱۹٦	-۰/۱۹٥	-۰/۱۹٦	۰/۰۱۲	-۰/۰٦۰	-۰/۰۲۱	۰/۰۷۷	-۰/۱٤۲	-۰/۱۱۱
	R^2	۰/۸۸۰	۰/۸۸٦	۰/۸۸۷	۰/۸۷۲	۰/۸۸۸	۰/۸۸۷	۰/٦۹۱	۰/۷۰۸	۰/۷۱۱
٥۰درصد تصادفی اول	B	۰/۸٥٥	۰/۸٥۱	۰/۸٥۱	۰/۷۷۰	۰/۷۸۱	۰/۷۷۹	۱/۲۰۱	۱/۳٥۸	۱/۳۱٤
	A	-۰/۲۲٦	-۰/۲۲۰	-۰/۲۲۲	۰/۰۲۳	-۰/۰۲٤	-۰/۰٥۷	۰/۰۳۸	-۰/۲۷٥	-۰/۲۱٦
	R^2	۰/۸۹۰	۰/۸۹۲	۰/۸۹۳	۰/۸۷۳	۰/۸۸٤	۰/۸۹۰	۰/٦۸۱	۰/۷۰۱	۰/٦۹۸
٥۰درصد تصادفی دوم قبل از بکارگیری	B	۰/۸۳٥	۰/۸۳۳	۰/۸۳۳	۰/۷۷۱	۰/۷۸٤	۰/۷۸۱	۰/۹۳٤	۰/۹۷۷	۰/۹٦۷
	A	-۰/۱٦۷	-۰/۱۷۱	-۰/۱۷۱	-۰/۰٥۷	-۰/۰۹۳	-۰/۰۹۱	-۰/۱۲۷	۰/۰۲۲	-۰/۰۱۹
	R^2	۰/۸۷۱	۰/۸۸۰	۰/۸۸۱	۰/۸۷٥	۰/۸۹۲	۰/۸۹٤	۰/۸۰۷	۰/۸۸۸	۰/۸۹۳
٥۰درصد تصادفی دوم بعد از بکار گیری	B	۰/۹۷٦	۰/۹۷۹	۰/۹۷۸	۱/۰۰۲	۱/۰۰٤	۱/۰۰٥	۰/۷۷۷	۰/۷۲۰	۰/۷۳٦
	A	۰/۰٥۳	۰/۰٤٥	۰/۰٤٦	-۰/۰٦۹	-۰/۰٦۹	-۰/۰۷۱	-۰/۰۹۷	۰/۲۲۰	۰/۱۷۷
	R^2	۰/۸۷۱	۰/۸۸۰	۰/۸۸۱	۰/۸۷٥	۰/۸۹۲	۰/۸۹۱	۰/۸۰۷	۰/۸۸۸	۰/۸۹۳

جدول ٤ – مقادیر پارامتر های آماری ناشی از مقایسه مقادیر ETo روزانه روش هارگریوز-سامانی با مقادیر ETo روزانه روش استاندارد (mm/day)

	ضرائب	گرگان			گنبد			مراوه تپه		
		وضعیت۱	وضعیت۲	وضعیت۳	وضعیت۱	وضعیت۲	وضعیت۳	وضعیت۱	وضعیت۲	وضعیت۳
کل مقادیر	SEE	۰/۹٤۹	۰/۹۳۹	۰/۹٤۲	۱/۱۸۰	۱/۱۲۰	۱/۱۳۷	۱/٤۹۷	۱/٤۷۲	۱/٤۸۷
	MBE	-۰/۷۰٥	-۰/۷۰۹	-۰/۷۱۳	-۰/۸٦۰	-۰/۸٤۰	-۰/۸٦۰	۰/۳٤٦	۰/٤۲٤	۰/۳۹۱
	R^2	۰/۸۸۰	۰/۸۸٦	۰/۸۸۷	۰/۸۷۲	۰/۸۸۸	۰/۸۸۷	۰/٦۹۱	۰/۷۰۸	۰/۷۱۱
٥۰درصد تصادفی اول	SEE	۰/۹۲۷	۰/۹۲۲	۰/۹۲٤	۱/۱٦۰	۱/۱۰۳	۱/۱۲۱	۱/۸۳۲	۱/۸۹٥	۱/۹۱۱
	MBE	-۰/۷۰۰	-۰/۷۰۳	-۰/۷۰۷	-۰/۸٤۰	-۰/۸۲۰	-۰/۸۳۰	۰/٦۹۸	۰/۸۰۱	۰/۷۷٤
	R^2	۰/۸۹۰	۰/۸۹۲	۰/۸۹۳	۰/۸۷۳	۰/۸۸٤	۰/۸۹۰	۰/٦۸۱	۰/۷۰۱	۰/٦۹۸
٥۰درصد تصادفی دوم قبل از بکارگیری	SEE	۰/۹۷۲	۰/۹٥٦	۰/۹٦۰	۱/۲۰۲	۱/۱۳۸	۱/۱٥٥	۰/۹۲٤	۰/٦۲٥	۰/٦٤٤
	MBE	-۰/۷۱۰	-۰/۷۱٥	-۰/۷۱۸	-۰/۸۹۰	-۰/۸۷۰	-۰/۸۸۰	-۰/۰۹۰	-۰/۰٤۷	-۰/۰۸۷
	R^2	۰/۸۷۱	۰/۸۸۰	۰/۸۸۱	۰/۸۷٥	۰/۸۹۲	۰/۸۹٤	۰/۸۰۷	۰/۸۸۸	۰/۸۹۳
٥۰درصد تصادفی دوم بعد از بکار گیری	SEE	۰/٥۹۱	۰/٥٥۹	۰/٥٥۹	۰/٦۳۸	۰/٥۸۰	۰/٥۸۰	۱/۳۲۱	۱/۲٦۱	۱/۲٦۲
	MBE	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۰	-۰/۰۰۹	-۰/۰٦۰	-۰/۰٦۰	-۰/۰٦۰	-۰/۷۹۰	-۰/۸٥۸	-۰/۸۷۰
	R^2	۰/۸۷۱	۰/۸۸۰	۰/۸۸۱	۰/۸۷٥	۰/۸۹۲	۰/۸۹۱	۰/۸۰۷	۰/۸۸۸	۰/۸۹۳

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱.بای‌بوردی، م. ۱۳۷۰. اصول مهندسی آبیاری، جلد اول روابط آب و خاک. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، ٦٤٥ص.

۲.رضائی، ع. ۱۳۷۹. مفاهیم آمار و احتمالات (با تجدید نظر کامل). نشر مشهد، چاپ اول، مشهد.

۳.سپاسخواه، ع.ر. ۱۳۷۷. نگرشی دوباره بر روش‌های محاسبه تبخیر و تعرق گیاهان زراعی، سمینار آموزشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ارائه شده به صورت شفاهی.

٤.علیزاده، ا. ۱۳۷۸. رابطه آب و خاک و گیاه. چاپ اول، دانشگاه امام رضا (ع). صفحات ٢٤٦-٢١٧.

۵.علیزاده، ا.، میرشاهی، ب.، هاشمی‌نیا، س.م.، و ثنایی‌نژاد، ح. ۱۳۸۰. بررسی دقت و عملکرد تبخیر- تعرق پتانسیل محاسبه شده به روش‌های هارگریوز- سامانی و تشتک تبخیر در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان، نیوار. شماره ٤٣. ۷۰-۵۱.

٦.ضیاء تباراحمدی، م.خ. ۱۳۷٤. بررسی و مقایسه روش‌های محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل در استان مازندران، نیوار. شماره ۲۸. ۵۵-٤۰.

۷.محمدیان، آ. ۱۳۸۲. اصلاح داده‌های هواشناسی برای تخمین تبخیر- تعرق گیاه مرجع در ایستگاه‌های هواشناسی غیر مرجع ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد. صفحات ٤٤-۱.

۸.نیک‌بخت، ج.، میرلطیفی، س.م.، و کمالی، غ.ع. ۱۳۸۰. مقایسه تبخیر - تعرق محاسبه شده با روش‌های فائو- پنمن- مانتیث، پنمن- رایت و هارگریوز- سامانی در منطقه تهران. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، سال هشتم، شماره چهارم. ۱۳-۳.

9.Allen, R.G. 1996. Assessing integrity of weather data for use in reference. Evapotranspiration estimation. J. Irrig. And drain. Eng., ASCE, 122(2), 97-106.

10.Allen R.G., Brockway, C.E., and Wright, J.l. 1983. Weather station sitting and consumptive use estimates. J. Water Resour. Plng. And Mgmt., ASCE, 109(2), 134-147.

11.Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage Paper, NO. 56, Rome, Itally.

12.Allen, R.G., Smith, M., Pereira, L.S., and Perrier, A. 1994. An update for the calculation of reference evapotranspiration. ICID Bulletin, 43(2):35-92.

13.Doorenbos, J., and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No.24, 2nd ed., FAO Rome, Italy. 156p.

14.Hargreaves, G.H. 1994. Defining and using reference evapotranspiration. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 120(6):1132-39.

15.Hargreaves, G.H., and Samani, Z.A. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering in Agriculture. 1(2):96-99.

16.Temesgen, B., Allen, R.G., and Jensen, D.T. 1999. Adjusting temperature parameters to reflect well-watered conditions. J. Irrig. And Drain. Eng., ASCE, 125(1), 26-33

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 13(1), Apr -May 2006
www.magiran.com/jasnr

Comparison of the different methods of estimated Reference Evapotranspiration (Compound and Temperature) with standard method and analysis of aridity effects

H. Sharifan[1], B. Ghahreman[2], A. Alizadeh[2] and S.M. Mir-latifi[1]
[1]Ph.D. student, Dept., of Irrigation College of Agriculture, Tarbiat Modarres Univ., [2]Faculty members of College of Agriculture Ferdowsi Univ., of Mashhad

Abstract

Reference evapotranspiration (ETo) is a term used for a grass/alfalfa medium under no-stress conditions. ETo can be measured under lysimeters, or estimated by the empirical equations. Due to lack of lysimertric data in the Golestan province, and because of the acceptance of FAO-Penman-Monteith (F-P-M) as a standard method, we adopted two different groups of compound/temperature-based ET0 under three conditions of data. These conditions are not corrected, and corrected based on local and/or universal coefficients. In this way regression coefficients and statistical tests were conducted for the methods used. The results showed that Penman and Blaney-Criddle-FAO methods have highest and lowest R^2, respectively. It was also showed that the stations of Gorgan and Gonbad did not need any aridity correction, while the Maraveh-Tappeh did need. Two methods of local and universal aridity corrections were almost similar. It was found that estimated daily ETo by Hargeaves-Samani method could be converted to corresponding ones of F-P-M via a suitable equation.

Keywords: Penman-FAO; Hargreaves-Samani; Blaney-Criddle-FAO; Apprasial; Golestan province

www.SID.ir