Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد سیزدهم، شماره پنجم، آذر – دی ۱۳۸۵
www.magiran.com/jasnr

بررسی و مقایسه تبخیر– تعرق برآورد شده از تشت تبخیر با مقادیر ETo روش استاندارد در منطقه گرگان

*حسین شریفان[۱] و بیژن قهرمان[۲]
[۱]عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]عضو هیات علمی و دانشیار
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸٤/٤/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/۱۲/۱۳

چکیده

تبخیر ـ تعرق گیاه مرجع (ET_o) یکی از فراسنج‌های اساسی در طراحی سیستم‌های آبیاری می‌باشد. این فراسنج به روش مستقیم (لایسیمتری) اندازه‌گیری و یا به‌طور غیرمستقیم (معادلات تجربی) برآورد می‌شود. در شرایط عدم دسترسی به داده‌های دقیق لایسیمتری می‌توان از روش فائو- پنمن- مانتیث (F-P-M) به‌عنوان روش استاندارد، جهت ارزیابی نتایج سایر روش‌های تجربی استفاده نمود. بنابراین در تحقیق حاضر با استفاده از داده‌های تشت تبخیر ایستگاه هواشناسی گرگان، مقادیر ET_o محاسبه و نتایج آن با مقادیر ET_o روش استاندارد مقایسه گردید. برای محاسبه ET_o باید ضریب تشت را در مقادیر تبخیر از تشت ضرب نمود. در این تحقیق با استفاده از معادله‌های گوناگون نظیر کونیکا، آلن- پروت، اشنایدر، اشنایدر اصلاح شده و اورنگ مقادیر ضریب تشت محاسبه و پس از ضرب در داده‌های روزانه تبخیر از تشت، مقادیرET_o روزانه برآورد گردید. بررسی‌های رگرسیونی و آماری نشان داد که از روش‌های اورنگ و اشنایدر اصلاح شده برای برآورد مقادیر ET_o روزانه و از روش‌های کونیکا و اشنایدراصلاح شده و آلن- پروت برای تخمین مقادیر ET_o ۱۰ روزه و از روش‌های اشنایدر اصلاح شده و کونیکا برای محاسبه ET_o ماهانه در منطقه مطالعاتی و سایر مناطقی که دارای این اقلیم هستند، می‌توان استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تبخیر- تعرق گیاه مرجع، تشت تبخیر، ضریب تشت، گرگان

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به مواد غذایی بیشتر از یک سو و محدودیت منابع آب و خاک از سوی دیگر، ضرورت و اهمیت توسعه کشاورزی را ایجاب می‌کند. یکی از فراسنج‌های مهم و اساسی در توسعه کشاورزی، تأمین آب مورد نیاز گیاهان می‌باشد. در طراحی و برنامه‌ریزی سامانه‌های آبیاری جهت تأمین آب مورد نیاز گیاهان، به مقادیر تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET_o) نیاز بوده و این عامل یکی از مهمترین اجزا اصلی طراحی محسوب می‌شود. تبخیر- تعرق گیاه مرجع عبارتست از میزان آبی که یک مزرعه پوشیده از گیاه مرجع (نظیر چمن یا یونجه) در یک دوره

*- مسئول مکاتبه: h_sharifan47@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

زمانی مشخص مصرف نماید، به‌طوری‌که گیاهان این مزرعه در طول دوره رشد با کمبود آب مواجه نشوند (آلن و پروت، ۱۹۹۱). این فراسنج به دو روش مستقیم و غیرمستقیم برآورد می گردد. در روش اول که در بسیاری از نقاط کشورمان امکان پذیر نیست، مقادیر ET_o به‌طور مستقیم از لایسیمترها اندازه‌گیری می‌گردد. در روش دوم براساس داده‌های هواشناسی و با استفاده از معادلات تجربی، مقادیر ET_o تخمین زده می‌شود. بعضی از این معادله‌ها به فراسنج‌های مختلف هواشناسی نیاز دارند و این موجب می‌شود علی رغم دقت خوب آن روش‌ها نتوان در بعضی از نقاطی که دارای ایستگاه هواشناسی کامل نیستند بکار برد. از سوی دیگر برای محاسبه ET_o می‌توان از اطلاعات تشت تبخیر به‌عنوان یکی از روش‌های قابل قبول استفاده نمود. این روش برای محاسبه ET_o در مناطق مرطوب نتایج خوبی را به‌دست می‌آورد (ایرماک، ۲۰۰۲). برای کارایی بیشتر این روش در هر منطقه باید مقادیر تبخیر از تشت آن محل را با توجه به مقادیر دقیق ET_o اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر واسنجی و تصحیح نمود. از آنجا که در منطقه مورد مطالعه آمار تبخیر- تعرق گیاه مرجع (چمن) از لایسیمتر حجمی فقط برای دوره بسیار کوتاه مدت برداشت شده است (آذری، ۱۳۷٦)، لذا از روش فائو- پنمن- مانتیث به‌عنوان روش استاندارد و قابل قبول جهت ارزیابی مقادیر ET_o به‌دست آمده از روش‌های تشت استفاده گردید.

تحقیقات انجام گرفته در نقاط مختلف جهان مبین این نکته است که دقت مقادیر تبخیر_ تعرق برآورد شده با رابطه فائو_پنمن_مانتیث (F-P-M) در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده لایسیمتری از دیگر روابط تجربی بهتر می باشد (آلن، ۱۹۹٦؛ آلن و همکاران, ۱۹۹۸). لذا این روش غالباً به‌عنوان تنها روش استاندارد برای محاسبه تبخیر ـ تعرق گیاه مرجع و نیز برای ارزیابی دیگر روش‌ها پیشنهاد گردید.

جنسن (۱۹۷٤) جزء اولین افرادی بود که موضوع بکارگیری مقادیر تبخیر از تشت را جهت برآورد ET_o مطرح نمود. (ایرماک و همکاران، ۲۰۰۲). برای محاسبه مقادیر ET_o از داده‌های تشت باید از ضریبی موسوم به ضریب تشت (K_{pan}) استفاده نمود.

$$ET_o = K_{pan} * E_{pan} \quad (۱)$$

که در آن: ET_o: تبخیر- تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)، E_{pan}: تبخیر از تشت (میلی‌متر در روز)، K_{pan}: ضریب تشت.

K_{pan} به‌عنوان یک عامل ضروری به فراسنج‌هایی نظیر میانگین سرعت باد روزانه؛ شرایط رطوبتی و طول فاصله‌ای از تشت که سبز است بستگی دارد (دورنباس و پروت، ۱۹۷۷). در زمان ارائه این روش سازمان خواروبار جهانی (FAO) با استفاده از داده‌های لایسیمتری منطقه دیویس و کالیفرنیا و با استفاده از روش دورنباس و پروت و نیز با توجه به عدم وجود تشت‌های الکترونیکی، مقادیر ضریب تشت را برای مقادیر طبقه‌بندی شده‌ای از فراسنج‌های سرعت باد، رطوبت نسبی و فاصله از تشت ارائه نمود که بعداً به‌عنوان یک روش ارزیابی مقادیر K_{pan}مورد استفاده قرار گرفت. (آلن و پروت، ۱۹۹۱). در دهه‌های اخیر محققانی نظیر فرورت و همکاران (۱۹۸۳)، کونیکا (۱۹۸۹)، آلن و پروت (۱۹۹۱)، اشنایدر(۱۹۹۲) و اورنگ (۱۹۹۸) برای محاسبه K_{pan} معادلات مختلفی را ارائه نمودند. که این معادلات توسط دیگر محققان مورد ارزیابی قرار گرفت.

گریسمر و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقی برای منطقه کالیفرنیا، مقادیر ضریب تشت را با استفاده از معادلات تجربی ارائه شده، محاسبه نموده سپس مقادیر ETo به‌دست آمده از روش تشت را با مقادیر ET_o به‌دست آمده از روش استاندارد (F-P-M) مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که مقادیر ضریب تشت به‌دست آمده از روش‌های آلن و پروت (۱۹۹۱) و اشنایدر (۱۹۹۲) نسبت به سایر معادلات فوق از دقت بالاتری برخوردار است. آنها همچنین مقادیر K_{pan} حاصله از روش‌های فوق را با نتایج جداول فائو مورد مقایسه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ممکن است مقادیر

www.SID.ir

Archive of SID

به‌دست آمده در منطقه مورد مطالعه، از مقادیر به‌دست آمده فائو از صحت بیشتری برخوردار باشند.

ایرماک و همکاران (۲۰۰۲) برای یک ایستگاه تحقیقاتی در فلوریدا با اقلیم مرطوب، مقادیر ضریب تشت را با استفاده از معادلات کونیکا (۱۹۸۹) و اشنایدر اصلاح شده محاسبه نمودند. به‌طوری‌که با استفاده از معادله ۱ و ضریب تشت مناسب، مقادیر تبخیر- تعرق گیاه مرجع محاسبه شد. سپس ایشان در مقیاس روزانه- ماهانه- سالانه مقادیر ET_o به‌دست آمده از روش تشت را با مقادیر روش استاندارد مورد مقایسه قرار دادند. آنها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که نتایج حاصله از روش کونیکا (۱۹۸۹) به مقادیر روش استاندارد نزدیکتر است و روش اشنایدر اصلاح شده مقادیر ET_o بیشتری را نسبت به مقادیر روش استاندارد برآورد می‌نماید.

علیزاده و همکاران (۱۳۷۹) در منطقه خراسان مقادیر تصحیح شده تبخیر از تشت را با مقادیر ET_o روش استاندارد مورد مقایسه قرار دادند. در تحقیق ایشان به لحاظ اینکه ایستگاه‌های مورد نظر در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند، نتایج حاصله قابل قبول نبود.

امداد و همکاران (۱۳۷۹) برای منطقه‌ای در اطراف گرگان، مقادیر ماهانه ET_o به‌دست آمده از لایسیمتر زهکش‌دار را (در یک دوره کوتاه مدت ۳ ساله) با تعدادی از روش‌های تجربی از جمله روش تشت مورد مقایسه قرار داده و نتیجه گرفتند که روش‌های بلانی- کریدل و پنمن- مانتیث نسبت به سایر روش‌ها نتایج مطلوب‌تری را می‌دهند و استفاده از داده‌های تشت به روش فائو در مراتب بعدی قرار می‌گیرد.

مرادی و همکاران (۱۳۷۹) در تحقیقی در منطقه تبریز، مقدار K_{pan} را برای سه وضعیت تشت کلاس A به‌دست آوردند، یکی از این تشت‌ها در داخل مزرعه‌ای پوشیده از چمن (با ارتفاع بین ۸-۱۵ سانتی‌متر) و دو تشت دیگر در دو ارتفاع ۵۰ و ۸۰ سانتی از سطح زمین در مزرعه یونجه (با حداکثر ارتفاع ٦٤ سانتی‌متر) نصب شده بودند. متوسط این ضریب در دوره ۱۰۰ روزی فصل رشد به‌ترتیب ۰/۷۷، ۰/۷۵ و ۰/٦۹ بود در حالی‌که مقدار متوسط ضریب تشت در همان دوره از روش اشنایدر ۰/٦۷ بوده است. ایشان نیز توصیه نموده‌اند به جای استفاده از تشت در مزرعه چمن می‌توان از تشت نصب شده به ارتفاع ۵۰ سانتی در مزرعه یونجه برای برآورد ضریب تشت و ET_o استفاده نمود.

مقایسه و ارزیابی استفاده از داده‌های تشت و تصحیح شده آنها به منظور برآورد مقادیر ET_o در منطقه گرگان از اهداف این تحقیق می‌باشد. از طرف دیگر در این تحقیق چند روش جهت محاسبه Kpan جهت تصحیح داده‌های تشت به مقادیر تبخیر- تعرق گیاه مرجع مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

مواد و روش‌ها

ایستگاه هاشم آباد- گرگان در فاصله ۵ کیلومتری شمال غربی گرگان و در منطقه‌ای کشاورزی و با اقلیم مرطوب تا نیمه مرطوب واقع شده است. با بررسی آمار این ایستگاه متوسط بارندگی سالانه آن حدود ٦۰۰ تا٦۵۰ میلی‌متر در سال بوده و درجه حرارت متوسط آن بین ۰/٤ تا ٦/ ۳۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی منطقه بین ۲٤ تا ۹۸ درصد تغییر می‌کند.

برای انجام این تحقیق از آمار و اطلاعات هواشناسی ۳ ساعته (۸ قرائت در روز) ایستگاه سینوپتیک گرگان (سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۹۲) 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 می‌باشند. مقادیر تبخیر از تشت به‌صورت روزانه برداشت و مورد استفاده قرار گرفت. پس از جمع‌آوری آمار فوق و ذخیره کردن آن‌ها در فایل‌های جداگانه و با استفاده از برنامه کامپیوتری تهیه شده به زبان کوئیک بیسیک (Q-Basic)، مقادیر تبخیر- تعرق روزانه ایستگاه فوق از روش‌های مختلف تشت

www.SID.ir

Archive of SID

تبخیر محاسبه و در نرم افزار (Excel) با مقادیر برآورد شده از روش استاندارد مقایسه شد.

روش فائو- پنمن مانتیث: با استفاده از معادله فائو- پنمن- مانتیث که یکی از مهم‌ترین و عمومی‌ترین معادلات ترکیبی است مقادیر تبخیر- تعرق گیاه مرجع برآورد گردید. در این تحقیق به‌علت عدم وجود داده‌های دقیق لایسیمتری در دوره دراز مدت، ازاین روش به‌عنوان روش استاندارد جهت ارزیابی سایر روش‌ها استفاده شد.

روش‌های محاسبه ET_o

روش‌های تشت تبخیر: فرورت و همکاران (۱۹۸۳) برای محاسبه Kpan معادله درجه دومی را بسط دادند که تابعی از متوسط روزانه رطوبت نسبی، سرعت باد و فاصله از تشت (Fetch) بود. این معادله در سال ۱۹۸۹ توسط کونیکا تصحیح گردید (معادله ۲) (کونیکا، ۱۹۸۹).

$$K_{pan}= 0.475 - 2.4*10^{-4}U +5.16*10^{-3}*RH \quad (۲)$$
$$+1.18*10^{-3}F -1.6*10^{-5}RH-1.01*10-6F^2 -8*10^{-9}RH^2.U -1*10^{-8}RH^2.F$$

پس از آن آلن و پروت (۱۹۹۱) معادله غیر خطی (معادله ۳) را که به فراسنج‌های هواشناسی نظیر روش فوق بستگی داشت ارائه نمودند.

$$K_{pan}= 0.108 - 3.31*10^{-4}U +0.0422ln (F) + 0.1434ln (RH) -6.31*10^{-4}[(ln (F))^2 .ln(RH)] \quad (۳)$$

در تحقیقی، اشنایدر (۱۹۹۲) گزارش داد که معادله ارائه شده توسط فرورت بسیار پیچیده است و تحت اقلیم‌های یکسان نسبت به روش آلن و پروت (۱۹۹۱) از نتایج متفاوتی برخوردار می‌باشد. لذا برای محاسبه K_{pan} معادله ساده‌تری را ارائه نمود. معادله وی تابعی از فراسنج‌های قبلی بود و بعدها این معادله هم اصلاح گردید.

$$K_{pan}= 0.482- 3.76*10^{-4}U +0.024ln(F) + 0.0045RH \quad (٤)$$

$$K_{pan\ adj} = 0.5321- 3.0*10^{-4}U +0.0249ln(F) + 0.0025RH \quad (٥)$$

اورنگ(۱۹۹۸) یکی دیگر از محققانی بود که در زمینه برآورد ضریب تشت تحقیقاتی را انجام داد. او معادله شماره ٦ را ارائه کرد.

$$K_{pan}= 0.51206- 3.21*10^{-4}U +0.031886ln(F) + 0.00288945RH - 1.07*10^{-4}*RH*ln(F) \quad (٦)$$

در کلیه معادلات فوق: K_{pan}: ضریب تشت، U: سرعت باد(کیلومتر در روز)، RH: رطوبت نسبی، F(٪): فاصله سبزینگی که باد به سمت تشت می‌وزد(برحسب متر).

در تحقیق حاضر برای محاسبه مقدار تبخیر- تعرق گیاه مرجع از روش تشت، در ابتدا مقدار ضریب تشت را از روش‌های فوق (معادلات ۲ تا ٦) محاسبه، سپس با استفاده از معادله ۱ و مقادیر روزانه تبخیر از تشت، مقدار ET_o روزانه در دوره مطالعاتی محاسبه گردید. همچنین مقادیر تبخیر روزانه از تشت بدون بکارگیری ضریب تشت با مقادیر ET_o نیز ارزیابی شد.

مقایسه روش‌های مورد مطالعه با روش استاندارد: برای هر یک از روش‌های مورد نظر و روش استاندارد، مقادیر تبخیر- تعرق پتانسیل روزانه در طی دوره آماری موجود محاسبه شد، سپس مقادیر ET_o روزانه هر روز ژولینوسی (در ایستگاه مورد نظر به تعداد دوره آماری برای هر روز ژولینوسی ET_o روزانه وجود دارد.) در مقابل مقادیر متناظر ET_o روزانه استاندارد همان روز ژولینوسی رسم گردید. از این نمودارها برای ارزیابی نتایج معادله تجربی استفاده می‌شود. با رگرسیون‌گیری بین مقادیر ET_o روزانه هر روش (٦ روش مورد نظر) و مقادیر ET_0 روزانه روش استاندارد مرجع، نتایج حاصله از روش‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفت. در این ارزیابی مقادیر ET_o روزانه محاسبه شده از روش‌های مختلف تشت (Y) نسبت به مقادیر ET_o روزانه روش استاندارد مرجع (Yi) با توجه به فراسنج‌های آماری (متوسط خطای تخمین‌ها، MBE)(خطای استاندارد تخمین‌ها SEE) و (ضریب تبیین R^2)۰، مقایسه گردید (رضایی، ۱۳۷۹).

www.SID.ir

Archive of SID

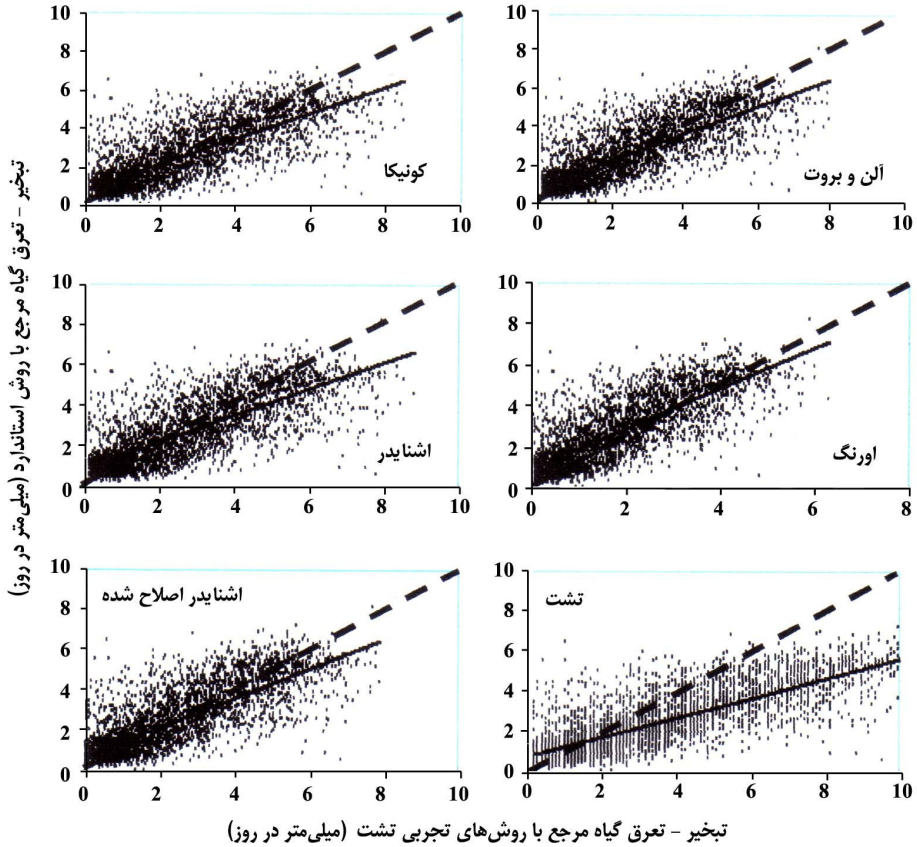
$$SEE = \{[SUM(Y-Yi)^2] / [(N-1)]\}^{0.5} \quad (۷)$$

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

همچنین برای هر یک از روش‌های مورد نظر مقادیر ET_o در دوره‌های ده روزه و ماهانه محاسبه و نسبت به مقادیر متناظر ET_o ده روزه و ماهانه متناظر مقادیرروش استاندارد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. لازم به ذکر است در معادله‌های مورد نظر فاصله سبزینگی از تشت، واحد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

مقادیر ET_0 روزانه: در شکل ۱ مقادیر ET_0 روزانه محاسبه شده توسط روش‌های تجربی تشت در مقابل مقادیرET_0 روش استاندارد برای ایستگاه گرگان ترسیم و نسبت به خط ۱:۱ و بهترین خط برازش داده شده مورد ارزیابی قرار گرفت. مطابق این شکل و نتایج رگرسیونی و آماری مندرج در جدول ۱، می‌توان گفت که روش اورنگ و تشت- تبخیر دارای بیشترین و کمترین شیب بوده، در حالی که ضریب تبین (R^2) برای همه روش‌ها تقریباً یکسان می‌باشد. همچنین خط برازش شده در روش اورنگ به خط ۱:۱ نزیکتر از سایر روش‌هاست. مقدار SEE در روش اورنگ حداقل بوده، لیکن مقدار MBE در روش‌های کونیکا و آلن- پروت به مراتب کوچک‌تر از سایر روش‌هاست. با بررسی شکل فوق می‌توان نتیجه گرفت که همه روش‌ها مقدار ET_0 روزانه کمتری را نسبت به روش استاندارد برآورد می‌نمایند. با توجه به ضرایب فوق می‌توان نتیجه گرفت که برای محاسبه ET_o روزانه از داده‌های تبخیر از تشت به‌ترتیب روش‌های اورنگ، اشنایدر اصلاح شده و آلن- پروت و کونیکا پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۱ – نمودار همبستگی بین مقادیر ET_0 روزانه روش‌های تجربی تشت با مقادیر ET_0 روزانه روش F-P-M برای کل سال‌های آماری (۲۰۰۲-۱۹۹۲) در ایستگاه گرگان (خط ممتد و خط چین به‌ترتیب بیانگر بهترین خط برازش و خط تطابق ایده آل (۱:۱) می‌باشد.)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - مقادیر پارامترهای رگرسیونی و آماری ناشی از مقایسه مقادیر ET_0 روزانه روش‌های مختلف تشت تبخیر با مقادیر ET_0 روزانه روش استاندارد (mm/day).

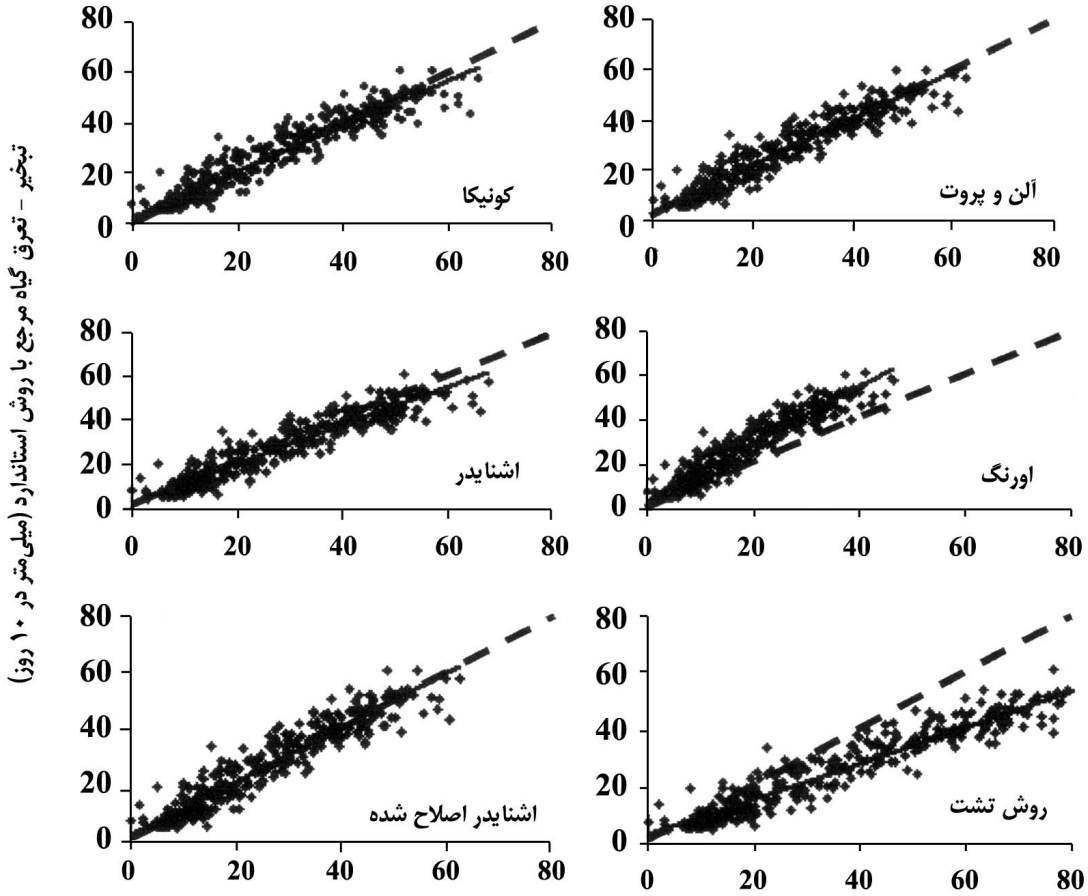
پارامتر آماری خط برازش	روش کونیکا	روش آلن و پروت	روش‌اشنایدر	روش اشنایدراصلاح	روش‌اورنگ	روش شت بخیر
شیب خط	۰/٦٧٦٧	۰/٧١٦٥	۰/٦٥٢٨	۰/٧٢٥١	۰/٩٨٥٣	۰/٤٨٥٥
عرض از مبدأ	۰/٨٤٦٩	۰/٨٤٥٨	۰/٨٥٣٧	۰/٨٤٥٩	۰/٨٥٠٧	۰/٨٥١٦
R^2	۰/٦٠٥	۰/٦٠٩	۰/٥٨٨	۰/٦٠٧	۰/٦٢٧٨	۰/٦٣٦٥
SEE	١/٤٩٣	١/٤١١	١/٥٧٣	١/٤٠٩	١/٣٩٣	٢/٣٥٢
MBE	۰/٠٦٩	-۰/٠٨٢	۰/١٥٩	-۰/١١٢	-۰/٧٨٩	١/١٢٤

مقادیر ET_0 دوره ۱۰ روزه: از آنجا که دور آبیاری برای تأمین آب مورد نیاز گیاهان زراعی و در برنامه‌ریزی آبیاری از اهمیت ویژه ای برخوردار است و از طرف دیگر معمولاً دور آبیاری محصولات مختلف و عمده منطقه کمتر از ۱۰ روز نیست، لذا مقادیر ET_o ده روزه (جمع ۱۰ روز متوالی) می‌تواند به‌عنوان یک تیمار مورد ارزیابی قرار گیرد. در شکل ۲ مقادیر ET_0 ده روزه برآورد شده از روش‌های تجربی تشت در مقابل مقادیر ET_o روش استاندارد برای ایستگاه گرگان نشان داده شده است. از آنجا که دوره زمانی تبخیر از تشت بزرگتر از بخش قبلی (یک روزه) می‌باشد، لذا مطابق این شکل می‌توان بهترین معادله برازش شده را طوری تعریف نمود که ضرائب همبستگی بین آنها از حد بالایی برخوردار باشد. نتایج حاصل از بررسی رگرسیونی و تجزیه و تحلیل آماری، در جدول ۲ نشان داده شده است. برای دوره‌های ۱۰ روزه، شیب بهترین خط برازش شده به‌ترتیب در روش‌های اشنایدر اصلاح شده، آلن و پروت، کونیکا قرار دارد و روش برآورد از تشت بدون استفاده از معادلات اخیر، دارای کمترین شیب می‌باشد. از طرفی بهترین خط رگرسیونی روش‌های آلن - پروت و اشنایدر اصلاح شده و کونیکا به خط ۱:۱ نزدیکتر از سایر روش‌هاست. همچنین روش اورنگ مقدار ET_o بیشتری را نسبت به روش استاندارد تخمین می‌زند. مقادیر SEE و MBE روش کونیکا حداقل بوده و روش تشت (بدون استفاده از ضریب تصحیح) حداکثر می‌باشد. چنین نتیجه‌ای را ایرماک و همکاران (۲۰۰۲) برای منطقه مرطوب فلوریدا گرفتند. بنابراین در منطقه گرگان پیشنهاد می‌شود برای محاسبه ضریب تشت در دوره‌های ۱۰ روزه، از روش‌های اشنایدر اصلاح شده، کونیکا و آلن- پروت استفاده شود.

مقادیر ET_0 دوره ماهانه: در شکل ۳ تغییرات مقادیر تبخیر ماهانه تصحیح شده توسط روش‌های مختلف تجربی نسبت به مقادیر ET_o روش استاندارد و همچنین خط ۱:۱ نشان داده شده است. با توجه به شکل و جدول ۳ مشاهده می‌شود شیب حاصل از برازش بهترین خط، به‌ترتیب در روش‌های اشنایدر اصلاح شده و آلن ـ پروت، کونیکا و اشنایدر به‌ترتیب به ۱ نزدیکترند. لکن روش‌های اورنگ و تشت تبخیر نیز فاصله زیادی تا نیمساز ناحیه اول دارند. این نشان‌دهنده تخمین تقریباً نادرست آنها می‌باشد. مقادیر ضریب تبیین در این گونه آمار ET_0 (ماهانه) در حد قابل قبولی است. لیکن مقادیر SEE و MBE به‌ترتیب در روش‌های کونیکا، اشنایدر، آلن ـ پروت و اشنایدر اصلاح شده، از کمترین مقدار برخوردارند. بنابراین در اینگونه مقادیر ماهانه به‌ترتیب روش‌های اشنایدر، کونیکا، آلن ـ پروت و اشنایدر اصلاح شده پیشنهاد می‌گردد. گریسمر و همکاران (۲۰۰۲) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

www.SID.ir

Archive of SID



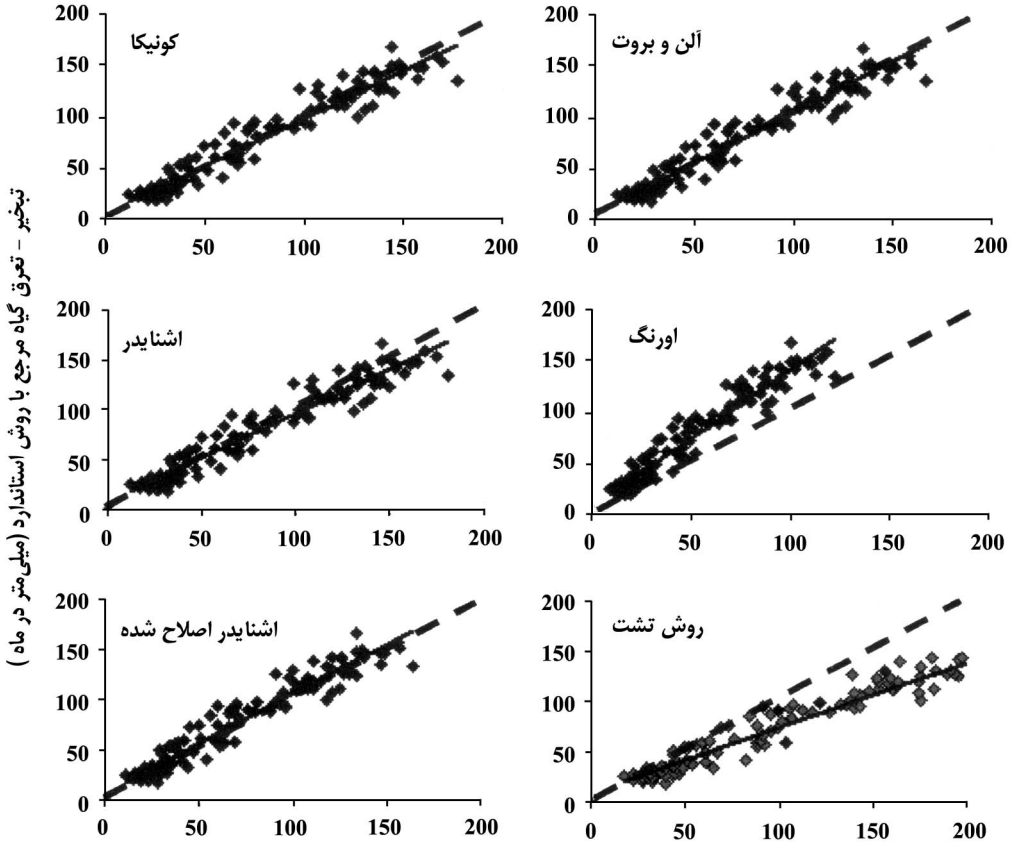
شکل ۲ – نمودار همبستگی بین مقادیر ET_0 دوره ۱۰ روزه روش‌های تجربی تشت با مقادیر ET_0 دوره ۱۰ روزه روش F-P-M برای کل سال‌های آماری (۲۰۰۲-۱۹۹۲) در ایستگاه گرگان (خط ممتد و خط چین به‌ترتیب بیانگر بهترین خط برازش و خط تطابق ایده آل (۱:۱) می‌باشد.)

جدول ۲- مقادیر پارامترهای رگرسیونی و آماری ناشی از مقایسه مقادیر ET_0 ۱۰ روزه روش‌های مختلف تشت تبخیر با مقـادیر ET_0 ۱۰ روزه روش استاندارد (mm/10day)

پارامتر آماری خط برازش	روش‌کونیکا	روش آلن و پروت	روش‌اشنایدر	روش اشنایدراصلاح شده	روش‌اورنگ	روش تشت تبخیر
شیب خط	۰/۸۹۲۶	۰/۹۴۰۱	۰/۸۷۳	۰/۹۵۴۴	۱/۲۷۲۷	۰/۶۲۶۲
عرض از مبدأ	۲/۹۰۹	۳/۰۲۰	۲/۶۶۷۸	۲/۹۴۸۶	۳/۴۵۶۵	۳/۴۸۳۸
R^2	۰/۹۰	۰/۹۰۱	۰/۸۹۷	۰/۹۰۱۳	۰/۹۰۱۸	۰/۹۰۷۳
SEE	۵/۰۲۹	۵/۰۷۱	۵/۲۸۶	۵/۱۲۴	۹/۹۲۳	۱۳/۶۷۳
MBE	-۰/۱۹۶	-۱/۵۹۶	۰/۶۵۱	-۱/۸۷۷	-۸/۱۹۴	۹/۶۶

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ – نمودار همبستگی بین مقادیر ET_0 ماهانه روش‌های تجربی تشت با مقادیر ET_0 ماهانه روش F-P-M برای کل سال‌های آماری (۲۰۰۲-۱۹۹۲) در ایستگاه گرگان (خط ممتد و خط چین به ترتیب بیانگر بهترین خط برازش و خط تطابق ایده آل (۱:۱) می باشد.)

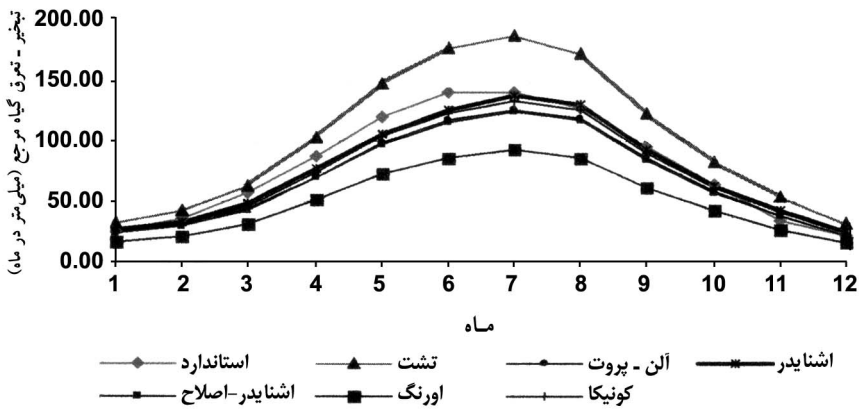
جدول ۳ – مقادیر فراسنج‌های رگرسیونی و آماری ناشی از مقایسه مقادیر ET_0 ماهانه روش‌های مختلف تشت تبخیر با مقادیر ET_0 ماهانه روش استاندارد (mm/month).

پارامتر آماری خط برازش	روش کونیکا	روش آلن و پروت	روش‌اشنایدر	روش اشنایدر اصلاح‌شده	روش‌اورنگ	روش تشت تبخیر
شیب خط	۰/۹۲۰٤	۰/۹۷۰۱	۰/۸۹۹٤	۰/۹۸٤۸	۱/۳۱۸۳	۰/٦٤۸٥
عرض از مبدأ	٦/٥۲۰۳	٦/۸۱۳۱	٥/۸۳۳۳	٦/٥۸۷۱	۷/۸۹٤۱	۷/۹۹۸٦
R^2	۰/۹۳۰	۰/۹۲۹۷	۰/۹۲٦٦	۰/۹۳۰۲	۰/۹۳۱۱	۰/۹۳٥۹
SEE	۱۲/۱۸٦	۱۲/٥۹۷	۱۲/۹٦	۱۲/۸٥٥	۲۹/۰۳۸	۳۸/۹۲٤
MBE	-۰/٤٤۸	-٤/٦۹٦	۲/۱۲	-٥/٥٥۲	-۲٤/۷۲۷	۲۹/٥۰٦

با استفاده از مقادیر ETo روزانه از روش استاندارد و روش‌های تصحیح داده‌های تشت، مقادیر متوسط ماهانه ET_o در طول سال‌های مورد نظر از روش‌های فوق محاسبه و نتایج آن در شکل ٤ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که در ایستگاه گرگان معادله استفاده مستقیم از داده‌های تشت و اورنگ نسبت به روش استاندارد، مقادیر ETo ماهانه متفاوتی را برآورد می‌کند. لیکن سایر روش‌ها نتایج مطلوبی را ارائه می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- نمودار مقادیر متوسط ET_0 ماهانه روش‌های تجربی تشت و روش F-P-M.

نتیجه‌گیری

با توجه به نمودارها، جدول‌ها و بررسی‌های به‌عمل آمده می‌توان نتیجه گرفت که:

- با تصحیح مقادیر تبخیر از تشت توسط هر یک از معادلات تجربی می‌توان مقادیر ET_o گیاه مرجع را برآورد نمود. لیکن باید معادله‌ای را انتخاب کرد که ET_o قابل قبولی را برآورد نماید. در منطقه گرگان برای برآورد ET_o روزانه از داده‌های تشت بهتر است از روش اورنگ برای محاسبه ضریب تشت استفاده نمود.

- در منطقه گرگان می‌توان با حاصل ضرب ضریب تشت به‌دست آمده از روش‌های اشنایدر اصلاح شده، کونیکا و آلن-پروت در داده‌های تبخیر از تشت، مقادیر ET_o دوره‌های ۱۰ روزه (به‌عنوان یک دور آبیاری) را برآورد نمود.

- برای برآورد مقادیر ET_o ماهانه منطقه مطالعاتی می‌توان ضریب تشت را از روش‌های اشنایدر اصلاح شده و کونیکا محاسبه نمود. تا مقادیرET_o مناسبتری برآورد گردد.

- با مقایسه شکل‌های ۱، ۲ و ۳ می‌توان نتیجه گرفت که ضریب تبیین ناشی از همبستگی ET_o روش‌های تصحیح داده‌های تشت با روش استاندارد با افزایش دوره زمانی نیز افزایش می‌یابد. چون با افزایش دوره زمانی میزان خطا در برآورد کاهش می‌یابد و نتایج از دقت بالاتری برخوردار هستند. و بالاخره می‌توان از نتایج این تحقیق برای ایستگاه‌های هواشناسی تبخیر سنجی مناطقی که دارای اقلیمی مشابه منطقه گرگان می‌باشند استفاده نمود.

منابع

۱.امداد، م.ر.، و فرشی، ع.ا. ۱۳۷۹. انتخاب مناسب‌ترین فرمول تجربی به منظور برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع در گلستان، مجله پژوهشی علوم خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۱۰،: ۹۵-۹۰.

۲.آذری، ح. ۱۳۷٦. گزارش نهایی تعیین تبخیر- تعرق پتانسیل چمن، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۷٦/۹۱، ٤۸ص.

۳.رضائی، ع. ۱۳۷۹. مفاهیم آمار و احتمالات (با تجدید نظر کامل). نشر مشهد، چاپ اول، مشهد، ٤۳۰ ص.

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

۵.علیزاده، ا.، میرشاهی، ب.، هاشمی‌نیا، س.م.، و ثنایی نژاد، ح. ۱۳۸۰. بررسی دقت و عملکرد تبخیر-تعرق پتانسیل محاسبه شده به روش‌های هارگریوز- سامانی و تشتک تبخیر در ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان، نیوار، شماره ٤۳، ۷۰-۵۱.

www.SID.ir

Archive of SID

٦.مرادی دالینی، م.، نیشابوری، ر.ا.، جهانبخش، س.، ع.، اصل، جعفرزاده، ا. ١٣٧٩. تعیین و ارزیابی ضرایب تشتک تبخیر کلاس A در شرایط مختلف نصب آن و مقایسه با مقادیر توصیه شده توسط FAO، مجله پژوهشی علوم خاک و آب، جلد ١٤، شماره ٢، ١٧٥-١٦٤.

7.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

8.Allen, R.G., and Pruitt, W.O. 1991. FAO-24 reference evapotranspiration factors.J. Of Irrig. And drain. Eng., ASCE, 117, 5: 758-773.

9.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.

10.Cuenca, R.H. 1989. Irrigation system design: An engineering approach, Prentice-Hall, Englewood cliffs, N.J., 133

11.Doorenbos, J., and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 24, 2nd ed., FAO Rome, Italy156 PP.

12.Frevert, D.K., Hill, R.W., and Braaten, B.C., 1983. Estimation of FAO evapotranspiration coefficients. J. of Irrig. and Drain. Eng., ASCE, 109, 2: 265-270.

13.Grismer, M.E., Orang, M., Snyder, R., and Matyac, R., 2002. Pan evaporation to reference evapotranspiration conversion methods. J. Irrig. and Drain. Eng., ASCE, 128,3: 180-184.

14.Irmak, S., Haman, D.Z., and Jones, J.W., 2002. Evaluation of class A pans coefficients for estimating reference evapotranspiration in humid location, J. of Irrig. And Drain. Eng., ASCE, 128,3: 153-159.

15.Orang, M. 1998. Potential accuracy of the popular non-linear regression equations for estimating pan coefficient values in the orginal and FAO-24 tables. Unpublished rep., Calif. Dept. of Water Resources, Sacramento, Calif., (appeared in 13).

16.Snyder, R.L. 1992. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. J.of Irrig. and Drain. Eng., ASCE, 118, 6: 977-980.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 13(5), Nov-Dec 2006
www.magiran.com/jasnr

Evaluation and comparison of estimated reference evapotranspiration from evaporation pan with ETO standard method in Gorgan.

H. Sharifan[1] and B.Ghahraman[2]
[1]Assist., Prof., of Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, [2]Associate Prof., of Irrigation, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Reference evapotranspiration (ET_o) is an important parameter for designing of irrigation systems. This parameter can be measured by a lysimeter, or estimated by empirical equations. Due to lack of lysimetric data, then different equations can be with FAO-Penman-Montheith (F-P-M) as a standard method. In the paper ET_o was estimated by evaporation pan method in Gorgan station. Then other methods were compared with ET0 of standard method. In the evaporation pan method, ET_o was estimated from multiplication of pan coefficient (Kpan) with pan evaporation data. Kpan is estimated from different methods including Cueneca, Allen-Pruitt, Snyder, Modified Snyder and Orang. Regression and statistical analysis showed that Orang & modified Snyder methods are suitable estimations for daily ET_o. Cueneca & Snyder methods for 10 day duration period ET0, and modified Snyder & Cueneca methods for monthly ETo predictions in study area and areas that have similar climate conditions.

***Kaywords*:** Reference Evapotranspiration; Evaporation pan; Pan Coefficient, Gorgan

www.SID.ir