ارزیابی روش‌های برآورد تبخیر تعرق پتانسیل در استان مازندران

کاکا شاهدی
استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
kaka.shahedi@gmail.com

مهدی زارعی
دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۴ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۰**

Archive of SID

چکیده:

تبخیر تعرق پتانسیل یکی از عوامل مهم سیکل هیدرولوژیکی است که باید در طرح‌های آبیاری، تأسیسات آبی، مطالعات زهکشی و هیدرولوژیکی برآورد شود. این عامل بیانگر میزان تلفات بالقوه از سطح خاک مرطوب و پوشش گیاهی بوده و از اینرو مطالعه آن حائز اهمیت میباشد. در تحقیق حاضر به منظور مقایسه روش‌های تبخیر تعرق و تعیین مناسبترین روش برآورد تبخیر تعرق پتانسیل استان مازندران، روش ترکیبی فائو پنمن مانتیث به عنوان مرجع در نظر گرفته شده و دقت روشهای مختلف تجربی (بلانی کریدل، تورنت وایت، پنمن و هارگریوز سامانی) بر اساس آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش بلانی کریدل با کمترین میزان خطای استاندارد و بیشترین میزان همبستگی با روش فائو پنمن مانتیث نسبت به سایر روشهای مورد استفاده از دقت بیشتری در برآورد تبخیر تعرق پتانسیل استان مازندران برخوردار می‌باشد. همچنین در این تحقیق مشخص شد که از شرق به غرب استان مازندران از میزان تبخیر تعرق پتانسیل کاسته شده است. طبق نتایج روش بلانی کریدل تبخیر تعرق پتانسیل استان را بطور متوسط ۵ درصد کمتر از روش فائو پنمن مانتیث تخمین زده است و کمترین اختلاف را نسبت به روش مرجع دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی: تبخیر تعرق پتانسیل، بلانی کریدل، فائو پنمن مانتیث، هارگریوز سامانی،تورنتوایت، پنمن، استان مازندران

مقدمه:

یکی از پیش‌نیازهای مدیریت بهینه آب در حوضه آبخیز تخمین دقیق مولفه‌های بیلان آب میباشد و تبخیر تعرق پتانسیل یکی از عوامل تاثیرگذار بر بیلان آب محسوب می‌گردد. برآوردهای دقیق تبخیر - تعرق در مطالعاتی از قبیل تغییر اقلیم جهانی، تکامل محیطی و کنترل منابع آب نقش مهمی بازی می‌کند (Liu et al, 2010). پدیده تبخیر تعرق باعث تلفات آب و رطوبت از سطوح آبی، خاک و پوشش گیاهی شده و محاسبه آن از طریق روشی مناسب با توجه به میزان اندک نزولات جوی و محدودیت منابع آب در ایران از اهمیت زیادی برخوردار است. روشهای محاسبه تبخیر تعرق پتانسیل در دو گروه تجربی و ترکیبی قرار میگیرند. در روشهای تجربی اساس کار بر روی پارامتر دما قرار دارد و با استفاده از دمای محیط، تبخیر تعرق پتانسیل محاسبه می‌گردد. در روشهای ترکیبی برای محاسبه تبخیر تعرق پتانسیل از دو فرایند توازن انرژی و آیرودینامیک استفاده می‌شود.

www.SID.ir

طی سالهای اخیر روشهای تجربی زیادی توسط متخصصان برای برآورد تبخیر- تعرق ارائه شده‌اند که هر یک تابع متغیرهای اقلیمی خاصی می‌باشند. اغلب این روشها تحت واسنجی محلی بدست آمده‌اند و معلوم شده که اعتبار جهانی محدودی دارند. در نشریه شماره ۲۴ آبیاری و زهکشی فائو برای کمک به کاربران با توجه به داده‌های موجود، چهار روش بلانی- کریدل، تابش، پنمن و تشتک تبخیر برای محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل ارائه شده است. در این نشریه پنمن به عنوان روشی که بهترین نتایج را با حداقل خطا نسبت به گیاه مرجع ارائه می‌کند در نظر گرفته شده است (Allen & Pruitt, 1991). از آن زمان روش‌های دیگری نیز برای تخمین تبخیر- تعرق پتانسیل یا مرجع ارائه شده است. کمیته نیاز آبیاری انجمن مهندسان عمران آمریکا آب مورد نیاز آبیاری را با ۲۰ روش به طور ماهانه در مناطق مختلف برآورد و با نتایج لایسیمتر مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که روش پنمن- مانتیث بهترین برآورد را دارد (Jensen et al, 1990). در یکسری مطالعات موازی جامعه تحقیقاتی اروپا نیز به برآورد روش‌های مختلف با استفاده از داده‌های لایسیمتری پرداخت. نتیجه مطالعات نشان داد که معادله پنمن اصلاح شده مقدار تبخیر- تعرق را تا ۲۰ درصد بیشتر برآورد می‌نماید و سایر روش‌های پیشنهادی فائو نیز بسته به درجه انطباق آنها با شرایط محلی عکس‌العمل متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. در هر دو مطالعه روش پنمن- مانتیث به عنوان روشی که دارای دقت نسبی بالا و عملکرد ثابت بوده و با درجه احتمال بالا در دامنه وسیعی از مناطق و اقلیم‌ها برآورد صحیحی از تبخیر- تعرق را ارائه می‌کند، معرفی گردیده است (Allen et al, 1998; Smith,1993). کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی و سازمان خواربار جهانی (فائو) روش پنمن- مانتیث را به عنوان یک روش استاندارد برای محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل و همچنین برای ارزیابی سایر روش‌های برآورد تبخیر- تعرق پیشنهاد نمودند (Allen et al, 1998) . آلن و پروت (۱۹۸۸) بعد از ارزیابی معادله پنمن گزارش کرد که بین تبخیر- تعرق اندازه‌گیری شده با لایسیمتر و برآوردهای روزانه از یک گیاه با ارتفاع ثابت و جزء مقاومت سطحی که با شاخص سطح برگ و تابش خالص روزانه تغییر می‌کند توافق خوبی دارد (Allen & Pruitt, 1988). آلن و همکاران ۵ شکل مختلف معادله پنمن را در یازده نقطه با داده‌های لایسیمتری مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که معادله پنمن- مانتیث و پنمن- کیمبرلی در اغلب مناطق با لایسیمتر تطابق خوبی دارند (Allen & Pruitt, 1991). گریسمر و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقی برای منطقه کالیفرنیا، مقادیر ضریب تشتک را با استفاده از معادلات تجربی ارائه شده، محاسبه نموده سپس مقادیر تبخیر و تعرق مرجع بدست آمده از روش تشتک را با مقادیر تبخیر و تعرق مرجع بدست آمده از روش استاندارد (فائو پنمن- مانتیث) مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که مقادیر ضریب تشتک بدست آمده از روش‌های آلن و پروت (Allen & Pruitt, 1991) و اشنایدر (Snyder, 1992) نسبت به سایر معادلات فوق از دقت بالاتری برخوردار است (Grismer et al, 2002). جاکوبز و همکاران (۲۰۰۲و ۲۰۰۴) در مطالعه‌ای روی یک چمنزار مرطوب در فلوریدا (آمریکا) نتیجه گرفتند که مدل پنمن- مانتیث کالیبره شده نتایج خوبی برای تبخیر- تعرق پتانسیل ارائه داده است ولی روش‌های پریستلی- تایلور و پنمن تبخیر- تعرق را بیشتر تخمین زده‌اند و همچنین روش‌های تورک و مکینک تقریبا به خوبی روش پنمن-مانتیث عمل کرده اند (Jacobs et al, 2002, 2004). کاستاندا و رائو (۲۰۰۵) طی تحقیقی چهار روش برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل (تورنت وایت، بلانی- کریدل، تورک و ماکینک) را در جنوب کالیفرنیا استفاده و با روش فائو پنمن- مانتیث مقایسه کردند. بر اساس بررسی‌های آماری صورت گرفته روش‌هایی که برای تخمین تبخیر و تعرق پتانسیل بهتر ترجیح داده شدند، بوسیله کالیبره مجدد آنها برای استفاده در جنوب کالیفرنیا توصیه شده‌اند (Castaneda & Rao, 2005). سامنر و جاکوبز (۲۰۰۵) طی مطالعه‌ای روی یک مرتع آبیاری نشده در فلوریدا دریافتند که هر دو روش پنمن -مانتیث و پریستلی- تایلور اصلاح شده به پارامترهای واسنجی فصلی نیاز دارند (Sumner & Jacobs, 2005). ویب و مینزل (۲۰۰۸) روش پریستلی- تایلور، دو روش مبنی بر معادله پنمن-مانتیث و روش هارگریوز، یک روش مبتنی بر دما را برای برآورد تبخیر- تعرق پتانسیل در یک مقیاس جهانی مقایسه نموده و نشان دادند که نتایج روش پریستلی- تایلور به داده‌های تشتک تبخیر نزدیکتر است (Weiß & Menzel, 2008). در ایران مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده تبخیر- تعرق یونجه با مقادیر محاسبه شده در باجگاه فارس نشان داد

Archive of SID

www.SID.ir

که نتایج حاصل از روش پنمن اصلاح شده فائو از روشهای دیگر به مقادیر لایسیمتر نزدیک است (Sepaskhah & Mohammadi, 1996). رحیم زادگان در سال ۶۸ ۱۳۶۷ با مقایسه روشهای برآورد تبخیر- تعرق با لایسیمتر نتیجه گرفت که روش جنسن- هیز مناسبترین روش است (Rahimzadegan,1992). انتصاری و همکاران (۱۳۷۵) تبخیر و تعرق پتانسیل را در چند منطقه از ایران به روش پنمن- مانتیث محاسبه نمودند و با دیگر روش‌های توصیه شده سازمان خوار و بار جهانی (تشتک تبخیر، پنمن، پنمن اصلاح شده، تشعشع و بلانی- کریدل) مورد مقایسه قرار دادند و قابلیت اتکا به روش پنمن مانتیث را تحلیل نمودند (Entesari et al, 1996). علیزاده و همکاران (۱۳۸۰) دقت برآورد مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل در استان خراسان را با روشهای هارگریوز- سامانی و تشتک تبخیر محاسبه کرده و به این نتیجه رسیدند که روش تشتک تبخیر علیرغم اینکه تابع داده‌های متعدد هواشناسی است، نتایج قابل قبولی در برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل ندارد (Alizadeh et al, 2001). حقیقت‌جو (۱۳۸۲) به منظور تعیین روش مناسب برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه سیستان مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه را با استفاده از فرمول‌های تجربی لینکر، بلانی- کریدل و هارگریوز- سامانی محاسبه نموده و با مقادیر اندازه‌گیری شده با استفاده از لیسیمتر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک مورد مقایسه قرار داد (Hghighatjou, 2003). نتایج نشان داد که فرمول‌های لینکر و پنمن برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه سیستان مناسب بوده و فرمول‌های بلانی- کریدل و هارگریوز- سامانی نیاز آبی منطقه را کمتر از حد معمول برآورد می‌کنند. شهابی‌فر و همکاران (۱۳۸۶) شش روش محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل را با داده‌های لیسیمتری در شرایط گلخانه‌ای ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که روش پنمن- مانتیث به ترتیب با جذر میانگین مربعات، قدر مطلق خطای نسبی و ضریب همبستگی برابر با ۱/۴۳ میلی‌متر در روز، ۱۵ درصد و ۷۰ درصد از دقت بیشتری برخوردار بوده و روش بلانی- کریدل اصلاح شده کمترین دقت را دارد (Shahabifar et al, 2007). روش پنمن- مانتیث نیازمند داده‌های تابش، دما، رطوبت و سرعت باد بوده و از آنجا که در برخی ایستگاه‌های هواشناسی، دما تنها داده ثبت شده می‌باشد، بنابراین بررسی درجه دقت روشهای تجربی که فقط به عامل دما نیازمند می‌باشد، ضرورت می‌یابد. هدف از تحقیق حاضر مقایسه روش‌های بلانی- کریدل، هارگریوز- سامانی، تورنت وایت و پنمن به منظور برآورد تبخیر- تعرق پتانسیل استان مازندران و ارزیابی دقت روش‌های مورد استفاده بر اساس روش پنمن- مانتیث و در نتیجه تعیین مناسبترین روش جهت برآورد تبخیر- تعرق منطقه مذکور می‌باشد.

مواد و روشها

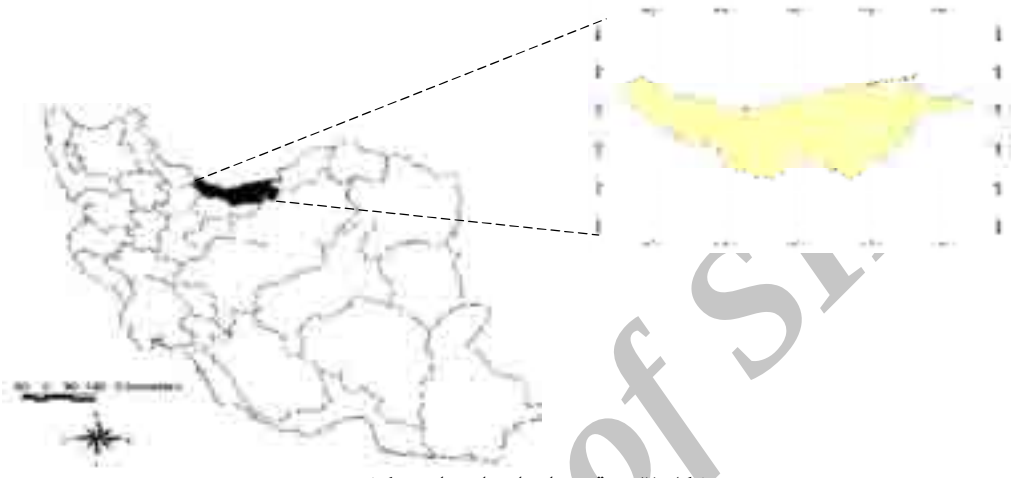
منطقه مورد مطالعه:

استان مازندران با مساحتی حدود ۴۷۳۰۰ کیلومتر مربع در بخش شمالی ایران قرار گرفته که از شمال به دریای مازندران و کشور ترکمنستان، از شرق به استان خراسان، از جنوب به استانهای سمنان و تهران و از غرب به استان گیلان محدود می‌باشد و به لحاظ آب و هوائی با توجه به مجاورت به دریا دارای بارندگی زیاد می‌باشد. میزان بارندگی در منطقه مورد مطالعه از غرب به شرق کاهش یافته و منابع اصلی رطوبت دریای مازندران و توده‌های هوای مرطوب مدیترانه و اقیانوس اطلس است. در این تحقیق جهت محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل استان ایستگاه‌های قراخیل، بابلسر، سیاه‌بیشه، نوشهر و رامسر مورد استفاده قرار گرفتند که مشخصات آنها در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. شکل شماره ۱ نیز موقعیت استان مازندران در کشور را نشان می‌دهد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده در تحقیق

ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (*m*)
قراخیل قائمشهر	۴۶	۵۲	۲۷	۳۶	۱۴/۷
بابلسر	۳۹	۵۲	۴۳	۳۶	۲۱
سیاه‌بیشه	۱۸	۵۱	۱۵	۳۶	۱۸۵۵
نوشهر	۳۰	۵۱	۳۹	۳۶	۲۰/۹
رامسر	۴۰	۵۰	۵۴	۳۶	۲۰



شکل (۱): موقعیت استان مازندران در کشور

روش پژوهش:

با توجه به پژوهش‌های انجام شده در این زمینه آمار و داده‌های مورد نیاز جهت پیشبرد اهداف پژوهش از سازمانهای مربوطه در ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه جمع‌آوری شد و در نهایت یک دوره آماری ۱۰ ساله به عنوان دوره آماری مشترک انتخاب گردید و برخی ایستگاه‌های منطقه بدلیل کمبود آمار حذف گردید. سپس به محاسبه تبخیر تعرق پتانسیل در ایستگاه‌های منتخب به روش‌های بلانی کریدل (Blaney&Criddle,1950)، تورنت وایت (Thornthwaite,1948)، هارگریوز سامانی (Hargreaves & Samani, 1985) و پنمن (Penman, 1948) بر اساس روابط ارائه شده در جدول شماره ۲ و همچنین برآورد تبخیر تعرق پتانسیل به روش فائو پنمن مانتیث با استفاده از نرم افزار *CropWat* پرداخته شد. در نهایت جهت بررسی دقت و تعیین مناسبترین روش در برآورد تبخیر تعرق پتانسیل استان مازندران روش فائو پنمن مانتیث به عنوان روش مرجع در نظر گرفته شده و میزان همبستگی و خطای استاندارد هر یک از روشهای مورد استفاده با روش مرجع محاسبه و با یکدیگر مقایسه گردید. جهت انجام آنالیزهای آماری و محاسبات مربوطه در این تحقیق از نرم‌افزارهای Excel و Spss استفاده شده است. میزان خطای استاندارد از رابطه (۱) مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

رابطه (۱):

$$SEE = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(ET_{ob} - \overline{ET} \right)}{n - 1} \right]^{0.5}$$

در رابطه فوق:

SEE: خطای استاندارد برآورد

ET_{ob}: مقادیر تبخیر تعرق از روش مرجع پنمن مانتیث

$\overline{ET}$: مقادیر تبخیر تعرق از هر یک از روش‌های مورد استفاده

n: تعداد کل

Archive of SID
www.SID.ir

جدول (۲): روابط مورد استفاده برای محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل در روش‌های مورد استفاده

ردیف	روش	رابطه
۱	بلانی- کریدل	$ETo= a+b[P\ (0.46\ T+13.8)]$
۲	هارگریوز- سامانی	$ETo = 0.0023(Tmean+17.8)(Tmax-Tmin)^{0.5}\ Ra$
۳	تورنت وایت	$PET = 16Nm(10\ Tmean/I)^{a}$
۴	پنمن	$PET= C\ [W\ .R_n+(1-W)F(u).(e_s-e_a)]$

بحث

در این پژوهش تبخیر- تعرق پتانسیل استان مازندران از طریق روشهای برآورد تبخیر- تعرق تورنت وایت، بلانی- کریدل، هارگریوز- سامانی، پنمن و فائو پنمن- مانتیث برای کلیه ایستگاه‌های منتخب محاسبه گردیده است. سپس به منظور تعیین مناسبترین و بهترین روش برآورد تبخیر- تعرق پتانسیل استان به مقایسه نتایج حاصل از روش‌های مورد استفاده با نتایج روش مرجع پنمن- مانتیث پرداخته شد. در این تحقیق همچنین برای هر یک از روشها در دوره ماهانه مدل اصلاحی به شکل زیر ارائه گردید:

$$ET_{PM} = a\ (ET_{method}) + b$$

a و b: ضرایب اصلاحی

ET_{PM}: تبخیر- تعرق پتانسیل به روش مرجع (فائو پنمن- مانتیث) بر حسب میلی‌متر در ماه

ET_{method} : تبخیر- تعرق محاسبه شده از هر روش بر حسب میلی‌متر در ماه

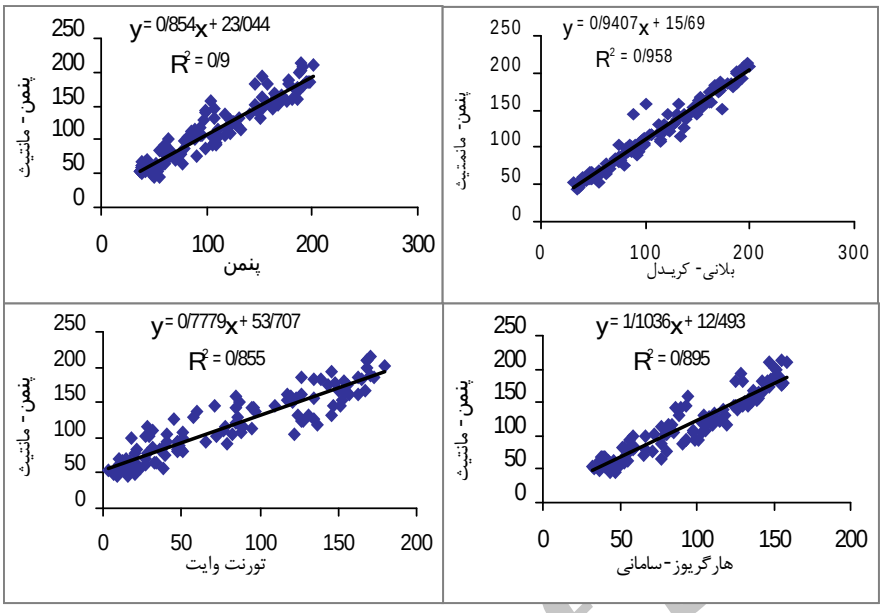
در این مورد از روش همبستگی مدل خطی استفاده شده است. که نتایج حاصل در جدول ۳ و همچنین شکل شماره ۲ (مربوط به ایستگاه قراخیل) به عنوان نمونه نشان داده شده است. انتخاب یک روش برآورد برای تبخیر- تعرق به عوامل زیادی بستگی دارد که از جمله عبارتند از دقت مورد نیاز در تخمین تبخیر- تعرق، دسترسی به داده‌های هواشناسی و میزان صحت و دقت آنها و نوع اقلیم منطقه (Alizadeh et al, 2001).

انتخاب روش بر اساس حداقل خطای استاندارد برآورد (SEE) و ضریب همبستگی (R^2) استوار می‌باشد به این صورت که خطای استاندارد کم و ضریب همبستگی بالا بر تطابق میان مقادیر تبخیر- تعرق برآورد شده با روش مورد نظر و تبخیر- تعرق روش مرجع (فائو- پنمن- مانتیث) دلالت دارد.

جدول (۳): نتایج خطای استاندارد برآورد (*mm/day*) و ضریب همبستگی با استفاده از روشهای مختلف در مقایسه با روش فائو- پنمن- مانتیث

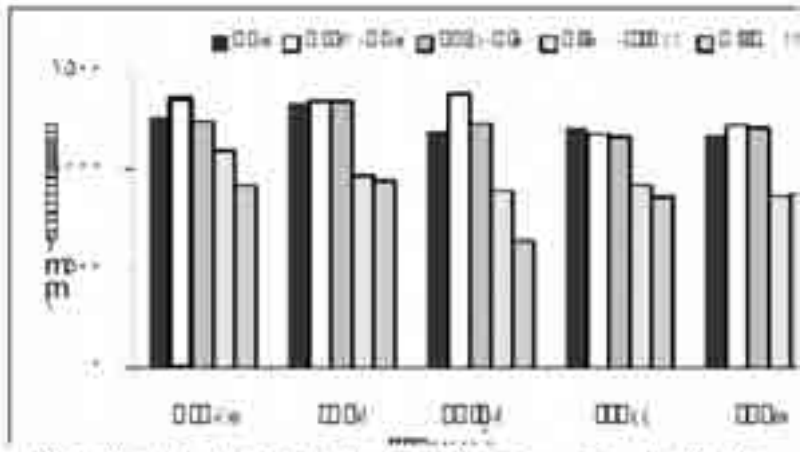
ایستگاه	تورنت وایت			هارگریوز- سامانی			بلانی- کریدل			پنمن		
	SEE	R^2	رتبه	SEE	R^2	رتبه	SEE	R^2	رتبه	SEE	R^2	رتبه
قراخیل	۱/۴۲	۰/۸۵	۴	۰/۸۹	۰/۸۹۵	۳	۰/۴۵	۰/۹۵۸	۱	۰/۶	۰/۹	۲
بابلسر	۱/۲۷	۰/۹	۴	۱/۲۲	۰/۸۹۵	۳	۰/۴۲	۰/۹۵	۱	۰/۶۳	۰/۸۹	۲
سیاه‌بیشه	۲/۲	۰/۷۵	۴	۱/۵	۰/۸	۳	۰/۷۱	۰/۸۸	۱	۰/۸۶	۰/۸۳	۲
نوشهر	۱/۱	۰/۸۸	۴	۰/۸۷	۰/۸۹	۳	۰/۴۴	۰/۹	۱	۰/۶۴	۰/۸۷	۲
رامسر	۱/۱۲	۰/۹	۳	۱/۲۲	۰/۸۴	۴	۰/۴۶	۰/۹۱	۱	۰/۶۲	۰/۸۶	۲

Archive of SID
www.SID.ir



شکل (۲): مقایسه نتایج روشهای مختلف با روش استاندارد فائو پنمن مانتیث در ایستگاه قراخیل قائمشهر

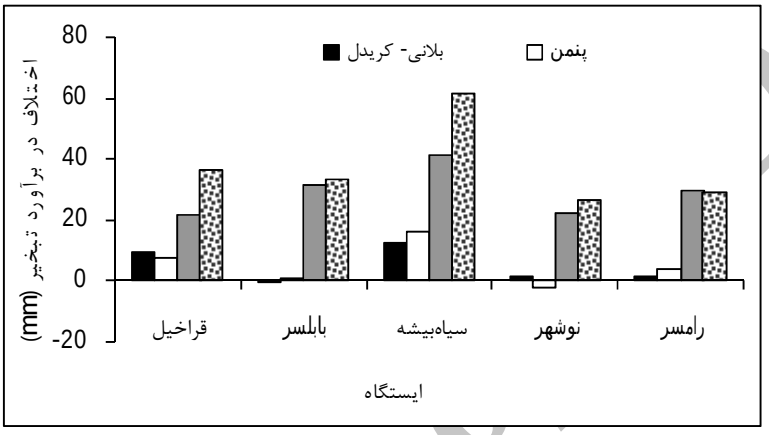
در تحقیق حاضر به رتبه‌دهی روش‌های مورد استفاده نیز پرداخته شد به اینصورت که روش با کمترین میزان خطای استاندارد و بیشترین میزان ضریب همبستگی دارای امتیاز ۱ و روش با بیشترین میزان خطای استاندارد برآورد و کمترین ضریب همبستگی امتیاز ۴ را به خود اختصاص می‌دهد. بر این اساس روش بلانی کریدل رتبه ۱ و روش تورنت وایت در مجموع رتبه ۴ را در برآورد تبخیر تعرق استان دارا می‌باشند. همچنین میزان تبخیر تعرق سالانه استان مازندران را به روش‌های مختلف محاسبه و مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفته که نتایج آن در شکل زیر نشان داده شده است. با توجه به شکل شماره ۳ مشخص می‌گردد که از سمت شرق به سمت غرب (با توجه به موقعیت ایستگاههای منتخب) از میزان تبخیر تعرق پتانسیل کاسته می‌شود که ناشی از نزدیکی به دریا و رطوبت بیشتر می‌باشد.



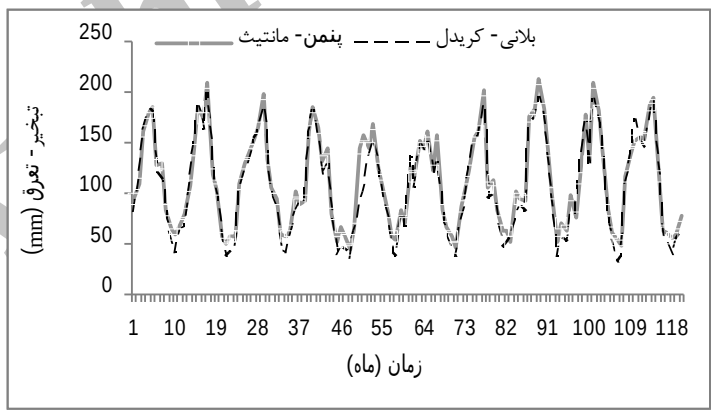
شکل (۳): مقایسه تبخیر و تعرق سالانه استان مازندران در طول دوره آماری ۸۷-۱۳۷۸

Archive of SID
www.SID.ir

شکل 4 میزان اختلاف در برآورد تبخیر تعرق توسط روش‌های مورد استفاده بر اساس روش مرجع فائو پنمن مانتیث را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مشخص می‌گردد که به جز روش پنمن که در ایستگاه نوشهر تبخیر – تعرق را کمی بیش از روش مرجع برآورد نموده، سایر روش‌ها در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه تبخیر و تعرق پتانسیل را کمتر از میزان تبخیر تعرق روش استاندارد فائو پنمن مانتیث تخمین زده‌اند. در شکل شماره 5 نیز میزان انطباق بین تبخیر تعرق ماهانه برآورد شده توسط روش بلانی کریدل و روش استاندارد فائو پنمن مانتیث در ایستگاه قراخیل در طول دوره آماری مورد استفاده برای نمونه نشان داده شده است. این شکل نیز حاکی از دقت زیاد روش بلانی کریدل در برآورد تبخیر تعرق استان مازندران می‌باشد.



شکل (۴): اختلاف بین تبخیر تعرق برآورد شده توسط روش‌های مورد استفاده بر اساس روش فائو پنمن مانتیث



شکل (۵): مقایسه مقادیر تبخیر تعرق برآوردی توسط روش بلانی کریدل و روش استاندارد فائو پنمن مانتیث

www.SID.ir

نتیجه‌گیری:

نگاهی به نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که هر چه از سمت شرق به غرب استان مازندران نزدیک شویم از میزان تبخیر تعرق پتانسیل کاسته شده، این امر می‌تواند از نزدیکی به دریا، وجود منابع رطوبتی بیشتر و همچنین شرجی‌تر بودن هوا در غرب استان نسبت به شرق، ناشی شود. با استناد به این نکته نیاز آبی گیاهان در شرق استان مازندران بیشتر از غرب استان می‌باشد نتایج این بخش تحقیق با نتایج مجرد و همکاران (Mojarrad et al, 2005) مطابقت دارد. همچنین کمترین تبخیر تعرق پتانسیل در استان مازندران مربوط به دی ماه بوده که با نتایج ضیاءتبار احمدی (Ziatabar Ahmadi, 1995) مطابقت داشته و بیشترین میزان تبخیر تعرق مربوط به مرداد ماه می‌باشد که این نتیجه با نتیجه ضیاءتبار احمدی (Ziatabar Ahmadi, 1995) مغایر می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد که روش بلانی کریدل مقادیر تبخیر تعرق پتانسیل را در ایستگاه‌های قراخیل، بابلسر، سیاه بیشه، نوشهر و رامسر به ترتیب 9/5، 0/12، 12/6، 1/4 و 1/3 درصد کمتر از میزان تبخیر تعرق به روش فائو پنمن مانتیث برآورد نموده است.

مقادیر تبخیر تعرق برآوردي توسط روش پنمن براي ایستگاه‌های قراخیل، بابلسر، سیاه‌بیشه و رامسر به ترتیب 7/6، 0/88، 4/ 16و 4 درصد کمتر از تبخیر و تعرق محاسبه شده به روش فائو پنمن مانتیث بوده ولی در ایستگاه نوشهر روش پنمن تبخیر تعرق را 2/3 درصد بیشتر از روش مرجع تخمین زده است.

روش هارگریوز سامانی تبخیر تعرق ایستگاه‌هاي منطقه مورد مطالعه را از شرق به غرب استان به ترتیب 21/9، 31/4، 41/2، 22 و 29/9 درصد کمتر از میزان تبخیر تعرق محاسبه شده به روش مرجع فائو پنمن مانتیث برآورد نموده است.

روش تورنت وایت نیز با کمترین میزان دقت در برآورد تبخیر تعرق استان مازندران، تبخیر تعرق را براي ایستگاه‌های قراخیل، بابلسر، سیاه‌بیشه، نوشهر و رامسر به ترتیب 36/7، 33/7، 62، 26/9 و 29 درصد کمتر از میزان تبخیر تعرق برآورد شده به روش فائو پنمن مانتیث، برآورد نموده است. به طور کلی میتوان اینگونه بیان کرد که روش‌های بلانی کریدل، پنمن، هارگریوز سامانی و تورنت وایت به طور متوسط تبخیر– تعرق استان مازندران را به ترتیب 4/99، 5/3، 29/3 و 37/7 درصد کمتر از میزان تبخیر تعرق به روش مرجع تخمین زده‌اند.

در مجموع با توجه به مقادیر خطای استاندارد برآورد، ضریب همبستگی و میزان اختلاف در برآورد تبخیر تعرق پتانسیل روش بلانی کریدل نسبت به روش مرجع فائو پنمن مانتیث، این روش امتیاز 1 را از لحاظ دقت در برآورد تبخیر تعرق به خود اختصاص داده و می‌توان چنین بیان کرد که محاسبه تبخیر و تعرق از روش بلانی کریدل بسیار نزدیک به تبخیر تعرق محاسبه شده توسط روش فائو پنمن مانتیث می‌باشد. بنابراین می‌توان در صورت کمبود آمار مورد نیاز برای بکارگیری روش فائو پنمن مانتیث در ایستگاه‌هاي استان مازندران، روش بلانی کریدل را بهترین شاخص برای اندازه‌گیری و بررسی تبخیر تعرق پتانسیل و نیاز آبی گیاه در منطقه در نظر گرفت.

منابع:

1 انتصاري، م. ر.، نوروزي، م.، سلامت، ع. ر.، احسانی، م. و توکلی، ع. ر. 1375. مقایسه روش پنمن مانتیث با سایر روش‌هاي توصیه شده جهت محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل (ETo) در چند منطقه مختلف ایران. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مقاله شماره 11، ص ص 237 ,221

2 حقیقت‌جو، پ. 1382. تعیین روش مناسب برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه سیستان، هشتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان. 7 ص.

3 رحیم‌زادگان، ر. 1370. جستجوی روش مناسب برآورد تبخیر و تعرق در منطقه اصفهان. علوم کشاورزی ایران. 22(1و 2): 1 9.

4 سپاسخواه، ع. ك. و محمدي، ا. 1375. تعیین تبخیر و تعرق یونجه و کنجد به روش پنمن مانتیث در منطقه باجگاه. ششمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر. 10 الی 11 شهریور. دانشگاه کرمان

Archive of SID

www.SID.ir

5 شریفان، ح.، و فهرمان، ب. 1385. بررسی و مقایسه تبخیر- تعرق برآورد شده از تشت تبخیر با مقادیر ETo روش استاندارد در منطقه گرگان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 13، شماره 5.

6 شهابی‌فر، م.، عصاري، م.، کوچک‌زاده، م. و عزیزی زهان، ع. ا. 1386. ارزیابی شش روش محاسباتی تبخیر و تعرق سطح مرجع با داده‌های لیسیمتری در شرایط گلخانه‌اي. اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌اي.

7 ضیاءتبار احمدی، م. 1374. بررسی و مقایسه روشهای برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در استان مازندران. نیوار. ص ص 54 40.

8 علیزاده، ا.، مهدوي، م.، اینانلو، م. و بازاري، م. ا. 1380 ، بررسی دقت و عملکرد تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده به روش هارگریوز- سامانی و تشتک تبخیر در ایستگاههای سینوپتیک استان خراسان، نیوار، 42 و 43، صص 51 ,70

9 مجرد، ف. قمرنیا، ه. و نصیری، ش. 1384. برآورد بارش مؤثر و نیاز آبی برای کشت برنج در جلگه مازندران. پژوهش‌هاي جغرافیایی. ص ص 76 59.

10. Allen, R.G., and W.O. Pruitt. 1988. Closure to rational use of the FAO Blany- Criddle formula. J. Irrig. and Drain. Eng., ASCE 114(2): 375-380.
11. Allen, R.G. and W.O. Pruitt. 1991. FAO-24 reference Evapotranspiration factors. J. Irrig. and Drain. Eng., ASCE 117(5): 758-773.
12. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, 1998, ISBN 92-5-104219-5.
13. Blaney, H.F. and W.D. Criddle. 1950. Determining water requirements in irrigated area from climatological irrigation data, US Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
14. Castaneda, L. and P. Rao. 2005. Comparison of methods for estimating reference evapotranspiration in southern California. Journal of Environmental Hydrology, Vol. 13, July 2005
15. Grismer, M.E., M. Orang, R. Snyder and R. Matyac. 2002. Pan evaporation to reference evapotranspiration conversion methods, J. Irrig. and Drain. Eng., ASCE, 128(3):180-184.
16. Hargreaves G. H. and Z. Samani, 1985, Refrence crop evapotranspiration from tempraturer. Appl. Eng. in Agr., 1(2), 96-99
17. Jacobs, J.M., S.L. Mergelsberg, A.F. Lopera and D.A. Myers. 2002. Evaporation from a wet prairie wetland under drought conditions. Paynes Prairie Preserve, Florida,USA, Wetlands, 22 (2), pp. 374–385.
18. Jacobs, J.M., M.C. Anderson, L.C. Friess and G.R. Diak, 2004. Solar radiation, long wave radiation and emergent wetland evapotranspiration estimates from satellite data in Florida, USA. Hydrological Sciences Journal 49 (3), 461–476.
19. Jensen, M.E., R.D. Burman and R.G. Allen. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE manuals and report on engineering practices No. 70. American Society of Civil Engineers, New York, ISBN 0-87262-763-2, 360 p.
20. Liu, S., J. Bai, Z. Jia, L. Jia, H. Zhou and L. Lu. 2010. Estimation of evapotranspiration in the Mu Us Sandland of China. Hydrol. Earth Syst. Sci., (14) 573–584.
21. Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Roy. Boc. London Proc. Series A. 193: 120-45.
22. Smith, M. 1993. Climwat for CropWat: a climatic database for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper, no. 49, Rome (Italy), 116 p.
23. Snyder, R. 1992. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. J Irrig Drain Eng 118(6):977–980
24. Sumner, D.M. and J.M. Jacobs, 2005. Utility of Penman–Monteith, Priestley– Taylor, reference evapotranspiration and pan evaporation methods to estimate pasture evapotranspiration. Journal of Hydrology, 308:81–104.
25. Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate, Geog. Review 38.
26. Weiß, M., and L. Menzel. 2008. A global comparison of four potential evapotranspiration equations and their relevance to stream flow modelling in semi-arid environments. Advances in Geoscience 18, 15–23.

Archive of SID

www.SID.ir

Assessment of potential evapotranspiration estimation methods in Mazandaran Province

Kaka Shahedi
Assistant Prof., Department of Watershed Management,
Sari Agricultural and Natural Resource University, Sari, Iran

Mehdi Zarei
MSc in Watershed Management Engineering, Sari, Iran

abstract
Potential Evapotranspiration (PET) is one of the important elements in hydrologic cycle which is required to be estimated in many fields such as irrigation, drainage and hydrological studies. This element represents potential losses from moist soil layer and vegetation cover. In this research different methods (Blaney-Criddle, Thorenthwaite, Penman and Hargreaves-Samani) are applied and then their results were compared with Fao Penman-Montieth method (as reference) and the best one is selected and suggested to estimate PET in Mazandaran province. The results show that the Blaney-Criddle has the lowest standard error and the highest correlation with the Fao Penman-Montieth method in the province. The results also show that the Blaney-Criddle method estimated PET about 5% lower than the reference method. Furthermore the results indicate that PET decreases from east to west of the province.

Keywords: Potential Evapotranspiration, Blaney-Criddle, Fao Penman-Montieth, rgreaves-Samani, Thorenthwaite, Penman, Mazandaran

Archive of SID

www.SID.ir